

**RESPUESTA PRODUCTIVA A LA SUPLEMENTACIÓN CON ENSILAJES DE  
PLANTA ENTERA DE MAÍZ Y SORGOS, CON Y SIN TANINOS, EN NOVILLITOS  
EN PASTOREO**

**Andrés Ricardo Perea**

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de  
***MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCION ANIMAL***

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL  
PLATA**

**Balcarce, Argentina**

**Agosto, 2015**

**RESPUESTA PRODUCTIVA A LA SUPLEMENTACIÓN CON ENSILAJES DE  
PLANTA ENTERA DE MAÍZ Y SORGOS, CON Y SIN TANINOS, EN NOVILLITOS  
EN PASTOREO**

**Andrés Ricardo Perea**

---

Ing. Agr. Francisco J. Santini, M.Sc., Ph.D.  
Director

---

Med.Vet. Gustavo Depetris, M. Sc.  
Asesor

---

Ing. Agr. María D. Montiel, M. Sc., Dr.  
Asesor

**RESPUESTA PRODUCTIVA A LA SUPLEMENTACIÓN CON ENSILAJES DE  
PLANTA ENTERA DE MAÍZ Y SORGOS, CON Y SIN TANINOS, EN NOVILLITOS  
EN PASTOREO**

**Andrés Ricardo Perea**

Aprobada por:

---

Ing. Agr. Hugo Mario Arelovich, MSc., Ph D.

---

Ing. Agr, Juan José Grigera Naón, Ph D.

## DEDICATORIA

A mis padres Graciela y Adolfo,  
hermanos David, Miguel, German y Fabián,  
y a Adelina.

## AGRADECIMIENTOS

A mis directores: Gustavo, Francisco y Delfina, por permitirme realizar el trabajo bajo su dirección, por el apoyo y las enseñanzas brindadas.

Al personal de la reserva 7, Flaco, Juan L., Juan C., Fernando, Adrián, por su ayuda en el trabajo de campo y los asados compartidos.

A Edgardo Villareal por las ecografías. Al personal de laboratorio de nutrición.

A Marita por los almuerzos compartidos y todo trámite facilitado.

A Graciela y Nelly por aguantarnos en el casino.

A los compañeros de chinchorro, Sebastian, Francisco, Conrado, Alan.

A mamá, por su ejemplo e insistencia en el estudio, al “patrón” por enseñarme a querer los animales, y a mis hermanos por apoyarme en mis proyectos.

A mis amigos de Jujuy: Claudia, José, Rubén, Viviana; de Tucumán: Esteban, Marcos y Sofia, que a pesar de la distancia siempre estuvieron alentándome.

Y especialmente a los amigos que encontré aquí: Alejandra, Andrés, Gabriel, Laura, Lia y Lucas, de quienes guardaré los mejores momentos vividos en esta etapa, gracias por la brindarme su ayuda, sus consejos, sus alegrías, sus mates, etc... por todo!!!

Agradecerle infinitamente a Adelina por su paciencia, su compañía, sus palabras de aliento y cariño.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	2
1.2. Objetivos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Producción de carne en pastoreo	4
2.1.1. Producción de carne en la región pampeana	4
2.1.2. Pasturas consociadas templadas	6
2.1.3. Productividad durante el otoño-invierno	7
2.2. Suplementación	9
2.2.1. Suplementación otoño-invernal de pasturas consociadas	9
2.2.2. Suplementación con ensilajes de planta entera de maíz y sorgo	10
2.2.3. Resultados de utilización de ensilajes en producción animal	11
2.3. Taninos	12
2.3.1. Taninos del sorgo	12
2.3.2. Efecto de los taninos sobre los animales	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Descripción de los alimentos	16
3.1.1 Pastura	16
3.1.2 Suplementos	16
3.1.3. Confección de raciones diarias de suplementos	16
3.2 Animales	17
3.2.1 Manejo de los Animales	17
3.2.2 Periodo experimental	18
3.3 Tratamientos	18

3.4 Mediciones	18
3.4.1 Sobre los alimentos	18
3.4.1.1 Calidad nutricional de los alimentos	18
3.4.1.2 Disponibilidad y remanente de pastura	20
3.4.2 Sobre los animales	20
3.4.2.1 Respuesta productiva	21
3.4.2.2 Consumo de materia seca y de nutrientes	22
3.4.2.3 Cálculo de índices productivos	22
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	22
4. RESULTADOS	24
4.1. Calidad de los alimentos	24
4.1.1 Pastura base	24
4.1.2 Suplementos	24
4.1.3 Dietas totales ofrecidas	25
4.2. Disponibilidad de materia seca de la pastura	26
4.3. Consumo	27
4.3.1. Consumo de materia seca	27
4.3.2. Consumo de nutrientes	28
4.4. Respuesta productiva de los animales	28
4.5. Eficiencia de conversión	29
4.6. Índices productivos	30
5. DISCUSIÓN	32
5.1. Características de los alimentos	32
5.2. Disponibilidad de la pastura	34
5.3. Consumo	35
5.4. Respuesta productiva	36
5.5. Índices productivos	41
6. CONCLUSIONES	43
7. BIBLIOGRAFIA	44
8. APENDICE	55
Tabla I. Precipitaciones registradas en el año 2011 en reserva N°7 (R7 11) y estadísticos para la serie histórica 1971-2011registrados en la EEA Balcarce.	
Tabla II. Temperaturas medias mensuales en 2011 registradas en reserva N° 7 (R7 11) estadísticos para la serie histórica 1971-2011registrados en la EEA Balcarce.	

Tabla III. Número de heladas registradas durante el año 2011, correspondientes al periodo del ensayo registradas en reserva N° 7.



## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Parámetros de calidad de la pastura, según tratamientos, durante el período experimental.
- Tabla 2.** Parámetros de calidad de los suplementos, ensilaje de maíz (SM), ensilaje de sorgo sin taninos (SB) y ensilaje de sorgo con taninos (ST).
- Tabla 3.** Calidad de las dietas ofrecidas según los tratamientos Pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).
- Tabla 4.** Disponibilidad inicial de MS (kg/ha) de pastura base, en los distintos periodos y promedio durante todo el ensayo, según tratamientos.
- Tabla 5.** Consumo promedio de MS total, MS de pastura y MS de ensilajes para los tratamientos correspondientes, expresados en kg de materia seca por día (kgMS/d) y como porcentaje del peso vivo (% PV) por día (kgMS/100 kgPV).
- Tabla 6.** Consumo de materia orgánica (MO), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN), Almidón (Alm) y carbohidratos solubles en agua (CSA) alcanzado por los animales bajo los distintos tratamientos durante el ensayo.
- Tabla 7.** Respuesta productiva de los animales según tratamientos, Pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).
- Tabla 8.** Eficiencia de conversión de la materia seca y la energía metabolizable por kg de ganancia de peso vivo, para los tratamientos del ensayo.
- Tabla 9.** Indicadores físicos de productividad, referidos al tiempo de duración del ensayo, para los diferentes tratamientos, Pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).
- Tabla 10.** Valores “p”, de los contrastes ortogonales, para la comparación entre los indicadores de productividad para los diferentes tratamientos Pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Diagrama de corte longitudinal de un grano de sorgo.

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta productiva de novillitos en pastoreo suplementados con ensilajes de maíz (SM), sorgo sin taninos (SB) y sorgo con taninos (ST), sobre una pastura consociada. El trabajo se llevó a cabo en la reserva 7 de INTA Balcarce (37° 45' LS, 58° 18' LW). Se utilizaron 40 novillitos de  $151 \pm 12$  kg de peso vivo (PV), separados en 8 grupos de 5 animales. Se establecieron 4 tratamientos según la dieta: pastura únicamente (P) y suplementados al 1,5 % de PV con: SM (SSM), SB (SSB) y ST (SST) en un diseño completamente aleatorizado con 2 repeticiones. El periodo experimental fue de 84 días comprendido entre los meses de junio a setiembre, el pastoreo se realizó en franjas semanales, con una asignación de materia seca (MS) del 3% del PV en "P" y del 1,5% del PV en los demás tratamientos, el suplemento se ofreció diariamente en comederos grupales. Se determinó la disponibilidad inicial (DI) y final (DF) de la pastura mediante el método de corte. Los animales fueron pesados al inicio (PI) y al final (PF) del ensayo, midiéndose también por ultrasonografía, el área del ojo de bife (AOB) y el espesor de grasa dorsal (EGD). El consumo de pastura se estimó como la diferencia entre DF y DI, el consumo de ensilajes se calculó por la diferencia entre lo ofrecido y el remanente diario. Se calculó la ganancia diaria de peso vivo (GDPV), las tasas de incremento del AOB (TIA) y de engrasamiento (TE) mensuales, y la eficiencia de conversión. En los alimentos, se determinaron (%) de: MS: 31,1; 42,5; 32,4; 32,9; digestibilidad *in vitro* de la MS: 72,0; 66,5; 64,6; 60,1; proteína bruta: 16,9; 6,9; 9,3; 7,8; fibra detergente neutro: 48,7; 39,5; 41,5; 45,1; carbohidratos solubles en agua: 10,2; 13,3; 12,6; 10,6 para P, SM, SB y ST respectivamente, almidón: 32,8; 26,3; 24,7 en SM, SB y ST respectivamente y taninos (% MS, en equivalentes catequina) siendo 0 en SB y 0,09 en ST. La disponibilidad inicial de la pastura fue en promedio  $1659 \pm 208$  kg MS/ha. El consumo de MS total y suplementos (kg MS/an día) no difirieron significativamente ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos, siendo el promedio  $5,13 \pm 0,17$  y  $2,52 \pm 0,16$  respectivamente. El promedio de los tratamientos suplementados, fueron mayores ( $p < 0,05$ ) con respecto a P en producción de carne (175,9 vs 102,1 kg/ha) y carga animal (3,6 vs 2,1 cab/ha; 2,5 vs 1,4 EV/ha). Los resultados del presente ensayo indican que la suplementación, aumentó la producción de carne por hectárea en promedio un 72,1 % (kg/ha), mediante un aumento en la carga que fue en promedio el 72,4 % (cab/ha), sin variar la respuesta productiva individual entre tratamientos. Se concluye que la suplementación con ensilajes de maíz o sorgo, aumentan la producción de carne de forma similar. La

presencia de taninos en el sorgo no tendría implicancias productivas cuando se lo usa como ensilaje de planta entera y en suplementación pastoril.

**Palabras claves:** ensilaje, suplementación, taninos, respuesta productiva, pastura.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate animal performance on grazing younger steers supplemented with corn (SM) or non-tannins (SB) and tannins (ST) sorghums silages. It was conducted in Reserva 7 of INTA Balcarce (37° 45' S, 58° 18' W). Forty younger steers 151 ± 12 kg of body weight (PV) separated in 8 groups of 5 animals were used. Steers were assigned to one of four treatments in a complete randomized design: only pasture (P) or supplemented at 1.5% PV with: SM (SSM), SB (SSB) and ST (SST). The experimental period was 84 days between June to September, a strip-grazing was performed weekly, and dry matter (MS) allowance was 3% of PV in "P" and 1.5% of PV in the other treatments, supplement was offered daily to the feeding group. Initial (DI) and final (DF) availability of pasture was determined by cutting method. Initial (PI) and final (PF) body weight of steers were measured, as well as ribeye area (AOB) and subcutaneous fat thickness (EGD) by ultrasonography. Pasture intake was estimated as difference between DF and DI and silage intake by difference between the offered and the remaining silage from the day before. Daily live weight gain (GDPV), growth rate of AOB (TIA) and fat deposition (TE) per month, and conversion efficiency per animal, were calculated. On forages, were determined (%): MS, 31.1; 42.5; 32.4; 32.9; *in vitro* DM digestibility, 72.0; 66.5; 64.6; 60.1; crude protein, 16.9; 6.9; 9.3; 7.8; neutral detergent fiber, 48.7; 39.5; 41.5; 45.1; water soluble carbohydrates, 10.2; 13.3; 12.6; 10.6; on P, SM, SB and ST, respectively; starch, 32.8; 26.3; 24.7; in SM, SB and ST respectively and tannins (% MS, in catechin equivalent) being 0 to SB and 0.09 to ST. Initial availability of pasture averaged 1659 ± 208 kg DM / ha. Total DM and supplement intake (kg DM / an.day) were not different ( $p > 0.05$ ) between treatments 5.13 ± 0.17 and 2.52 ± 0.16 respectively. Meat production (175,9 vs 102,1 kg / ha) and stocking rate (3,6 vs 2,1 head/ha; 2,5 vs 1,4 EV/ha) were higher ( $p < 0.05$ ) in the supplemented treatments average, respect to P. The results of this trial indicate that supplementation increased meat production per hectare about 72.1 % (kg/ha), by increasing the stocking rate 72.4 % (cab/ha), without changing the animal performance between treatments. In conclusion, supplementation with corn or sorghum silage, increased meat production similarly. The presence of tannins in sorghum would have not negative impacts in animal performance when it is used as whole plant silage and grazing supplementation.

**Key words:** silage, supplementation, tannins, animal performance, pasture.

## 1. INTRODUCCION

La producción ganadera en Argentina desde sus comienzos, se basó en el aprovechamiento de pastizales y pasturas implantadas como base de la alimentación. Actualmente está atravesando por un proceso de cambios profundos en el sistema productivo, en los cuales, el aumento en proporción de la superficie de tierras cultivables destinada a agricultura respecto a ganadería, es una de las principales causas (Rearte, 2007; Rearte, 2011). El cultivo de soja es el que tuvo mayor participación en este incremento, donde se observa a nivel país, un aumento del 63 % de la superficie dedicada a este cultivo, comparando las campañas 01-02 y 11-12 (SIIA 2012). Esto significa, menor superficie destinada a la ganadería y un corrimiento de la misma hacia zonas con mayores restricciones, lo cual obliga a ser más eficiente en el uso de los recursos y búsqueda de nuevas alternativas de producción. En este contexto la evolución de los sistemas productivos es hacia la intensificación de los mismos (García, *et al.*, 1998; Elizalde; Riffel, 2011; Rearte, 2011) para lograr una mayor producción de carne y competitividad de la actividad.

Durante el periodo de engorde de los animales, en la pampa húmeda argentina, la alimentación generalmente se basa en la utilización de pasturas consociadas (gramíneas y leguminosas) y verdes invernales, en algunos casos con algún tipo de suplementación. Las pasturas, presentan calidad y disponibilidad variable durante el año y entre años. Durante el otoño-invierno se observa que la calidad de las pasturas no sería limitante, pero la respuesta animal obtenida en muchas ocasiones es inferior a la esperada (Elizalde; Santini, 1992a, Mendez; Davies, 2001).

La suplementación es utilizada con diversos fines, como equilibrar nutrientes, cubrir déficit de producción de forrajes o aumentar la carga. La producción de carne (kg/ha) está relacionada directamente a la carga animal, en mayor medida, y a la ganancia de peso individual (Gonella, *et al.*, 1987), por lo que aumentando la carga sin descuidar la ganancia de peso individual, se lograría mayor producción de carne. Así es que la suplementación juega un papel importante en la intensificación para aumentar la productividad (García, *et al.*, 1998).

Los ensilajes de planta entera de maíz y sorgos constituyen alternativas valiosas como suplementos, ya que presentan amplias ventajas, principalmente por el alto volumen de forraje producido y bajo costo relativo (García *et al.*, 1998). Tanto ensilajes de planta entera de maíz (Wales *et al.*, 1998) como de sorgo (Vogel *et al.*, 1989), demostraron aumentar la producción de carne cuando se los utilizó como suplementos

en pastoreo. El sorgo puede reemplazar al maíz en zonas con limitantes agroclimáticas menos productivas (Abdelhadi; Santini, 2006), ya que posee características fisiológicas que lo tornan más resistentes a condiciones desfavorables (Hulse *et al.*, 1980).

Existen varios genotipos de sorgo, diferenciándose algunos por la presencia o ausencia de taninos condensados en el grano. Los taninos tienen la capacidad de formar complejos y precipitar las proteínas (Hagerman; Butler 1981; Salunkhe *et al.*, 1990), por lo que limitan el aprovechamiento de los nutrientes por parte de los animales, (Molina *et al.*, 2003; Montiel, 2003), disminuyendo el valor nutritivo del grano. Podría esperarse que en variedades de sorgo con bajo y sin contenido de taninos (Salunkhe *et al.*, 1990), los nutrientes sean utilizados más eficientemente por los animales con respecto a variedades que contienen taninos.

El presente trabajo se planteó con el fin de evaluar y comparar, el efecto de la suplementación sobre la respuesta productiva e índices productivos de novillitos en pastoreo, utilizando como suplementos ensilajes de planta entera de maíz, sorgo sin taninos o sorgo con taninos.

### **1.1. Hipótesis de trabajo:**

La respuesta productiva individual de novillitos en pastoreo:

- A- aumenta cuando se suplementa con ensilajes
- B- es mayor cuando la suplementación es con ensilajes de planta entera de sorgo sin taninos o maíz respecto a ensilaje de sorgo con taninos
- C- no se diferencia cuando la suplementación es con ensilajes de planta entera de sorgo sin taninos o maíz.

Para responder las hipótesis anteriores, se realizó un ensayo de suplementación con ensilajes de planta entera de maíz y sorgos en novillitos en pastoreo sobre una pastura consociada

### **1.2. Objetivos:**

- Evaluar el efecto sobre la respuesta productiva de novillitos en pastoreo, de la suplementación con ensilajes de maíz y sorgo, con y sin taninos.

- Evaluar el efecto sobre la respuesta productiva del contenido de taninos en el grano de sorgo, cuando se lo utiliza como ensilaje de planta entera.
- Comparar la respuesta productiva obtenida entre cultivares de sorgo sin taninos y maíz, utilizados como ensilajes de planta entera.



## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Producción de carne en condiciones de pastoreo

Los sistemas de producción de carne en el mundo son muy diversos en cuanto a la forma de producir y en cuanto a los recursos alimenticios utilizados. Según estimaciones de la FAO (2012), basados en una modificación de la clasificación de Sere y Steinfeld (1996), los sistemas mixtos y los sistemas de pastoreo producen el 54 y el 9 % de la carne total en el mundo, respectivamente. En estos sistemas, el principal aporte de alimentos para los animales proviene de pastizales, pasturas cultivadas y alimentos provenientes de actividades agrícolas del mismo campo (Sere; Steinfeld, 1996).

La producción animal en pastoreo es dinámica, en tanto la respuesta productiva estará determinada según los requerimientos por parte de los animales, de acuerdo a su condición fisiológica, y por la cantidad y calidad del forraje ofrecido (Reid; Jung, 1982; Bird *et al.*, 1989).

En Argentina, la producción ganadera desde sus comienzos se basó en el aprovechamiento de pastizales y pasturas como recursos base de su alimentación, aunque en los últimos años este modelo fue cambiando, pasando a sistemas con cierto grado de intensificación mediante el uso de diferentes tecnologías (Rearte, 2007; Rearte, 2011). En un análisis efectuado por Elizalde y Riffel (2012) estimaron, que en un ciclo ganadero (cría, recria y terminación en corral), la recria de animales para engorde y reposición, constituyen aproximadamente un 33,9 % de los requerimientos totales del ciclo y que estos serían aportados por pastoreo directo de forraje. Se puede observar la importancia que tiene el uso de forraje en la producción de carne. Una de las razones de su utilización, es el bajo costo por kilogramo de materia seca de este alimento (Gonella, 2000; Fariña, 2012). Además de ofrecer alimento de forma directa para los animales, las pasturas cumplen un rol fundamental a nivel de sistema en la protección y conservación o regeneración del suelo (Carrillo, 2003).

#### 2.1.1. Producción de carne en la región pampeana

La región pampeana se caracteriza por poseer suelo fértil y clima templado húmedo con abundantes precipitaciones durante el año, estas condiciones permiten contar con forraje de calidad para la alimentación de los rumiantes. Es así que la producción ganadera de esta región se desarrolla principalmente sobre pasturas implantadas,

verdeos invernales y pastizales naturales, en ciertos momentos y épocas puntuales se puede recurrir a la suplementación (Gonella, 2000; Rearte; Pieroni, 2001; Rearte, 2007).

Generalmente en esta región la recría y engorde de los animales, se desarrolla en aquellos suelos de mejor aptitud, en rotaciones con agricultura, utilizando pasturas consociadas implantadas (gramíneas y leguminosas) de alta calidad y verdeos invernales como dieta principal (Rearte, 2007). En la actualidad, en muchos casos las actividades en los sistemas de invernada, se desarrollan con algún grado de intensificación mediante el uso de suplementación y de corrales de encierre (de León, 2011; Elizalde; Riffel, 2012).

La productividad de la invernada medida por los kg de carne producida por hectárea, depende entre otros factores de: la carga animal, cabezas por hectárea (cab/ha), como de la ganancia de peso diaria individual (kg/día). La primera presenta una correlación significativa ( $p < 0,01$ ) y positiva ( $r = 0,99$ ), mientras que la segunda variable tiene correlación también significativa ( $p < 0,01$ ) y positiva con un menor grado de asociación ( $r = 0,57$ ), (Gonella *et al.*, 1987). Según estos coeficientes de correlación, se lograrían mayores aumentos en la producción de carne aumentando la carga animal, que aumentando solo la ganancia individual de los animales. Por lo tanto el objetivo perseguido por todo sistema de recría y engorde, sería lograr altas cargas con ganancias de pesos individuales elevadas.

Los resultados productivos obtenidos en invernadas netamente pastoriles no son constantes entre años, de la misma forma dentro de un mismo año se observan variaciones. La producción de carne obtenida en estos sistemas, es en promedio 280 kg/ha con valores extremos que alcanzan 550-600 kg/ha (Gonella 2000; Rearte 2007). Por su parte la ganancia de peso individual no es constante a lo largo del año, esto se debe a la variación en disponibilidad y calidad estacional que presenta el forraje (Elizalde; Santini, 1992a; Gonella, 2000; Rearte; Pieroni, 2001; De León, 2011). Arosteguy (1984) presenta un resumen de ganancias diarias de peso vivo individuales (kg/día), a partir de datos de la zona de Balcarce, siendo los resultados: otoño  $0,609 \pm 0,165$ ; invierno  $342 \pm 0,176$ ; primavera  $0,908 \pm 0,138$ ; verano  $343 \pm 0,069$ . En el trabajo señalado la ganancia promedio a lo largo del año fue 0,512 kg/día, por otro lado Ortiz *et al.* (1984) obtuvieron ganancias de peso 0,507 kg/día en una invernada de 9 meses en Balcarce, en tanto de acuerdo a los datos presentados Boyle (1984) en un trabajo realizado en el sur de Santa Fe, se pueden estimar ganancias de peso diarias de 0,509 kg/día a lo largo del año.

### 2.1.2. Pasturas consociadas templadas

Las pasturas consociadas polifíticas son mezclas de distintas especies (tres o más), tanto gramíneas como leguminosas implantadas en una misma superficie, la cual puede considerarse un sistema, en el que ocurren interacciones a través de competencia y complementación (Carrillo, 2003). Las mezclas de especies poseen ciertas ventajas con respecto a las pasturas puras, entre los beneficios se pueden citar: un mayor rendimiento, debido al aporte de nitrógeno por parte de la leguminosa a través de la fijación biológica; al mismo tiempo, un aumento en la calidad nutritiva de la pastura por el alto contenido de N, digestibilidad y contenido mineral; un menor riesgo de empaste; mejor distribución de forraje a la largo del año y entre años; menor invasión de malezas (Schneiter, 2000; Carrillo, 2003; Brizuela; Cangiano, 2011). Existen numerosas combinaciones posibles para la región pampeana, utilizándose en estos casos, especies adaptadas a ambientes templados tales como raigrás perenne (*Lolium perenne*), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), festuca alta (*Festuca arundinacea*), cebadilla criolla (*Bromus uniolodes*), agropiro alargado (*Tinopyrum ponticum*) entre las gramíneas y dentro de las leguminosas se pueden mencionar al trébol blanco (*Melilotus albus*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), alfalfa (*Medicago sativa*) y lotus tenuis (Carrillo, 2003; Castaño, 2007; Brizuela; Cangiano, 2011). Por lo general en las mezclas utilizadas se observa un gran crecimiento en la primavera, un bache más o menos pronunciado en verano, un nuevo pico de producción en otoño y una gran depresión en el invierno (Mazzanti *et al.*, 1992; Agnusdei *et al.*, 2001; Carrillo, 2003; Brizuela; Cangiano, 2011). El crecimiento de primavera puede llegar a duplicar al crecimiento otoñal (Agnusdei *et al.*, 2001) y la producción en esta época puede alcanzar el 50 % (Santini *et al.*, 1975) hasta el 80 % (Agnusdei *et al.*, 2001) de la producción anual en la región sudeste. A pesar de mostrar este patrón estacional de crecimiento, en condiciones de secano, las pasturas muestran una amplia variabilidad en producción durante el año y entre los distintos años, esto se debe fundamentalmente, a la cantidad de agua recibida por las precipitaciones y la temperatura diaria durante la época de crecimiento (Nelson; Moser, 1994; Agnusdei *et al.*, 2001; Seiler; Brizuela, 2011).

En cuanto a lo que respecta a calidad de las pasturas, la misma será el resultado de las especies presentes, de la disponibilidad y composición de cada una (Nelson; Moser, 1994). La calidad que muestra una pastura no es constante a lo largo del año, presentan composición química diferente en cada una de las estaciones, del mismo modo, entre distintos años se aprecian diferentes valores en los parámetros que la

definen. Las variables climáticas, principalmente la temperatura, precipitaciones y radiación solar, son factores que influyen sobre la calidad de las pasturas (Buxton; Fales, 1984).

Por lo general estas pasturas presentan valores adecuados de digestibilidad, proteína bruta, fibra detergente neutro y carbohidratos no estructurales, para obtener ganancias de peso elevadas. Datos publicados por Guaita y Fernández (2005), para una pastura conformada por trébol blanco, trébol rojo, cebadilla, pasto ovilla y raigrás en otoño, muestran que la digestibilidad de la materia seca fue en promedio 72 % con valores mínimos y máximos 65,5 y 76,7 % respectivamente, 21 % de proteína bruta en promedio con 16,3 y 26,1 % de mínimo y máximo.

La variación estacional e interanual de la producción de forraje, hace que se produzcan excesos y deficiencias de nutrientes, que afectarán en mayor o menor medida la producción animal (Gomez *et al.*, 1972; Bird *et al.*, 1989; Elizalde; Santini, 1992a; Elizalde *et al.*, 1999; De León, 2011), lográndose resultados menores a los esperados, los que fueron descritos en el país.

### **2.1.3. Productividad durante el otoño-invierno**

Durante este periodo, generalmente, se observa que la disponibilidad y calidad de las pasturas, medidas por la digestibilidad *in vitro* y la cantidad de proteína, no serían limitantes para la producción animal, aún así las ganancias de peso obtenidas en muchas ocasiones son inferiores a las esperadas, entre 250 y 500 gr/día (Marsh, 1975; Arosteguy, 1984; Lange *et al.*, 1988; Elizalde; Santini 1992a; O'Riordan *et al.*, 1998). Elizalde y Santini (1992a), enumeran algunos de los factores nutricionales que ejercen efecto negativo sobre la producción de los animales: composición química del forraje, características del proceso fermentativo, nutrientes absorbidos y acción sobre hormonas de los animales. Los desbalances entre proteína/energía rápidamente fermentable nivel ruminal (Cabrita, *et al.*, 2006; Keim; Anrique, 2013) son una de las causas más comunes que se observan e influyen sobre la baja producción de carne en pastoreo en otoño-invierno (Elizalde; Santini, 1992a). Debe existir una relación entre la digestión de la materia orgánica como proveedora de energía y el contenido proteico del forraje para evitar los desbalances de nutrientes (Elizalde, 2003) y con esto lograr una mayor eficiencia de síntesis de proteína microbiana (Cabrita, *et al.*, 2006). Un forraje balanceado, posee entre 12-14 % de Proteína Bruta y digestibilidad entre 65-70 %, a medida que aumenta la cantidad de proteína, las pérdidas de nitrógeno también aumentan (Elizalde; Santini, 1992b; Elizalde, 1993).

Por lo general, las pasturas en otoño-invierno contienen elevada cantidad de proteína bruta, mayor al 18 %, que presentan entre 75 y 85 % de degradación ruminal (Elizalde 1999; Guaita; Fernandez, 2005), al mismo tiempo la cantidad de hidratos de carbono solubles, es baja. Estas características provocan dentro del rumen una alta concentración de nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), pudiendo ser superior a los 40 mg/100ml (Rearte; Santini, 1989). Esta elevada concentración de  $\text{N-NH}_3$  es consecuencia de un exceso de proteínas solubles del forraje más que de una eficiencia de síntesis de proteína microbiana reducida (Elizalde, 2003; Pacheco; Waghorn, 2008). El exceso de  $\text{N-NH}_3$  generado se absorbe a través del epitelio ruminal y es eliminado por orina, siendo esto, nitrógeno que se pierde sin ser aprovechado por el animal.

Otros factores que afectan la respuesta productiva de los animales son, la disponibilidad de la pastura (kgMS/ha) (Willoughby, 1958; Gómez *et al.*, 1972), la asignación de la misma a los animales (kg/an.día) (O'Riordan *et al.*, 1998; French *et al.*, 2001) y la carga animal utilizada (cab/ha) (Bird *et al.*, 1989). En este sentido Gómez *et al.* (1972), evaluaron la ganancia de peso en novillos pastoreando un verdeo de cebada, con distintas disponibilidades de materia seca, observaron que en la medida que aumentaba la disponibilidad de forraje, aumentaba la ganancia de peso vivo hasta un punto en que a mayores cantidades no hubieron diferencias en la ganancia de peso, alcanzándose el mayor consumo. Similares resultados fueron descritos por otros investigadores (Willoughby, 1958, 1959; Doble *et al.*, 1971). Con respecto a la asignación de forraje, O'Riordan *et al.* (1998) y Beretta *et al.* (2006), concluyeron que al aumentar la asignación de forraje por animal/día, mejora la ganancia de peso individual. Bird *et al.* (1989), observaron que durante el periodo otoño-invierno la ganancia de peso individual se relacionó lineal y negativamente con la carga animal, por lo tanto la mayor ganancia de peso vivo por ha se lograría con cargas bajas durante este periodo del año.

Entonces como fue descrito en párrafos anteriores, la producción de carne en pastoreo puede verse afectada durante la época otoño-invierno por varios factores, por lo que la predicción de la productividad animal es un problema complejo, el cual debería abordarse teniendo en cuenta la calidad del forraje ofrecido, la disponibilidad, la asignación por animal y la carga utilizada, entre otros.

## **2.2. Suplementación**

La suplementación constituye una herramienta de manejo importante en los sistemas productivos, ya sea para mantener o mejorar la producción animal en condiciones de pastoreo a través de un incremento en la carga y/o la ganancia de peso (Vogel *et al.*, 1989, García *et al.*, 1998; Elizalde, 2005). La suplementación permite corregir deficiencias de nutrientes en los forrajes; aportar forraje en situaciones adversas y atenuar las variaciones del crecimiento de la pastura; mejorar la eficiencia de utilización de la pastura y evitar situaciones de sobrepastoreo; prevenir enfermedades nutricionales y aumentar la carga animal (Lange, 1980; Phillips, 1988; Horn *et al.*, 2005; Depetris, 2007; Barbera; Cangiano, 2011).

### **2.2.1. Suplementación otoño-invernal de pasturas consociadas**

La variación de la producción animal en la región sudeste bonaerense durante el periodo otoño-invernal, descrita anteriormente, puede ser disminuida a través de algún tipo de suplementación, ya sea que se presenten desbalances nutricionales en la pastura, por una baja disponibilidad de forraje o para lograr un aumento en la carga animal.

Según Griebenow *et al.* (1997), en pasturas de alta calidad bien manejadas, la primera limitante a la ganancia de peso sería energética, de acuerdo a esto una suplementación de este tipo aumentaría la retención de proteína proveniente del forraje en tejido magro, en vez de que este sea eliminado. Conclusiones similares fueron expuestas por otros autores (Poppi; Mc Lennan, 1995). Se debe tener en cuenta que en pasturas equilibradas, con 13 -15 % de proteína bruta, 70-75 % de digestibilidad, es poco probable obtener respuesta de la suplementación en la ganancia de peso de los animales, con lo que el suplemento solo servirá para aumentar la carga (Elizalde; Santini 1992b). Por otro lado si la disponibilidad de una pastura de alta calidad no es limitante, no se obtienen grandes beneficios, en comparación a que si esta es limitada (Vadiveloo; Holmes, 1979).

En un sistema productivo, el aumento en la ganancia de peso de los animales, no solo producirá un aumento en la producción de carne, sino también de acuerdo a la magnitud acortará el tiempo necesario hasta la terminación de los animales (Griebenow *et al.*, 1997). Si la disponibilidad forrajera es limitada, la suplementación ayudará a mantener los niveles de ganancias. Otro objetivo, es aumentar o mantener la carga durante esta época, para luego aprovechar el crecimiento primaveral de las pasturas (Gómez *et al.*, 1972; Rearte; Pieroni 2001) época en la cual se produce la

mayor cantidad de forraje como fue descrito anteriormente, y aumentar la producción total de carne.

Es importante al momento de la elección del tipo de suplemento tener en cuenta la calidad del mismo. Si la disponibilidad de forraje es baja, un suplemento de menor calidad con respecto a la pastura podrá aumentar la ganancia de peso, pero se debe tener presente que esta podría mejorarse si el suplemento posee una calidad similar o superior, en tanto si la cantidad de pastura no es limitante para lograr aumentos en la ganancia de peso el suplemento debería ser de calidad equivalente o mayor (Phillips, 1988; Rearte; Pieroni, 2001; Elizalde, 2003).

### **2.2.2. Suplementación con ensilajes de planta entera de maíz y sorgo**

Los ensilajes de planta entera de maíz y sorgo, son alternativas que se están utilizando cada vez en mayor proporción como suplementos, impulsados principalmente por el proceso de intensificación (Rearte, 2010, 2011). Estos cultivos son los más utilizados para ensilajes, ya que se caracterizan por producir altos volúmenes de materia seca por hectárea, a un costo relativo bajo, siendo una característica común en ambos un bajo contenido de proteína bruta, que en general se encuentra entre 6-8 % (De Leon, 2011).

La cantidad de energía aportada por estos ensilajes dependerá de la cantidad de grano presente y de la digestibilidad de la fibra (Andrieu *et al.*, 1993). A medida que aumenta la cantidad de grano se observa que aumenta la digestibilidad del ensilaje (Cummins, 1971; Young *et al.*, 1996; De Boever *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1999; De León, 2011).

El cultivo de maíz es el más utilizado en la actualidad para ensilar (Opakac, com. pers., 2012), debido a su alto rendimiento en materia seca por hectárea (García *et al.*, 1998), alto contenido en azúcares y baja capacidad buffer (Coors *et al.*, citado por Schroeder *et al.*, 2000; Abdelhadi, 2007), lo cual es deseable para un buen proceso de ensilaje. En contrapartida la productividad del maíz en zonas de precipitaciones bajas o erráticas y condiciones de suelo limitantes, hacen que la producción de materia seca sea variable entre años, mientras que el cultivo de sorgo posee algunas ventajas sobre el maíz en condiciones desfavorables, convirtiéndose en una alternativa más segura en cuanto a crecimiento de biomasa y producción de grano (Farré; Faci, 2006). Este cultivo posee características agronómicas adaptativas que lo tornan tolerante a estrés por sequía, soportar anegamientos temporales, capacidad de crecer en diversos suelos, entre otras (Sanchez-Diaz; Kramer, 1971; Hulse *et al.*, 1980). Según datos a

nivel país, en Argentina, se observa en los últimos años que el sorgo tuvo un gran incremento en la superficie cultivada, totalizando para la campaña 2011-12 1264304 ha, lo que representa un 119% de aumento respecto a la campaña 2006-07 (SIIA, 2012), por lo que se pone de manifiesto la importancia del cultivo de sorgo.

De acuerdo a las estimaciones realizadas por la Cámara argentina de contratistas forrajeros la superficie de cultivos destinadas a ensilajes en la campaña 2011/12, aumentó un 160 % con respecto a la campaña 2006/07, correspondiendo la mayor proporción en toneladas, a ensilajes de maíz y sorgo, 63 y 23 % respectivamente, así mismo la producción de carne utiliza la mayor proporción de estos ensilajes respecto a la producción lechera, 58 y 42 % respectivamente (Opakac, com. pers., 2012).

Queda de manifiesto el rol como parte de la dieta de los animales y la creciente utilización que tienen los ensilajes en la actualidad dentro de los sistemas productivos, tanto de carne como de leche. El cultivo de sorgo sería una opción más que valdiera para los nuevos escenarios ganaderos.

### **2.2.3 Resultados de utilización de ensilajes en producción animal**

Se presenta a continuación una serie de resultados en respuesta productiva de trabajos realizados en el país, con la utilización de ensilajes de maíz y sorgos.

Abdelhadi y Santini (2006), evaluaron la producción de animales en pastoreo, sobre pasturas de alta calidad, sin suplementación y suplementados con ensilajes de planta entera de maíz o sorgo durante el otoño – invierno, las ganancias de pesos diarias fueron similares entre los tres tratamientos, mientras que la tasa de engrasamiento no se diferenció entre los animales sin suplementación y los suplementados con ensilaje de maíz, aunque fueron mayores para los no suplementados, respecto a los suplementados con ensilaje de sorgo. La carga animal (cab/ha) fue superior en los tratamientos suplementados. Resultados similares obtuvo Abdelhadi (2000), trabajando con vaquillonas en pastoreo de pasturas consociadas y suplementadas con ensilaje de maíz, no se encontró diferencias en ganancia de peso, pero si en carga animal a favor de los animales suplementados. Raya *et al.* (2004) evaluaron la respuesta productiva de terneros sobre pastura, suplementados con ensilaje de planta entera de maíz y sin suplementación, durante el otoño-invierno, no encontraron diferencias en la ganancia de peso entre ambos tratamientos, en tanto la tasa de engrasamiento fue mayor en los animales suplementados. Kloster *et al.* (2004) evaluaron la suplementación con ensilaje de planta entera de maíz a terneros sobre pasturas de alta calidad con baja disponibilidad, en contraste con animales sin



suplementación, y encontraron que las ganancias de pesos fueron mayores en los animales suplementados.

En cuanto a comparación de ensilajes de distintos tipos de sorgo (con y sin taninos), y maíz en engorde a corral de vaquillonas, Depetris *et al.* (2007) obtuvieron, una mayor ganancia de peso en las dietas con ensilaje de maíz y sorgo sin taninos, respecto a ensilaje de sorgo alto tanino, la tasa de engrasamiento fue superior con ensilaje de maíz comparado con los de sorgo.

En dietas de terminación de novillos en engorde a corral, Larraín *et al.* (2009) reportaron pesos finales, ganancias de pesos y eficiencias de conversión del alimento menores, cuando los animales consumieron dietas basadas en grano de sorgo alto tanino con respecto a grano de maíz.

### **2.3. Taninos**

Muchas plantas son capaces de producir metabolitos secundarios, los cuales se diferencian de los primarios por no cumplir un rol específico e indispensable en el crecimiento de los tejidos, aunque se sabe que muchos de estos compuestos desarrollan funciones de defensa contra predadores, bacterias, virus y hongos (Gupta; Haslam, 1980; Salunkhe *et al.*, 1990). Pueden englobarse dentro de este tipo de metabolitos los compuestos fenólicos, tales como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos (Gupta; Haslam, 1980; Salunkhe *et al.*, 1990; Naczki; Shahidi, 2004).

Químicamente se definen a los taninos como compuestos polifenólicos de alto peso molecular entre 500-3000 Da, los que poseen capacidad de formar complejos y precipitar las proteínas en solución acuosa (Gupta; Haslam, 1980; Hagerman; Butler 1981; Salunkhe *et al.*, 1990). Basados en su estructura molecular, pueden ser clasificados en dos grupos: taninos hidrolizables y taninos condensados (Gupta; Haslam, 1980). Los primeros poseen una estructura sencilla y son hidrolizados por ácidos o enzimas, dando moléculas pequeñas, como ácido gálico más una molécula de glucosa, (Gupta; Haslam, 1980; Salunkhe *et al.*, 1990). Los taninos condensados son de estructuras más complejas y heterogéneas, siendo polímeros de unidades flavonoideas (Dykes; Rooney, 2006).

#### **2.3.1. Taninos del sorgo**

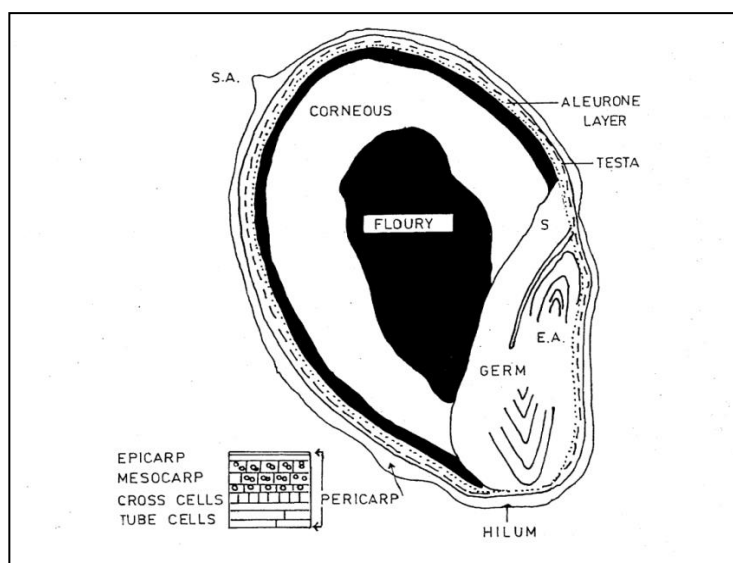
La planta de sorgo puede producir y presentar algunos de los compuestos fenólicos mencionados anteriormente y se los cataloga como metabolitos secundarios. De estos, siempre se encuentran presentes los ácidos fenólicos, en tanto los flavonoides

no siempre están y los taninos solamente se encuentran en algunos genotipos (Hahn; Rooney, 1986; Salunkhe *et al.*, 1990; Dykes; Rooney, 2006).

Los ácidos fenólicos, y flavonoides (en el caso de estar presentes), están relacionados con la pigmentación de los granos y no afectan la calidad nutricional o el aprovechamiento de los nutrientes por los animales.

En el caso de los taninos, tanto los hidrolizables como los condensados pueden estar presentes o no. Los hidrolizables en la mayoría de los casos no se encuentran, mientras que los del tipo condensados solo se encuentran presentes en ciertos genotipos. Estos genotipos presentan en el grano una capa por debajo del pericarpio llamada "Testa" (Figura 1), la cual es el principal sitio de deposición de estos taninos (Salunkhe *et al.*, 1990; Magalhães *et al.*, 2001).

Figura 1: Diagrama de corte longitudinal de un grano de sorgo. (Adaptado de Rooney; Miller 1982)



La presencia de la testa es la característica que determina la existencia de taninos condensados en el grano de sorgo, por lo que aquellos genotipos que no poseen esta capa en sus granos, no presentan este tipo de taninos en los mismos (Rooney; Miller, 1982; Salunkhe *et al.*, 1990). En las hojas del sorgo por lo general no se encuentran taninos condensados, y solo se observan en ocasiones donde la planta sufre algún tipo de estrés o enfermedad (Bate-Smith, 1969; Watterson; Butler, 1983).

Los cultivares de sorgo pueden dividirse en tres grupos, según la presencia de taninos condensados y de acuerdo a los genes que controlan estas características, y

se clasifican en: grupo I, grupo II y grupo III (Rooney; Miller, 1982). Los sorgos del grupo I no poseen testa, por lo que no contienen taninos condensados, aunque pueden presentar otros polifenóles (Salunkhe *et al.*, 1990). Dentro del grupo II se engloban sorgos que poseen testa, los taninos condensados se encuentran solamente en esta capa y son extraídos con metanol acidificado con 1% de HCl (Maxon; Rooney, 1972). En el grupo III se encuentran aquellos cultivares que poseen testa, los taninos condensados se ubican en esta y además difunden hacia el pericarpo y son extraídos fácilmente con metanol (Rooney; Miller, 1982), aproximadamente el 80 % de los taninos se ubican en la testa, en tanto que un 15 % se encuentran en el pericarpo (Salunkhe *et al.*, 1990). Al mismo tiempo, los materiales que poseen taninos varían en la cantidad relativa de los mismos (Salunkhe *et al.*, 1990; Montiel, 2003).

En ensilajes de planta entera de sorgo, existe evidencia de que la proporción de taninos condensados en el material ensilado y estabilizado, tiende a disminuir con respecto a la proporción que se encuentra en la planta en pie. En ese sentido Cummins (1971) evaluó el contenido de taninos condensados en sorgos con alto y bajo contenidos de taninos, realizando mediciones previas y posteriores al proceso de ensilado, concluyendo que las transformaciones ocurridas durante este proceso disminuyen el porcentaje de taninos en la masa ensilada. Esta disminución podría deberse a efectos causados por la fermentación que sufre el forraje (Borges *et al.*, 1995, citado por Ribeiro Pereira *et al.*, 2007; Osman, 2004).

### **2.3.2. Efecto de los taninos sobre los animales**

Los taninos pueden tener un efecto benéfico o perjudicial sobre los procesos digestivos en animales, dependiendo de la concentración y de la naturaleza química (Makkar, 2003; Goel *et al.*, 2005) y este efecto podrá ser mayor, menor, o nulo de acuerdo a la especie animal que se trate (Salunkhe *et al.*, 1990).

Pueden disminuir el consumo de alimentos, ya que probablemente reaccionan con glicoproteínas de la saliva, produciendo astringencia oral (Hulse *et al.*, 1980; Van Soest, 1994).

En rumiantes afectan el aprovechamiento de los nutrientes por parte de los animales. Se observa una reducción de la digestibilidad de la materia seca (Hibberd, *et al.*, 1982). En la fracción proteica también se aprecia una menor digestibilidad. Esta fue evaluada en ensayos tanto *in vitro* como *in vivo* y se establece que la causa de la baja digestibilidad se debe a la formación de complejo tanino-proteína (Salunkhe *et al.*,

1990; McAllister *et al.*, 1994) los cuales resisten la digestión bacteriana en el rumen (McAllister *et al.*, 1994) en el caso de los rumiantes. Ensayos realizados *in vitro*, determinaron una menor digestibilidad del almidón (Salunkhe *et al.*, 1990), esta puede estar influenciada por una interacción de los taninos con el propio almidón (Deshpande; Salunkhe, 1982) o por la inhibición de la  $\alpha$ -amilasa (Tamir; Alumot, 1969; Davis; Hoseney, 1979). Los taninos condensados también pueden inhibir otras enzimas digestivas como proteasas, lipasas (Tamir; Alumot, 1969), celulasas (Griffiths; Jones, 1977), así mismo se los considera inhibidores del crecimiento bacteriano, dependiendo de la concentración en el medio y la especie de bacteria que se trate (McAllister *et al.*, 1994).

Montiel (2003) evaluó mediante la técnica de incubación *in situ* granos de sorgo con diferente contenido de taninos, y observó que la degradabilidad de la materia seca, de la proteína bruta y el almidón fue menor en los granos de sorgo con mayor contenido de taninos.

Trabajos realizados *in situ*, evaluando ensilajes de planta entera de sorgo, demostraron que la presencia de taninos redujo la extensión y degradabilidad potencial de la materia seca (Molina *et al.* (2003) y la degradabilidad ruminal aparente de la FDN, FDA y hemicelulosa (de Oliveira *et al.* 2006).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Reserva N°7 de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce, situada en el partido de Balcarce, sudeste de la Provincia de Buenos Aires (37° 45' LS, 58° 18' LW, 130 m.s.n.m), de junio a setiembre de 2011. La región se caracteriza por poseer clima templado con una temperatura media anual de 13,7°C y precipitación media del orden de los 800 mm bajo un régimen hídrico subhúmedo – húmedo, siendo los meses más lluviosos enero, febrero y marzo, y el trimestre menos lluvioso el de junio, julio y agosto .

#### 3.1 Descripción de los alimentos

##### 3.1.1 Pastura

La dieta base estuvo constituida por una pastura perenne consociada (gramíneas leguminosas) sembrada en otoño de 2009, compuesta por cebadilla criolla (*Bromus unioloides*), festuca (*Festuca arundinacea*), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), raigrás perenne (*Lolium perene*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*).

##### 3.1.2 Suplementos

Se utilizaron como suplementos ensilajes de cultivos de maíz (Dekalb 747) (SM), sorgo sin contenido de taninos (PAN 8648 W) (SB) y sorgo con contenido de taninos (PAN 8006T) (ST).

El maíz fue sembrado en el mes de octubre, mientras que los materiales de sorgo se sembraron en el mes de noviembre de 2010, en lotes pertenecientes a la reserva N°7 del INTA Balcarce. Fueron fertilizados con 60 kg/ ha fosfato diamónico a la siembra y durante la etapa de crecimiento con 100 kg/ ha de urea en estado V4, luego fueron picados con máquina corta-picadora Class Jaguar autopropulsada (sin uso del triturador de granos) y embolsados el 14 de marzo en silobolsa de 9 pies de diámetro (Plastar®).

##### 3.1.3. Confección de raciones diarias de suplementos

Las raciones diarias de los diferentes suplementos se confeccionaron una vez por semana, para los 7 días correspondiente y para cada uno de los grupos de animales,

esto se realizó colocando el material ensilado dentro del silobolsa, en bolsas individuales de polietileno, que fueron pesadas según las cantidades correspondientes a cada grupo, luego compactando el material dentro de la bolsa procurando eliminar la mayor cantidad de aire posible manualmente, para mantener la anaerobiosis y así evitar el deterioro del ensilaje por oxidación. La cantidad de ensilaje ofrecida se corrigió todas las semanas por el porcentaje de materia seca del ensilaje y de acuerdo al peso de los animales cada 21 días luego del pesaje correspondiente.

### **3.2 Animales**

Se utilizaron 40 novillitos angus de  $151 \pm 12$  kg de peso vivo al inicio del ensayo, provenientes de la reserva N° 6 del INTA Balcarce, nacidos entre agosto y setiembre de 2010, destetados el 9 de marzo de 2011. Siete días antes del comienzo del ensayo los animales recibieron una dosis de antiparasitario fenbendazole 10% (Fentec®), a razón de 7,5 mg/kg PV, vía oral y se mantuvieron fuera del lote experimental.

#### **3.2.1 Manejo de los Animales**

Los animales se separaron al azar en 8 grupos de 5 integrantes cada uno, a los que se les asignó aleatoriamente uno de 4 tratamientos, constituyendo de esta manera dos repeticiones por cada tratamiento.

El lote de pastura fue dividido en 8 parcelas, cada una de las cuales fue pastoreada por un solo grupo de animales, rotando estos cada 21 días hacia la parcela adyacente, tratando de esta forma que todos los tratamientos fueran afectados de igual manera por las posibles diferencias en calidad y cantidad de forraje, de esta forma reducir los efectos de la pastura de cada parcela sobre la respuesta productiva de los animales.

Se asumió un consumo total de materia seca de 3 % del peso vivo para todos los animales. El pastoreo se realizó en franjas con cambios semanales. Para el cálculo de la superficie de cada franja se determinó la disponibilidad de materia seca de la pastura, y asignándose en los tratamientos suplementados la cantidad de materia seca de pastura correspondiente al 1,5% del peso vivo con el fin de realizar una sustitución forzada del forraje por el suplemento y del 3 % del peso vivo en los grupos que no recibieron suplementación, asumiendo en ambos casos una eficiencia de cosecha del 60 %. El suplemento fue ofrecido diariamente en una sola entrega a las 7:30 hs, dentro de comederos grupales móviles, en aquellos grupos correspondientes a los tratamientos suplementados.

### 3.2.2 Periodo experimental

El ensayo comenzó el 16 de junio de 2011 y tuvo una duración de 92 días. Una vez distribuidos los animales en los grupos y respectivos tratamientos, se pasaron al lote de pastura y el mismo día se comenzó con la entrega del suplemento a los tratamientos correspondientes. La primera semana se consideró de acostumbramiento para el manejo del pastoreo y acostumbramiento al consumo de suplemento, luego de la misma se realizaron las mediciones iniciales de peso, espesor de grasa y área de ojo de bife.

### 3.3 Tratamientos

Se establecieron 4 tratamientos, los cuales estuvieron determinados según la composición de la dieta:

- P: Pastura únicamente.
- SSM: Pastura + suplementación al 1,5 % del peso vivo con ensilaje de maíz (en base a materia seca).
- SSB: Pastura + suplementación al 1,5 % del peso vivo con ensilaje de sorgo sin contenido de taninos (en base a materia seca).
- SST: Pastura + suplementación al 1,5 % del peso vivo con ensilaje de sorgo con contenido de taninos (en base a materia seca).

### 3.4 Mediciones

#### 3.4.1 Sobre los alimentos

##### 3.4.1.1 Calidad nutricional de los alimentos

Se realizó el análisis químico de las pasturas y suplementos con el fin de caracterizar la calidad de los mismos. Para esto se tomaron muestras representativas tanto de la pastura como de los suplementos. En el caso de la pastura el muestreo se realizó cada 21 días, coincidente con la mitad del periodo de permanencia de cada grupo de animales en una parcela, se tomaron muestras de cada una de las parcelas a través del método *hand plucking* (Cook, 1964). Las muestras de los ensilajes, se tomaron una vez por semana, tanto del material contenido en el silobolsa, para la determinación de materia seca, como el ofrecido a los animales en el comedero, es decir una vez

confeccionada y entregada la ración, para así evaluar la calidad de lo realmente consumido por los animales.

Las muestras fueron secadas en estufa de circulación de aire forzado, a una temperatura de 60 °C por 48 horas hasta peso constante, a partir los pesos inicial y final luego del secado se determinó el porcentaje de materia seca (MS) y se enviaron al laboratorio de nutrición animal del INTA Balcarce para realizar los siguientes análisis para todos los alimentos:

- Materia orgánica (MO), (AOAC 1990).
- Proteína Bruta (PB), (Horneck ; Miller, 1998).
- Digestibilidad *in vitro* (DIVMS), Incubador Daisy<sup>II</sup> (Ankom Technologies).
- Fibra detergente neutro (FDN), (Komareck *et al.*, 1994).
- Carbohidratos solubles en agua (CSA), (Morris, 1948).

Además en los ensilajes se determinó:

- Porcentaje de almidón (Alm), (Mc Rae; Armstrong, 1968).
- Concentración de nitrógeno amoniacal en relación al nitrógeno total (N-NH<sub>3</sub> /NT), (Weatherburn, 1967).
- pH
- Porcentajes de taninos condensados (TC) por el método de la vainilla (Price *et al.*, 1978) (solo en ensilajes de sorgo).

Con los resultados de la DIVMS, se estimó el contenido de energía metabolizable (EM) mediante la siguiente ecuación:  $EM \text{ (Mcal/kgMS)} = 3,608 \cdot \text{DIVMS} / 100$  (NRC, 1984).

Las determinaciones de nitrógeno amoniacal, pH y taninos condensados fueron realizadas en el laboratorio de rumen del INTA Balcarce, cuyos procedimientos se describen a continuación.

Las muestras de los ensilajes se dividieron en 2 submuestras de 200 gr aproximadamente y fueron almacenadas a -18 °C. Al momento de realizar las determinaciones, una de estas fue descongelada a temperatura ambiente para realizar las determinaciones de NH<sub>3</sub>-N y pH. Para el NH<sub>3</sub>-N se tomó una cantidad del material "fresco"<sup>1</sup> de 10 gr y se homogeneizó en 600 ml de agua destilada durante 2 minutos en multiprocesadora a potencia máxima. El homogeneizado se filtró y el líquido resultante

---

<sup>1</sup>: material en estado natural o tal cual, con su correspondiente contenido de humedad.



se centrifugó a 10000 g durante 10 minutos a una temperatura de 4 °C. Sobre el líquido sobrenadante se determinó la concentración de NH<sub>3</sub>-N por medio de lectura colorimétrica en espectrofotómetro (Spectronic® 20D, Milton Roy Company). La determinación del pH se realizó por dilución de 20 gr de muestra en “fresco”<sup>1</sup> en 200 ml de agua destilada agitando mediante agitador magnético por 2 minutos, luego se filtró y se midió el pH en el líquido filtrado con pH-metro digital Digi-Sense (Cole-Palmer®).

En el análisis de taninos condensados, la submuestra restante, fue liofilizada, el material seco se almacenó en bolsas plásticas al vacío y se resguardó en heladera (4° C) hasta el momento de la medición. El material fue molido en molino tipo “willey” con malla de 1 mm, se pesaron 200 mg en tubos para centrifuga, se agregaron 10 ml de éter dietílico, los tubos se colocaron en agitador mecánico por 5 minutos, luego fueron centrifugados por 10 min a 3000 G, se descartó el sobrenadante, y se los colocó en estufa a 50 °C por 2 hs, esto se realizó para extraer pigmentos que pudiesen interferir con las lecturas colorimétricas (Makkar, 2000; Ammar, *et al.*, 2004). Sobre el residuo sólido obtenido, se siguió el procedimiento descrito por Price *et al.* (1978). Cabe recalcar que el procedimiento analítico, desde molienda hasta determinación espectrofotométrica se realizó en un lapso no mayor a 8 hs, tiempo recomendado (Salunkhe *et al.*, 1990), debido a posibles reacciones de los taninos que pudieran afectar los resultados.

#### **3.4.1.2 Disponibilidad y remanente de pastura**

Semanalmente se determinó la disponibilidad de materia seca de cada parcela a ser pastoreada y luego del pastoreo la cantidad de materia seca remanente, ambas mediciones por medio del método de corte. Las muestras se cortaron a nivel del suelo, utilizándose para esto una superficie conocida (0,16 m<sup>2</sup>), por medio de un marco cuadrado de 40 cm de lado. Luego fueron secadas en estufas con circulación de aire forzado durante 24 hs a 100 °C, para establecer la cantidad de materia seca por hectárea.

#### **3.4.2 Sobre los animales**

Las mediciones que se realizaron sobre los animales fueron: peso vivo (PV) (kg), espesor de grasa dorsal (EGD) (mm), área del ojo de bife (AOB) (cm<sup>2</sup>) y consumo de alimentos (kg).

El PV inicial se determinó promediando el valor obtenido de dos pesadas en días consecutivos, del mismo modo se determinó el PV final al concluir el periodo experimental. Además durante la experimentación se realizaron pesadas cada 21 días con el fin de ajustar la asignación de los alimentos y superficie de pastoreo. Todas las pesadas se realizaron con báscula digital y sin desbaste previo a primera hora de la mañana, antes de la entrega del suplemento.

El EGD y el AOB se midieron solamente al inicio y final del ensayo en paralelo con las mediciones de PV. Estas mediciones fueron determinadas utilizando un ecógrafo (Pie Medical S 200) con transductor lineal de 3,5 Mhz de 18 cm de largo, empleándose aceite comestible vegetal como medio acoplante. Dichas mediciones se realizaron sobre la zona de proyección del músculo *longissimus dorsi* entre la 12<sup>o</sup> y 13<sup>o</sup> costillas del lado izquierdo. A fin de minimizar la variación en el EGD dentro de animal, se promediaron dos mediciones realizadas a lo largo del eje mayor del *longissimus dorsi*: una axial y otra abaxial.

El consumo de MS de pastura se estimó por diferencia entre la disponibilidad de biomasa de forraje inicial y disponibilidad final luego del pastoreo de la franja correspondiente, en relación a la superficie utilizada (Burns *et al.*, 1994). En cuanto al consumo de MS de los suplementos, se estimó por la diferencia de la cantidad ofrecida y el remanente de cada día.

Con estas variables se determinaron la respuesta productiva y el consumo de Materia seca y nutrientes, también se calculó la eficiencia de conversión de la materia seca y de energía metabolizable.

#### **3.4.2.1 Respuesta productiva.**

Dentro del comportamiento productivo, se determinaron en los animales la ganancia diaria de peso vivo (GDPV) kg/día, la tasa mensual de engrasamiento (TE) mm/mes y tasa de incremento de AOB cm<sup>2</sup>/mes (TIA).

Para la determinación de la evolución del peso vivo de los animales se calculó la GDPV, mediante la diferencia del peso inicial y peso final en relación a los días transcurridos entre el inicio y final del periodo experimental.

La TE y TIA, al igual que la GDPV, se determinaron como la diferencia entre la medición inicial y final de los resultados obtenidos a través de las ecografías, en relación al tiempo, transcurrido entre dichas mediciones, expresado en meses.

### 3.4.2.2 Consumo de materia seca y de nutrientes

Se determinó el consumo de materia seca de forma grupal en cada repetición y a partir de este resultado se estimó el consumo individual por animal, tanto de pastura como de los suplementos, según los tratamientos correspondientes.

Con los datos obtenidos de consumo de MS y del análisis de laboratorio sobre la calidad de los alimentos, se estimó la cantidad de MO, PB, FDN, CSA y Alm (kg/día), y EM, (McalEM/día) consumidos por los animales diariamente.

### 3.4.2.3 Cálculo de índices productivos

De acuerdo a los datos de producción de MS de las pasturas, se determinó la superficie asignada a cada grupo de animales correspondientes a los distintos tratamientos, a partir de estos se calculó la superficie utilizada durante todo el periodo experimental para cada uno de estos. En el caso de los grupos suplementados, se corrigió la superficie total por la superficie afectada al cultivo de maíz o sorgos, para la confección del ensilaje. Una vez obtenida la superficie total utilizada, se determinó la producción de carne, como los kg de carne producidos por hectárea (kg/ha) luego se calculó la carga animal de cada tratamiento, expresada como cabezas por hectárea (cab/ha), y por último relacionando el peso promedio con la GDPV y superficie, se calculó como equivalente vaca por hectárea (EV/ha).

## 3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Los parámetros de calidad alimentos y la disponibilidad inicial de la pastura base utilizados en el ensayo fueron sometidos a un análisis estadístico para corroborar si existieron diferencias en los alimentos ofrecidos a los animales entre los tratamientos.

Las variables de calidad y disponibilidad inicial de materia seca, de la pastura base, se analizaron según un diseño en bloques completos aleatorizados, tomando como tratamiento a cada una de las parcelas que les fuese asignada a los tratamientos del ensayo (P, SSM, SSB, SST), teniendo así dos repeticiones por bloque y el criterio de bloque fue el periodo, en que se realizó la toma de muestras. Modelo lineal usado:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_{jk} + T_i + e_{ik} \quad i= 1, 2, 3, 4 \quad j=1, 2, 3, 4 \quad k=1,2$$

Siendo:

$y_{ijk}$ : Observación correspondiente al  $i$ -ésimo tratamiento, del  $j$ -ésimo periodo de muestreo en la  $k$ -ésima repetición.

$\mu$ : Media general de la variable en el ensayo.

$\beta_{jk}$ : Efecto del j-ésimo periodo de muestreo en la k-ésima repetición.

$T_i$ : Efecto del i-ésimo tratamiento.

$e_{ijk}$ : Error aleatorio correspondiente al i-ésimo tratamiento, del j-ésimo periodo de muestreo en la k-ésima repetición.

Para las variables de consumo, respuesta productiva y eficiencia de conversión de los animales, se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y dos repeticiones por tratamientos. El modelo lineal utilizado se presenta a continuación:

$$y_{ik} = \mu + T_i + e_{ij} \quad i=1, 2, 3, 4 \quad j=1, 2$$

Siendo:

$y_{ik}$ : Observación correspondiente al i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo grupo.

$\mu$ : Media general del ensayo.

$T_i$ : Efecto del i-ésimo tratamiento.

$e_{ik}$ : Error aleatorio correspondiente al i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo grupo.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza (ANOVA), se consideraron diferencias significativas entre los tratamientos, a un nivel de significancia del 5% y tendencia a un 10%. De existir diferencias o tendencias entre tratamientos para la calidad de los alimentos, disponibilidad de pastura, consumo y eficiencia de conversión, se realizó la comparación de las medias a través del método de Tukey con una significancia estadística del 5 y 10%. Mientras que la respuesta productiva y los índices productivos se compararon mediante contrastes ortogonales, para evaluar el efecto global de la suplementación con respecto a no suplementar, el efecto de suplementos sin taninos con respecto al suplemento con taninos y suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos respecto a suplementados con ensilaje de maíz.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Calidad de los alimentos

#### 4.1.1. Pastura base

Los resultados del análisis químico para evaluar la calidad de la pastura base utilizada se presentan la Tabla 1. Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico. Para realizar la comparación de la calidad de las pasturas, se agruparon las muestras de acuerdo a los tratamientos (P, SSM, SSB y SST) que pastorearon en la parcela correspondiente, durante cada periodo de muestreo.

Tabla 1. Parámetros de calidad de la pastura, agrupada según tratamientos, pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST), durante el período experimental.

	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p=</b>	<b>EE</b>
<b>MS %</b>	30,49	31,52	32,00	30,43	0,558	0,84
<b>MO %</b>	88,01	87,71	87,76	85,81	0,340	0,94
<b>DIVMS %</b>	72,75	71,70	70,56	73,13	0,265	0,97
<b>PB %</b>	17,14	16,63	16,26	17,76	0,332	0,65
<b>FDN %</b>	49,44	48,88	49,55	47,04	0,214	0,89
<b>CSA %</b>	10,13	9,68	9,76	11,10	0,121	0,45

MS: materia seca; MO: materia orgánica; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; CSA: carbohidratos solubles en agua

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre ninguno de los parámetros evaluados a través de los análisis de laboratorio. Por lo cual se puede considerar que la calidad de la pastura no afectó de forma diferencial a ningún tratamiento en particular.

#### 4.1.2 Suplementos

Se presentan en la Tabla 2 los resultados de los análisis de calidad de los suplementos, los mismos fueron: ensilaje de maíz (SM), ensilaje de sorgo sin taninos (SB) y ensilaje de sorgo con taninos (ST). Al igual que para el caso de las parcelas de pasturas, se realizó el análisis estadístico, para evaluar diferencias en cuanto a los parámetros de calidad. La comparación de medias se realizó por el test de Tukey con una significancia del 5 y 10%.

Tabla 2. Parámetros de calidad de los suplementos, ensilaje de maíz (SM), ensilaje de sorgo sin taninos (SB) y ensilaje de sorgo con taninos (ST).

	SM	SB	ST	p =	E.E.
<b>MS (%)</b>	42,48 a	32,42 b	32,96 b	3 e-07	0,698
<b>MO (%)</b>	94,54 a	91,78 b	92,32 b	3 e-06	0,221
<b>DIVMS (%)</b>	66,52 a	64,57 a	60,14 b	0,002	0,935
<b>PB (%)</b>	6,96 b	9,34 a	7,86 b	1 e-04	0,263
<b>FDN (%)</b>	39,52	41,54	45,08	0,162	1,931
<b>Alm (%)</b>	32,8 a	26,26 b	24,68 b	0,004	1,469
<b>CSA (%)</b>	13,34a	12,64a	10,64b	0,092	0,82
<b>N-NH<sub>3</sub>/ NT (%)</b>	9,67	12,63	9,94	0,287	1,466
<b>pH</b>	3,83 c	4,21 b	4,67 a	2 e-07	0,0368
<b>TC *(%)</b>	-	0,00	0,07	0,003	0,039

Promedios en la misma fila seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas para el test de Tukey ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,1$ )

MS: materia seca; MO: materia orgánica; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; Alm: almidón; CSA: carbohidratos solubles en agua; N-NH<sub>3</sub> /NT: nitrógeno amoniacal en relación al nitrógeno total; TC: taninos condensados.

\*: Expresados como equivalentes catequina, por el método de la vainillina.

Los parámetros de calidad: MS, MO, DIVMS, PB, Alm, pH y TC presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los suplementos. Los contenidos de MS, MO y Alm fueron mayores en SM con respecto a SB y ST, sin diferencias entre estos últimos. La DIVMS fue mayor para SM y SB, sin diferencias entre ellos, con respecto a ST. En tanto SB tuvo el mayor contenido de PB, con respecto a SM y SSB, sin diferenciarse estos últimos. Los valores de pH fueron diferentes estadísticamente ( $p < 0,05$ ), mayores en las muestras de ST, respecto a SB y SM, mientras que SB tuvo mayor valor que SM. ST mostró un mayor porcentaje de taninos condensados respecto a SB. Para el caso de los CSA, se puede decir que hubo una tendencia a diferenciarse entre los suplementos ( $p < 0,1$ ) siendo SM y SSB, los de mayor valor, con respecto a SST, sin diferenciarse entre ellos. Las variables FDN y N-NH<sub>3</sub>/ NT, no se diferenciaron estadísticamente entre los suplementos.

#### 4.1.3 Dietas totales ofrecidas

Las dietas ofrecidas en los diferentes tratamientos del ensayo, consistieron en pastura y pasturas más suplementos, como fue descrito anteriormente. En la Tabla 3 se presentan las características de la dieta total ofrecida, correspondiente a cada uno de los tratamientos, estos valores surgen a partir de los resultados de laboratorio y la oferta diaria de alimentos.

Tabla 3. Calidad de las dietas ofrecidas según los tratamientos, pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST)

	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>
<b>MO (%)</b>	88,01	91,17	89,77	89,06
<b>EM(Mcal/kgMS)</b>	2,62	2,49	2,43	2,40
<b>PB(%)</b>	17,14	11,79	12,8	12,81
<b>FDN (%)</b>	49,44	44,2	45,54	46,42
<b>Alm (%)</b>	-	16,4	13,13	12,34
<b>CSA (%)</b>	10,13	11,51	11,2	10,87
<b>TC (%)</b>	-	-	0,00	0,035

MS: materia seca; MO: materia orgánica; EM: Energía metabolizable; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; Alm: almidón; CSA: carbohidratos solubles en agua; TC: taninos condensados.

#### 4.2. Disponibilidad de materia seca de la pastura

Debido a las escasas precipitaciones registradas durante el periodo estivo-otoñal del año de curso del ensayo, el crecimiento de las pasturas se vio afectado y por lo tanto su producción. Los valores obtenidos de los distintos muestreos se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Disponibilidad inicial de MS (kg/ha) de pastura, en los distintos periodos y promedio durante todo el ensayo, según tratamientos, pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).

<b>Periodo</b>	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p =</b>	<b>E.E.</b>
<b>23-06/13-07</b>	2900,80	1916,07	2612,92	1746,94	0,521	585,94
<b>14-07/03-08</b>	2173,59	1314,47	1511,88	1993,05	0,457	389,42
<b>04-08/24-08</b>	1022,51	1538,68	1104,23	1415,28	0,539	269,05
<b>25-08/15-09</b>	1343,66	1320,87	1446,07	1194,80	0,599	126,46
<b>Promedio ensayo</b>	1860,14	1522,52	1668,78	1587,52	0,486	147,83

Al igual que el caso de la calidad de las pasturas, las disponibilidades de MS de las parcelas se agruparon por tratamiento y por periodo, para realizar un análisis estadístico y así evaluar eventuales diferencias entre las parcelas que pudiesen haber afectado en forma distinta a algún tratamiento. En este caso se evaluaron las disponibilidades de MS para los tratamientos durante el periodo del ensayo completo y también en cada periodo individualmente.

No se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ), con respecto a la disponibilidad de MS de las parcelas a las que fueron asignadas los tratamientos, tanto para un mismo periodo, como para la duración total del ensayo. Entonces se podría asumir que esta variable no afectó ningún tratamiento de forma diferenciada.

### 4.3. Consumo

#### 4.3.1. Consumo de materia seca

El consumo total de materia seca por parte de los animales estuvo de acuerdo a lo planificado. En la Tabla 5 se presentan los valores obtenidos.

Tabla 5. Consumo promedio de MS total, MS de pastura y MS de ensilajes para los tratamientos correspondientes, expresados en kg de materia seca por animal por día (kgMS/an d) y como porcentaje del peso vivo (% PV) por día (kgMS/100 kgPV).

<b>Consumo de MS</b>	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p=</b>	<b>E.E.</b>
<b>Total (kg)</b>	5,07	5,19	5,23	5,03	0,733	0,142
<b>pastura (kg)</b>	5,07	2,63	2,74	2,51	0,578	0,144
<b>ensilaje (kg)</b>	0,00	2,56	2,49	2,52	0,615	0,047
<b>Total (% PV)</b>	2,94	2,88	3,02	2,86	0,393	0,063
<b>Pastura (% PV)</b>	2,94	1,45	1,57	1,43	0,831	0,057
<b>Ensilaje (% PV)</b>	0,00	1,43	1,45	1,43	0,575	0,011

Promedios en la misma fila seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas para el test de Tukey ( $p<0,05$ )

No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos para el consumo total, expresadas tanto en kilogramos de materia seca por animal por día (kgMS/an d), como materia seca en porcentaje del peso vivo (kgMS/100 kgPV).

Debido a que la asignación de pastura para todos los tratamientos, estuvo limitada a la cantidad de materia seca correspondiente al 3% del peso vivo en P y al 1,5% del peso vivo en SSM, SSB y SST, se realizó la comparación del consumo de pastura entre los tres últimos. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) para el consumo total de MS de pastura en cantidad (kgMS/an d) y como porcentaje del peso vivo (kgMS/100 kgPV). El consumo de materia seca de suplemento durante el ensayo, resultó menor al planteado, debido a que la suplementación se realizó de acuerdo al porcentaje del peso vivo de los animales (1,5 %) determinado al inicio de cada periodo, sin hacer una corrección por ganancia de peso durante el tiempo transcurrido



entre dos pesadas (21 días). Al analizar la significancia estadística, no se encontraron diferencias ( $p>0,05$ ) para el consumo de suplemento entre los tratamientos SSM, SSB y SST expresados en (kgMS/an d), al igual que en (kgMS/100 kgPV).

#### 4.3.2. Consumo de nutrientes

Con los resultados de la evaluación de calidad de los alimentos y el consumo de MS, se calculó el consumo diario por animal (kg/día) de: MO, PB, FDN, Alm, CSA y el de EM (McalEM/día) en la Tabla 6 pueden observarse dichos valores.

Tabla 6. Consumo de materia orgánica (MO), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN), Almidón (Alm) y carbohidratos solubles en agua (CSA) alcanzado por los animales bajo los distintos tratamientos durante el ensayo.

	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p=</b>	<b>E.E.</b>
<b>MO (kg/día)</b>	4,44	4,73	4,66	4,50	0,519	0,142
<b>EM (Mcal/día)</b>	13,39	12,87	12,96	12,05	0,156	0,323
<b>PB (kg/día)</b>	0,89 a	0,62 b	0,71 b	0,62 b	0,002	0,021
<b>FDN (kg/día)</b>	2,42	2,34	2,36	2,36	0,936	0,096
<b>Alm (kg/día)</b>	-	0,825 a	0,656 b	0,622 b	0,004	0,014
<b>CSA (kg/día)</b>	0,54 b	0,61 a	0,58 ab	0,53 b	0,096	0,018

Promedios en la misma fila seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas para el test de Tukey ( $p<0,05$ ;  $p<0,1$ )

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p<0,05$ ) en cuanto al consumo de PB, siendo mayor el tratamiento P con respecto a SSM, SSB, SST, sin diferencias entre estos. La cantidad ingerida de Alm solamente cuantificada por el aporte de los suplementos, resultó estadísticamente diferente ( $p<0,05$ ) entre los tratamientos que consumieron suplementos, donde SSM registró el mayor consumo en relación a SSB y SST, sin diferencias entre estos. En el consumo de CSA se detectó una tendencia ( $p<0,1$ ), donde SSM fue mayor que P y SST, sin diferencia con respecto a SSB, a la vez que este no se diferenció de P y SST. El consumo de MO, EM y FDN, no resultaron diferentes estadísticamente ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos.

#### 4.4. Respuesta productiva de los animales

En la Tabla 7 se pueden observar los resultados de la respuesta productiva, medida en los animales durante el periodo experimental, correspondientes a cada tratamiento.

Tabla 7. Respuesta productiva de los animales según tratamientos, pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).

	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p =</b>	<b>E.E.</b>
<b>PI (kg)</b>	147,8	150,7	149,7	152,2	0,711	2,65
<b>PF (kg)</b>	197,0	208,5	193,2	198,8	0,164	3,83
<b>GDPV (kg/d)</b>	0,586	0,688	0,518	0,555	0,198	0,046
<b>EGDI (mm)</b>	1,96	2,15	2,26	2,43	0,385	0,196
<b>EGDF(mm)</b>	2,71	3,17	2,84	2,73	0,449	0,639
<b>TE (mm/mes)</b>	0,27	0,36	0,20	0,11	0,367	0,291
<b>AOBI (cm<sup>2</sup>)</b>	24,02	26,49	27,16	27,76	0,139	0,902
<b>AOBF (cm<sup>2</sup>)</b>	30,84	34,1	32,08	32,93	0,366	1,169
<b>TIA (cm<sup>2</sup>/mes)</b>	2,62	2,92	1,89	1,98	0,549	0,553

PI: peso inicial; PF: peso final; GDPV: ganancia diaria de peso vivo; EGDI: espesor de grasa dorsal Inicial; EGDF: espesor de grasa dorsal final; TE: tasa de engrasamiento; AOBI: área de ojo de bife Inicial; AOBF: área de ojo de bife final; TIA: Tasa de incremento del área de ojo de bife.

No hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre los distintos tratamientos, en ninguna de las variables medidas, para evaluar la respuesta productiva. La ganancia de peso vivo fue en promedio 0,587 kg/día, la tasa de engrasamiento promedio fue de 0,23 mm/mes y el incremento del área de ojo de bife promedió 2,35 cm<sup>2</sup>/mes, sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ).

#### 4.5. Eficiencia de conversión

Se determinó la eficiencia de conversión para los tratamientos evaluados en el ensayo, expresada como los kg de alimentos necesarios para lograr 1 kg de ganancia de peso vivo, y como las Mcal de EM necesarias para lograr 1 kg de ganancia de peso vivo, a partir de los resultados obtenidos de las ganancias de peso vivo, consumo de materia seca y consumo de energía metabolizable diarios. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Eficiencia de conversión de la materia seca y la energía metabolizable en 1 kg de ganancia de peso vivo, para los tratamientos del ensayo.

	<b>P</b>	<b>SSM</b>	<b>SSB</b>	<b>SST</b>	<b>p=</b>	<b>E.E</b>
<b>Ef. Con MS (kgMS/kg)</b>	8,67	7,54	10,1	9,28	0,207	0,694
<b>Ef. Con EM (McalEM/kg)</b>	22,89	18,69	25,05	22,21	0,192	1,648

Ef. Con MS: Eficiencia de conversión de la materia seca; Ef. Con EM: Eficiencia de conversión de la energía metabolizable

No se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos para esta variable.

#### 4.6. Índices productivos

En la Tabla 9 se presentan indicadores físicos de productividad referidos al tiempo de duración del ensayo, para los diferentes tratamientos. Se realizó el análisis de la varianza para los datos obtenidos y posteriormente, donde se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos, se realizó la comparación de estos por medio de contrastes ortogonales.

Tabla 9. Indicadores físicos de productividad, referidos al tiempo de duración del ensayo, para los diferentes tratamientos, pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).

Indicador	P	SM	SSB	SST	p=	E.E
Superficie (ha)	2,40	1,44	1,40	1,36	0,005	0,102
Kg carne/ha	102,1	202,3	155,5	169,8	0,024	13,16
Cabezas/ha	2,08	3,51	3,58	3,67	0,023	0,255
EV/ha	1,43	2,55	2,38	2,5	0,011	0,133

EV/ha: Equivalente vaca por hectárea.

Se plantearon los siguientes contrastes: Pastura vs suplementados (P vs. SSM, SSB, SST), suplementados con ensilaje con taninos vs suplementados con ensilajes sin taninos (SST vs. SM, SSB) y suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos vs suplementados con ensilaje de maíz (SSB vs SSM), cuyos valores p, para evaluar la significancia estadística, se indican a continuación en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores “p”, de los contrastes ortogonales, para la comparación entre los indicadores de productividad para los diferentes tratamientos Pastura (P), suplementados con ensilaje de maíz (SSM), suplementados con ensilaje de sorgo sin taninos (SSB), suplementados con ensilaje de sorgo con taninos (SST).

Contraste	Sup	kg car/ha	Cab/ha	EV/ha
P vs SSM, SSB, SST	0,001	0,008	0,005	0,002
SST vs SSB, SSM	0,682	0,602	0,702	0,863
SSB vs SSM	0,795	0,166	0,831	0,418

Sup: superficie; kg car/ha: kg de carne por hectárea; cab/ha: número de cabezas por hectárea; EV/ha: Equivalente vaca por hectárea.

La superficie total utilizada en el tratamiento P, fue mayor ( $p<0,05$ ), con respecto a la superficie (corregida por cultivo), utilizada por los tratamientos suplementados. La reducción de la superficie en promedio fue de 42 % para los tratamientos

suplementados con respecto a la superficie de P. No se encontraron diferencias entre los contrastes SST vs SSB, SSM y SSB vs SSM para la superficie utilizada.

El suministro de ensilaje incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ) la producción de carne por hectárea en promedio un 72,1%, entre los tratamientos suplementados con respecto a P. No hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) cuando se compararon los suplementos con taninos y sin taninos, al igual que la comparación entre SSM y SSB ( $p > 0,05$ ).

Al expresar la carga animal como cab/ha, los tratamientos suplementados tuvieron una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) obteniéndose mayor carga, con respecto al no suplementado, siendo esta en promedio un 72,4 % más alta. Los contrastes SST vs SSB, SSM y SSB vs SM no fueron diferentes estadísticamente ( $p > 0,05$ ).

Cuando la carga animal se calculó como los EV/ha, el tratamiento sin suplementar resultó en un valor inferior ( $p < 0,05$ ), con respecto a los tratamientos suplementados, siendo un 73,5 % mayor los EV/ha para estos con respecto a P.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Características de los alimentos

La pastura base utilizada en el ensayo, presentó una elevada proporción de materia seca a través del ensayo, siendo en promedio  $31,11 \pm 2,62$  %, similar a lo reportado en trabajos realizados durante la misma época por otros autores (Abdelhadi, 2000; Raya *et al.*, 2004; Chicatum, 2007). Este valor es superior a 18 %, considerado como mínimo a partir del cual, menores valores afectarían el consumo (Verité; Journet, 1970), por lo tanto esta característica no influyó sobre el consumo de forraje de los animales del presente trabajo.

Con respecto a los parámetros analizados en laboratorio (Tabla 1), la DIVMS fue alta, a lo largo del ensayo, presentó un valor promedio para todos los tratamientos de  $72,07 \pm 2,62$  %. Similares valores de DIVMS en pasturas fueron presentados por Abdelhadi (2000). El porcentaje de PB fue en promedio  $16,9 \pm 2,6$  %, valor similar al reportado por Raya *et al.* (2004), inferior al reportado por Chicatum (2007), pero superior al observado por Abdelhadi (2000). La FDN fue en promedio  $48,73 \pm 4,83$  %, similar a lo informado por Abdelhadi (2000) y Raya *et al.* (2004), y mayor a lo reportado por Chicatum (2007) de 43,2 %. En tanto el porcentaje de CSA tuvo un valor promedio de  $10,17 \pm 3,17$ , similar a lo informado por Raya *et al.* (2004) pero inferior al presentado por Abdelhadi (2000) ya que en este último caso el periodo experimental se extendió hasta la primavera. Los autores citados, trabajaron en la misma zona durante un periodo y sobre pasturas similares a la del presente trabajo. Cabe resaltar también, que los parámetros analizados se encuentran dentro del rango de valores publicados por Agnusdei *et al.* (2001) y Guaita y Fernández (2005) para una pastura de similares características y en la misma época.

Los ensilajes utilizados como suplementos, presentaron valores diferentes en algunos parámetros de calidad (Tabla 2). El ensilaje de planta entera de maíz, presentó valores de MS elevados,  $42,48 \pm 2,22$  %, superiores a aquellos informados por Abdelhadi (2000) 31,8 % y Chicatum (2007) 27,4 %, y mayores a los promedios obtenidos por Schroeder *et al.* (2000) y Guaita y Fernández (2005). Esto probablemente se debió al estado de madurez avanzado (Andrieu *et al.*, 1993) que mostró el cultivo al momento de la cosecha. La DIVMS fue  $66,52 \pm 1,13$  fue superior al valor medio reportado por Schroeder *et al.* (2000) para ensilajes de maíz de la zona y por Guaita y Fernández (2005). La alta digestibilidad observada se debió al elevado contenido de almidón (Schroeder *et al.*, 2000) que presentó el ensilaje. La proporción

de FDN medida fue de  $39,52 \pm 3,07$  %, valor por debajo de los promedios presentados por Schroeder *et al.* (2000) y Guaita y Fernández (2005), esta baja proporción obtenida se debe al alto contenido de grano (Owens, 2008) presente en el ensilaje. La cantidad de almidón fue elevada, siendo  $32,8 \pm 2,57$  %, estos valores son superiores a los publicados por Schroeder *et al.* (2000) y Guaita y Fernández (2005), y estarían relacionados al estado de madurez avanzado del cultivo (Andrieu *et al.*, 1993; Owens, 2008) al momento de la confección del ensilaje. A partir del contenido de almidón puede estimarse la proporción de grano en el ensilaje, según la relación obtenida por Andrieu *et al.* (1993), en este caso para el SM del ensayo fue de 48,3 %. Los demás parámetros, PB, CSA, N-NH<sub>3</sub> y pH, fueron similares a los informados por Schroeder *et al.* (2000) y Guaita y Fernández (2005).

En tanto, para las características de los ensilajes de sorgo (Tabla 2), se puede observar que la materia seca en los sorgos sin y con taninos fue  $32,42 \pm 1,28$  y  $32,96 \pm 0,87$  % respectivamente, resultados similares a los promedios publicadas por Guaita y Fernández (2005).

La MO de ambos ensilajes de sorgo fue menor, ( $p < 0,05$ ) con respecto a la del ensilaje de maíz.

La DIVMS difirió ( $p < 0,05$ ) entre los ensilajes, esta fue mayor para SB  $64,57 \pm 2,67$  %, con respecto a ST  $60,14 \pm 2$  %, aunque no se diferenció de SM. La menor DIVMS obtenida en ST puede deberse a la presencia de taninos condensados en el genotipo utilizado (Cummins, 1971; Montiel, 2003). Los valores de DIVMS fueron mayores a los promedios indicados por Guaita y Fernández (2005). La PB, fue mayor en SB  $9,34 \pm 0,36$  %, con respecto SM y ST  $7,86 \pm 0,62$  %, este último valor fue similar al promedio publicado por Guaita y Fernández (2005), mientras que el valor de SB supera este promedio. El porcentaje de almidón de los ensilajes de sorgo no fue diferente entre ellos pero fue menor ( $p < 0,05$ ) que el medido en SM. Los valores de almidón fueron de  $26,26 \pm 4,77$  % y  $24,68 \pm 2,57$  %, en SB y ST, respectivamente, y son mayores a la media informada por Guaita y Fernández (2005).

La determinación de taninos condensados (TC), se realizó según la técnica de la vainillina de Price *et al.* (1978), la cual es una modificación a la técnica descrita por Burns (1961, citado por Price *et al.*, 1978) elaborada para determinaciones de taninos condensados en grano. En SB no se detectó (0,00 %) la presencia de taninos, en tanto el valor obtenido en ST ( $0,07 \pm 0,02$ %) fue más bajo que el observado por Cummins, (1971) y similar al reportado por De Oliveira *et al.* (2009) para ensilaje de sorgo con alto contenido de taninos. Cummins (1971) y Osman (2004) reportaron reducciones

entre 4-10% y 15-35% de la cantidad de taninos en el ensilaje de planta entera de sorgo y del grano respectivamente, luego del proceso fermentativo. Esto podría ser una de las razones principales por la cual se observó una cantidad baja en ST, utilizado en este trabajo. Al mismo tiempo, el contenido de taninos condensados puede verse afectado por la dilución generada en la masa total ensilada, ya que por lo general los taninos condensados no se encuentran en otras partes de la planta diferentes al grano (Salunkhe *et al.*, 1990) o su cantidad es irrelevante (De Oliveira *et al.*, 2009), por lo que la cantidad total de taninos aportada por el grano, es baja en relación al total del material ensilado. Otros factores que pueden haber tenido efectos sobre la concentración de taninos condensados son: el tiempo, humedad de almacenaje y la temperatura alcanzada (Salunkhe *et al.*, 1990; Makkar, 2000), durante la estabilización del ensilaje y a las aperturas periódicas del ensilaje durante las sucesivas confecciones de raciones de suplemento, en este trabajo particularmente. Estos factores pueden modificar las lecturas, ya que con mayor tiempo de almacenamiento, mayor contenido de humedad y temperaturas elevadas, los taninos pueden reaccionar oxidándose, aumentando el grado de polimerización o acomplejándose con proteínas lo que los hace menos reactivos, subestimando de esta manera la cantidad real de taninos condensados.

Las cantidades de CSA evidenciaron una tendencia a favor de SM y SB, con respecto a ST y el N-NH<sub>3</sub>, no se diferenció entre los ensilajes y fueron similares a valores reportados por Guaita y Fernández (2005).

## 5.2. Disponibilidad de la pastura

La pastura presentó en general una baja disponibilidad de materia seca (kgMS/ha) durante el ensayo (Tabla 4). En promedio la cantidad de MS inicial fue 1659,47 ± 208,19 kg/ha, durante el transcurso del ensayo, valor por debajo al medido por Raya *et al.* (2004) de 2961 kg/ha y Abdelhadi (2000) de 3416 kg/ha, en sus respectivos trabajos. Esta baja disponibilidad del presente trabajo, se debió principalmente a las escasas precipitaciones registradas durante el 2011, donde el total anual fue 738 mm según datos de la estación meteorológica del INTA Balcarce (INTA, 2013), de tal manera puede ser clasificado como “año muy seco” (Bolognesi, 1971), de acuerdo a los registros mensuales comprendidos en el periodo 1971-2012 (INTA, 2013). Analizando las precipitaciones registradas en estación meteorológica automática (Pessi Instruments Imentos Ag) ubicada en la reserva 7, durante los primeros cinco meses y comparando estos registros con los datos de la serie histórica del INTA

Balcarce durante el mes de enero, fueron un 32% mayor al promedio para ese mes, en tanto los meses de febrero, marzo, abril y mayo, fueron todas inferiores al promedio mensual estimado, siendo 66, 35, 39, 66 % la reducción respectivamente (Apéndice, Tabla I). Se tomó este periodo ya que el agua precipitada durante esta época, podrían afectar el crecimiento otoñal de las pasturas donde se observa un pico de crecimiento (Mazzanti, 1992). Algunos trabajos realizados en el norte de Estados Unidos, reportan rendimientos de MS de pasturas puras bajo condiciones de sequía, de 33 al 13%, en leguminosas (Peterson *et al.*, 1992) y de 37 a 24 % en gramíneas (Sheaffer *et al.*, 1992), del rendimiento que las mismas lograrían en condiciones sin sequía. En el presente trabajo, a pesar de que las lluvias recibidas en junio que fueron 61 % superiores al promedio estimado para este mes, la tasa de crecimiento es lenta, debido a las bajas temperaturas propias de la época, las cuales son cercanas a 5-7 °C (Apéndice, tabla II), registros donde el crecimiento es relativamente lento, e inferiores al rango cercano a 20 °C, citado como óptimo para especies templadas (Nelson; Moser, 1994).

### 5.3. Consumo

El consumo total de materia seca alcanzado por los animales, fue igual al planteado inicialmente para la experimentación. Los animales que recibieron suplementos, no mostraron rechazo a los mismos en ningún caso. Los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente entre ellos, en cuanto al consumo total de MS (Tabla 5), y el promedio fue de  $5,13 \pm 0,09$  kgMS/día o  $2,95 \pm 0,07$  kgMS/100 kgPV. Este consumo está en relación a que la cantidad de pastura ofrecida por animal/día no fue limitante en "P" y en los demás tratamientos se logró la sustitución esperada de pastura por suplemento, sin depresiones en el consumo de forraje. Los datos concuerdan con los informados por Vogel *et al.* (1989) sobre verdeos de trigo y Abdelhadi *et al.* (2001) que no observaron aumento en el consumo de MS al suplementar animales con ensilaje, y por otro lado con French *et al.* (2001), quienes concluyeron que a bajas asignaciones, la suplementación no afectaría el consumo de forraje, y con una asignación de 30 gr/kgPV, se lograría el consumo máximo en pasturas de otoño. A pesar de la baja disponibilidad de pastura, los animales de P tuvieron un consumo de MS elevado, esto puede ser debido a que aumentaron el tiempo dedicado al pastoreo (Hodgson, 1982) y que la asignación no fue limitante.

El consumo de suplementos (Tabla 5) no se diferenció estadísticamente entre los tratamientos suplementados ( $p > 0,05$ ) al expresarlo como kg/an.día ó kgMS/100 kgPV.



Los animales no mostraron rechazo al suplemento, siendo consumido en su totalidad dentro de las 2 hs luego de ofrecido, estando siempre presentes todos los animales del grupo en el comedero al momento de la entrega del mismo. Los animales suplementados con ST, no rechazaron dicho suplemento, por lo que se puede decir que los taninos condensados no afectaron el consumo, ya sea por astringencia o por un mayor tiempo de retención del alimento en rumen, como sería probable según lo citado por Makkar (2003). No se observó ningún efecto del tipo de suplemento en relación al consumo de pastura, el cual no difirió estadísticamente ( $p > 0,05$ ) entre estos tratamientos. Las tasas de sustitución de forraje por suplemento, fueron:  $0,95 \pm 0,13$ ;  $0,94 \pm 0,04$ ;  $1,02 \pm 0,03$ , kg de MS de forraje por cada kg de MS de suplemento, para SSM, SSB y SST respectivamente, estos valores son similares a lo publicado por Philips (1988), quien cita que la tasa de sustitución con ensilajes de maíz es cercana a 1 kgMS forraje/kgMS suplemento y un rango de 0,47 a 1,4 kgMS forraje/kgMS suplemento, en condiciones de asignación de pasturas no limitantes.

A partir del consumo y los resultados del análisis químico en los alimentos, se estimó el consumo diario de nutrientes (Tabla 6). Se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) para el consumo de PB, el cual fue mayor en "P" con respecto a los demás, esto se debe a que la dieta de este tratamiento estuvo constituida solo por la pastura, que fue el alimento que mayor cantidad de PB presentó, y el consumo de MS no se diferenció entre los tratamientos lo cual explicaría la diferencia, en tanto en los tratamientos suplementados, al poseer los ensilajes menor tenor proteico y el consumo no varió, el total consumido de este nutriente es menor sin diferenciarse entre estos. Los tratamientos suplementados presentaron diferencias estadística significativas ( $p < 0,05$ ) en el consumo de Alm, siendo mayor en SSM con respecto a SSB y SST, ya que la cantidad consumida diariamente no se diferenció estadísticamente, y SM presentó mayor cantidad de este componente dietario. Los CSA, mostraron una tendencia ( $p < 0,1$ ), siendo los consumos de estos nutrientes mayores en SSM y SSB con respecto a P y SST, esto es debido a que los suplementos SM y SSB tuvieron mayor valor. Las cantidades consumidas de los demás nutrientes no se diferenciaron entre los tratamientos.

#### **5.4. Respuesta productiva**

En lo que respecta a las variables de respuesta productiva, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dietas (tratamientos) para ninguna de las variables ( $p > 0,05$ ). El no existir diferencias en consumo de MS, MO,

EM, FDN y ya que la PB no fue limitante en ningún caso, podría explicar en parte que no se encontraran diferencias en las variables de respuesta productiva a las diferentes dietas.

La GDPV no se diferenció estadísticamente ( $p > 0,05$ ) y el promedio entre los tratamientos fue de  $0,587 \pm 0,073$  kg/día. Estos resultados son similares a aquellos reportados por Raya *et al.* (2004), Chicatum (2007) y Wales *et al.* (1998) quienes no encontraron diferencias entre animales suplementados con ensilaje de maíz y sin suplemento, utilizando cargas similares. Otros autores Abdelhadi (2000) utilizando ensilaje de maíz y Abdelhadi y Santini (2006) utilizando ensilaje de maíz y sorgo granífero, no observaron diferencias en la GDPV entre los tratamientos, pero esta fue mayor a la obtenida en el presente trabajo, posiblemente se debe a que el periodo experimental en estos trabajos se extendió hasta mediados de primavera, donde el forraje es más balanceado en composición química (Elizalde; Santini, 1992a) y la disponibilidad de MS de la pastura no fue limitante. En tanto, los resultados difieren de los publicados por Kloster *et al.* (2004) quienes si encontraron diferencias a favor de animales suplementados con ensilajes y grano de maíz respecto a los no suplementados, en cuanto a la GDPV, esta mayor respuesta se debe a que en dicho trabajo la disponibilidad de pastura fue baja, la cual en promedio no superó los 900 kgMS/ha y la asignación de MS de pastura por animal no superó el 1,8 % del PV, así la suplementación tuvo un bajo coeficiente de sustitución. Por otro lado Vogel *et al.* (1989), arribaron a la conclusión, en un trabajo realizado con animales bajo pastoreo, que la suplementación con ensilaje de sorgo *ad libitum* no modificaba la ganancia de peso al comparar entre animales que recibieron y no recibieron suplemento, además observaron que en animales suplementados aumentaba la extensión de la degradabilidad de la MS y FDN. Así también de acuerdo a una revisión realizada por Abdelhadi *et al.* (2001), concluyen que la suplementación con ensilajes entre un rango de 12 a 67 % de la dieta no afectaría la GDPV, con un nivel de proteína adecuado, según la categoría animal que se trate. Estos autores postulan que podría deberse a que el ambiente ruminal generado por la sustitución del forrajes en pie por ensilajes, no varía de aquel que presentan los animales consumiendo solo forraje, en cuanto a pH, proporción de ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal, aunque en este último compuesto obtuvieron que el valor es menor con suplementación debido, a una menor ingesta de proteína dada por el ensilaje. Similares conclusiones fueron publicadas por Moore *et al.* (1999), quienes al analizar trabajos en los cuales se

comparaban animales en pastoreo, suplementados y no suplementados, encontraron que la suplementación no mejora la GDPV.

La TE y la TIA no fueron diferentes ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Los resultados de TE son similares a los obtenidos por Chicatum (2007), quien al mismo tiempo no encontró diferencias entre animales sin suplementos y suplementados con ensilaje de maíz. Del mismo modo Abdelhadi (2000), no encontró diferencias en la TE, aunque los valores son superiores a los obtenidos en el presente trabajo, debido a una mayor ganancia diaria de peso. Por otro lado, Abdelhadi y Santini (2006) si encontraron diferencias en la TE entre animales suplementados con ensilaje de sorgo y no suplementados, la que fue mayor en los últimos, postulando que se debió al mayor consumo de energía por parte de estos animales, ya que el ensilaje de sorgo presentó una digestibilidad inferior respecto a la pastura. La TIA mostró resultados similares a los trabajos de Raya *et al.* (2004) y Chicatum (2007) quienes al igual que el presente trabajo, no observaron diferencias entre animales suplementados y no suplementados para esta variable, esto que guarda relación con lo informado por Wales *et al.* (1998).

Posiblemente debido a que los animales eran del mismo frame, sexo, biotipo, edad, presentaban similar estado corporal y a que no existieron diferencias en la GDPV, es que no se encontraron diferencias entre los tratamientos para la GDF, TE, AOBF y TIA. La acumulación de tejidos (grasa y proteína) guarda relación con la GDPV, aumentando la deposición de grasa en forma exponencial y lineal la de proteína, a mayores GDPV (Di Marco, 2006), además por tratarse de animales jóvenes en desarrollo, en proporción al peso vacío, la retención de proteínas es mayor la de grasa (ARC, 1980; Di Marco, 2006). Probablemente si la GDPV hubiera resultado diferente se podría esperar una diferencia en cuanto a la TE, a favor de las mayores ganancias (ARC 1980, NRC, 2000).

Con respecto a los taninos condensados, como se indicó al principio, estos pueden tener efectos negativos o positivos, dependiendo de la concentración (Makkar, 2003). Según Hoste *et al.* (2006) cantidades hasta 3-6 % de taninos en la materia seca, tiene efectos positivos, sin afectar el consumo, mejorando la respuesta productiva y porcentajes mayores a 6-8 % podrían afectar la respuesta animal, en tanto Mc Mahon *et al.* (2000) citan que cantidades mayores de 4-5 % de taninos en el forraje pueden disminuir la digestibilidad de la proteína y la materia seca. Además de la cantidad, la estructura y composición química de los taninos también influye en su actividad, dado que algunas moléculas son más reactivas que otras (Hoste *et al.* 2006). En el presente trabajo se puede decir que no hubo efectos de los taninos condensados del

grano de sorgo a nivel de respuesta productiva, ya que no se observaron diferencias en los índices productivos individuales de los animales. La falta de efectos negativos puede deberse a que el consumo de taninos fue bajo, ya que ST presentó escasa cantidad, 0,07 % en promedio, y el ensilaje constituyó el 50% de la dieta, que resulta un consumo de una dieta con 0,035% de taninos condensados, lo que no alcanzó a generar algún tipo de interacción con los nutrientes del alimento, sin afectar así su utilización por parte de los animales.

La eficiencia de conversión calculada a partir de los datos de consumo, calidad de los alimentos y GDPV, no resultó diferente estadísticamente ( $p>0,05$ ). Esto concuerda con los resultados publicados por Abdelhadi (2000), quien en su trabajo no encontró diferencias, cuando utilizó ensilaje de maíz como suplemento en animales en pastoreo, con respecto a los que no recibieron suplemento. La falta de diferencias se debe a que los consumos y GDPV no fueron diferentes entre tratamientos.

En general, los resultados de GDPV logrados en el presente trabajo, pueden considerarse moderados a bajos si se tiene en cuenta la calidad de la pastura base (DIVMS 72% y PB 16,9%) y de los suplementos, y son similares a aquellos indicados por Elizalde y Santini (1992 a). La respuesta productiva en todos los tratamientos, pudo estar afectada principalmente por la baja cantidad de MS/ha que presentó la pastura durante el ensayo, inferior al límite 1800-2000 kgMS/ha postulado por Gómez *et al.* (1972), quienes establecieron que por debajo de esta cantidad se afectaría la respuesta animal. La baja disponibilidad incrementa el tiempo de pastoreo, el número de bocados y aumenta el desplazamiento de los animales (Hodgson, 1982), este aumento de actividad incrementa el costo de mantenimiento y puede ser de un 10 a 50 % de la EM (CSIRO, 2007). En este ensayo, el aumento fue alrededor de un 20 % en P y del 18 % en los demás tratamientos, según los cálculos propuestos por CSIRO (2007). Se puede decir que este factor afectó de manera similar a todos los tratamientos. La escasa diferencia en los aumentos del costo de mantenimiento puede deberse a que en los cálculos utilizados, el desplazamiento animal juega un papel importante y la longitud de las parcelas utilizadas fue la misma para todos los animales, variando el ancho para ajustar la superficie correspondiente a cada tratamiento.

Otros factores que pueden influir sobre la respuesta productiva, son los elementos meteorológicos (Bird *et al.*, 1984), de los cuales la temperatura, humedad, precipitación y el viento son los más importantes. En el presente ensayo, las temperaturas medias mensuales estuvieron 1,3 °C en promedio por debajo del

promedio histórico mensual (Apéndice Tabla II) y la cantidad de heladas (considerándose cuando la temperatura mínima  $\leq 0$  °C) fueron 45 en todo el periodo experimental (Apéndice tabla III). Ante bajas temperaturas del aire, con la finalidad de mantener su temperatura corporal constante, los animales homeotermos aumentan la producción de calor por parte de los tejidos y por lo tanto el costo de mantenimiento. Así mismo la humedad y el viento pueden aumentar este efecto, actuando sobre el aislamiento externo de los animales (ARC, 1980; Bird *et al.*, 1984; NRC, 2000; CSIRO, 2007).

A pesar de no existir diferencias estadísticas, que pueden deberse a una alta variabilidad de los datos y las dos repeticiones utilizadas hayan sido escasas, en términos numéricos, se puede observar que el tratamiento SSM mostró la mayor GDPV y TE, mientras que los demás tratamientos no fueron muy diferentes. El tratamiento SSM mostró mayor consumo de almidón y menor proporción de PB por lo que probablemente no hubieron grandes pérdidas de nitrógeno, por lo tanto una mayor eficiencia de síntesis de proteína bacteriana (Horn; Mc Collum, 1987) y una mayor cantidad de ácido propiónico disponible para la síntesis de glucosa (Huntington *et al.* 2006), lo que podría explicar esta mayor respuesta numérica en GDPV y TE. En el caso de la suplementación con SB y ST, a pesar de los niveles alcanzados en el consumo de almidón, éste probablemente no fue degradado en el rumen debido a la falta de procesado, ya que con algún tipo de procesamiento se mejora la utilización del almidón del grano de sorgo (Theurer, 1986). En ese sentido Fox *et al.* (1970) encontraron una mayor ganancia de peso en novillos alimentados con ensilaje de sorgo “rolado”, con respecto a ensilaje sin rolar. En el tratamiento P, la pastura presentó una alta digestibilidad y elevada cantidad de proteína, esta proteína en su mayor parte degradable en rumen (Elizalde *et al.*, 1999). Podría haber ocurrido una pérdida mayor de nitrógeno respecto a los demás tratamientos, debido a una relación PB/MO digestible alta (Horn; Mc Collum, 1987) por lo que la eficiencia de síntesis de proteína bacteriana se vio afectada, esto puede repercutir en la GDPV y TE. En este tratamiento el aporte de almidón fue nulo, entonces se podría decir que el aporte de los aminoácidos (tanto de proteína bacteriana como del alimento) que llegan al intestino delgado, fueron utilizados como fuente de precursores glucogénicos (Lobley, 1992; Huntington *et al.* 2006), para sostener la GDPV y la TE.

## 5.5. Índices productivos

Los índices productivos ayudan a evaluar el resultado físico del proceso productivo, en este ensayo se refieren al tiempo de duración del mismo, es decir 84 días, para realizar los cálculos también se tuvo en cuenta la superficie necesaria del cultivo para generar los diferentes ensilajes.

Todos los indicadores evaluados resultaron diferentes estadísticamente entre tratamientos cuando se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) ( $p < 0,05$ ). El tratamiento P fue el que menores índices presentó, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, en tanto el tratamiento suplementado con ST (con taninos) no se diferenció estadísticamente de SB y SM (sin taninos) para ningún índice, lo mismo cuando se comparó SB y SM.

La mayor utilización de superficie por el tratamiento P con respecto a los demás tratamientos, se debe al ajuste de esta que se realizó en SSM, SSB y SST, para alcanzar el nivel de consumo deseado del suplemento, lo cual se consideraría un ajuste de la carga animal, el suplemento reemplazó la pastura base, según las tasas de sustitución enunciadas anteriormente, lográndose la sustitución “forzada” de la pastura por el suplemento, que fuera planteada al comienzo de la experimentación. En promedio la superficie utilizada por los tratamientos que fueron suplementados, fue de  $58 \pm 1,58$  % respecto a la utilizada por P, no siendo el 50% ya que se consideró la superficie afectada del cultivo a ensilar y las diferencias en disponibilidad de la pastura.

Las diferencias entre los demás indicadores están dadas por el aumento de carga solamente, ya que la GDPV resultó igual entre tratamientos, coincidiendo con lo citado por Elizalde y Santini (1992 b), quienes mencionan que la suplementación en pasturas bien equilibradas, serviría solo para aumentar la carga. Al mismo tiempo concuerda con otros trabajos publicados, Vogel *et al.* (1989) concluyeron que la suplementación con ensilajes de sorgo sobre verdes de trigo permitió aumentar la carga sin afectar la ganancia de peso de los animales, Wales *et al.* (1998) establecieron que al aumentar la carga animal y usando suplementación con ensilaje de maíz, permite aumentar al doble la ganancia de peso por hectárea, y también concuerda con lo observado por Abdelhadi y Santini (2006), quienes concluyeron que la suplementación con ensilaje de sorgo o maíz sobre pasturas de calidad incrementó la carga animal y la producción de carne por hectárea, sin modificaciones en la GDPV de los animales. Con respecto a la carga expresada como cabezas por hectárea, al igual que el caso de la superficie, esta no fue el doble entre los tratamientos suplementados y con respecto a P ya que la

superficie utilizada para el cultivo influye en su cálculo. Con respecto a la producción de carne por hectárea, si bien entre los tratamientos suplementados no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), se pueden evidenciar diferencias numéricas en las cuales el tratamiento SSM por poseer una mayor GDPV (numérica) se observa que la producción de carne también es mayor a pesar de no ser diferentes estadísticamente.

Debido a que la suplementación con ensilajes de ST no afectó la GDPV de los animales, tampoco es que se observó ningún efecto negativo de la presencia de taninos en este ensilaje, sobre los índices productivos con respecto a los demás tratamientos.

Uno de los objetivos de las empresas ganaderas es producir la mayor cantidad de carne por hectárea, al menor costo posible, en el presente ensayo la suplementación con cualquier tipo de ensilaje sobre pasturas de calidad durante el otoño-invierno, permitió aumentar la carga con respecto a los no suplementados, lo que permitiría llegar con una mayor cantidad de animales para aprovechar el crecimiento primaveral de las pasturas (Gómez *et al.*, 1972; Rearte; Pieroni, 2001). Gómez *et al.* (1978) también hace mención a que no se debe descartar el uso estratégico del suplemento en momentos particulares de escasez de forraje o inadecuada calidad de las pasturas.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, en el cual se cumplió con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación en novillitos sobre la respuesta productiva durante la época otoño-invernal.

No se observó una mayor respuesta productiva de los animales que recibieron suplemento, debido a que la pastura base utilizada no presentó desbalances de nutrientes, la disponibilidad de la misma afectó por igual a todos los tratamientos y que la asignación de forraje estuvo limitada en los tratamientos suplementados, se rechaza la primer hipótesis planteada. Si bien en la respuesta productiva medida en los animales no se vieron diferencias, al calcular los índices productivos, la suplementación permitió aumentar la producción de carne y la carga animal, lo que sería deseable para lograr un mejor aprovechamiento del crecimiento primaveral de las pasturas.

Los distintos suplementos utilizados no presentaron una respuesta productiva diferencial, por lo tanto la segunda hipótesis también es rechazada, por lo que se puede decir que bajo las condiciones del presente ensayo los taninos condensados presentes en el ensilaje de planta entera de sorgo, no afectarían la respuesta de los animales, por la baja cantidad presente en la masa ensilada y por la proporción que representó el ensilaje en la dieta total, haciendo que las cantidades ingeridas no fueron las suficientes para influir sobre la utilización de los alimentos. Los índices productivos no se vieron afectados por la presencia de los taninos, ya que no se diferenciaron entre los tratamientos suplementados.

La última hipótesis no se rechaza ya que las respuestas obtenidas con ensilaje de planta entera de maíz y sorgo sin taninos no se diferenciaron entre si.

La suplementación con ensilajes de planta entera de maíz o sorgos con y sin taninos, según los resultados obtenidos, representan una opción valiosa para aumentar la carga animal sin afectar la respuesta productiva de los animales.

La presencia de taninos en el sorgo no tendría implicancias productivas cuando se lo usa como ensilaje de planta entera y en suplementación sobre pasturas de calidad.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ABDELHADI, L.O. 2000. Suplementación de vaquillonas con silaje de planta entera o grano húmedo de maíz sobre pasturas de alta calidad. Tesis M. Sci. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce, Argentina. 57p.
- ABDELHADI, L.O., 2007. El uso de silajes como suplemento en pastoreo. En: Gagliostro G. (ed) Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Ediciones INTA. Balcarce. pp 130:139.
- ABDELHADI L. O.; SANTINI F. J. 2006. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 127: 33-43.
- ABDELHADI, L.O.; SANTINI, F.J.; GAGLIOSTRO, G. A. 2001. Suplementación con silajes de planta entera a bovinos en pastoreo: Efectos sobre la producción y el ambiente ruminal. *Revista Argentina de Producción Animal*. 21 (3-4):147-158.
- AGNUSDEI, M.G.; COLABELI, M.R.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.C. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudoeste bonaerense. INTA EEA Balcarce, Argentina. Boletín técnico N° 152. 31 p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock: CAB International, Wallingford. UK. 351 p.
- AMMAR H.; GONZÁLEZ J.S.; LÓPEZ S.; RANILLA M.J. 2004. Tannin levels in the foliage of some Spanish shrub species at different stages of development. In: Ben Salem, H.; Nefzaoui, A.; Morand-Fehr, P. (eds). Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates. Zaragoza: CIHEAM. pp. 159-163.
- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; DARDENNE, P.; BARRIÈRE, Y.; LILA, M.; MAUPETIT, P.; RIVIÈRE, F.; FEMENIAS, N. 1993. Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. I. Factors of variation. *Annales de Zootechnies*. 42: 221-249.
- AOAC. 1990. International (formerly the Association of Official Analytical Chemist's) Official Methods of Analysis. Arlington, VA: AOAC International. Nro 942.05
- AROSTEGUY, J.C. 1984. Invernada en la pampa deprimida de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4 (8): 843-853.
- BARBERA, P.; CANGIANO, C.A. 2011. Suplementación en pastoreo. En: Cangiano C.A; Brizuela M.A. eds. Producción animal en pastoreo - 2° ed. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp 377-402.
- BATE-SMITH, E.C. 1969. Luteoforol (3', 4, 4', 5, 7-pentahydroxyflavan) in *sorghum vulgare*. *Phytochemistry*. 8: 1803-1810.

- BERETTA V.; SIMEONE, A.; ELIZALDE J.C.; BALDI, F. 2006. Performance of growing cattlegrazing moderate quality legume–grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.46: 793–797.
- BIRD, P. R.; LYNCH, J. J.; OBST, J. M. 1984. Effect of shelter on plant and animal production. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 15: 270-74.
- BIRD, P.R.; WATSON, M. J.; CAYLEY, J.W.D. 1989.Effect of Stocking Rate, Season and Pasture Characteristics on Liveweight Gain of Beef Steers Grazing Perennial Pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 40: 1277-91.
- BOLOGNESI, E. 1971. Análisis de criterios para clasificar totales mensuales de precipitación aplicados a series de la República Argentina. En: *Meteorológica*. Buenos Aires, Centro Argentino de Meteorología, vol 2. s.p.
- BOYLE, E. 1984. Producción de carne sobre pasturas en sistema mixtos del sur de Santa Fe. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4 (sup 1) 92:93.
- BRIZUELA, M.A.; CANGIANO, C.A. 2011. Mezclas forrajeras. En: Cangiano, C.A; Brizuela, M.A. (eds). *Producción animal en pastoreo - 2° ed*. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp. 121-154
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. 1994. Measurement of forage intake. En: Fahey, G.C. Jr. (ed). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison, Wisconsin USA. pp. 494-532.
- BUXTON, D.R; FALES, S.L. 1984. Plant environment and quality. En: FAHEY, G.C. Jr. (ed). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison, Wisconsin USA. pp.115-154
- CABRITA, A.R.J.; DEWHURST, R.J.; ABREU, J.M.; FONSECA, A.J. 2006. Evaluation of the effects of synchronizing the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows – a review. *Animal Research*. 55:1-24.
- CARRILLO, J. 2003. *Manejo de pasturas*. Ediciones INTA. Buenos Aires. 458 p.
- CASTAÑO, J. 2007. Características de adaptación y crecimiento de especies forrajeras templadas: cómo manejarlas para aumentar su producción. En: Gagliostro G. (ed). *Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo*. Ediciones INTA. Balcarce. pp 120:129.
- CHICATUM, A. 2007. Calidad de la carne de novillos producidos bajo distintas estrategias de alimentación. Tesis M. Sci. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce, Argentina. 89 p.
- COOK, C.W. 1964. Symposium on Nutrition of Forages and Pastures: Collecting Forage Samples Representative of Ingested Material of Grazing Animals for Nutritional Studies. *Journal of Animal Science*. 23:265-270.
- CSIRO, 2007. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. CSIRO publishing. Collingwood VIC 3066, Australia. 270 p.

- CUMMINS, D.G. 1971. Relationship between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agronomy Journal*. 63:500-502.
- DAVIS, A. B.; HOSENEY, R. C. 1979. Grain sorghum condensed tannins. I. Isolation, estimation, and selective adsorption by starch. *Cereal Chemistry*. 56:310-314.
- DE BOEVER, J.L.; COTTYN, B.G.; DE BRABANDER, D.L.; VANACKER, J.M.; BOUCQUE, C. V. 1997. Prediction of feeding value of maize silages by chemical parameters, in vitro digestibility and NIRS. *Animal Feed Science and Technology*. 19: 211-222.
- DE LEÓN, M. 2011. Producción y usos de silaje en la producción de carne. 2° Jornada nacional de forrajes conservados. EEA INTA Manfredi. pp 27-33.
- DE OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; VECHETINI, M.E.; PEDREIRA M.DS. 2009. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. *Animal Feed Science and Technology*. 154:1-8
- DE OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T.T; PEDREIRA, M.D. S.; PRIMAVESI O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M.A. 2006. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2006.07.12. (en prensa)
- DEPETRIS G. 2007. Uso del silaje de planta entera en la alimentación de vacunos para carne en pastoreo y feed lot. En: Gagliostro, G.A. (ed). *Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo*. Ediciones INTA. Balcarce. pp. 189-197
- DEPETRIS, G.D.; MONTIEL, M.D.; SANTINI, F.J.; CHICATUN, A.; VILLARREAL, E.L. 2007. Comportamiento productivo en el engorde a corral de vaquillonas alimentadas con tres híbridos de silajes de planta entera de sorgo y un silaje de planta entera de maíz. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27 (1): 42-43.
- DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. 1982. Interactions of tannic acid and catechin with legume starches. *Journal of Food Science*. 47: 2080-2081
- DI MARCO, O.N. 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Ediciones INTA. Balcarce, Argentina. *Publicaciones Regionales*. 204 p.
- DUBLE, R.L.; LANCASTER, J.A.; HOLT, E.C. 1971. Forage characteristics limiting animal performance on warm-season perennial grasses. *Agronomy Journal* 63: 795-798.
- DYKES, L.; ROONEY L.W. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science*. 44:236-251.
- ELIZALDE J. C. 1993. Algunos factores nutricionales que afectan la suplementación en pastoreo. 3° Jornada de ganadería. Centro Consignatarios de Hacienda. Bahía Blanca. pp. 7-11.
- ELIZALDE J.C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. 1ª Jornada de Actualización Ganadera. Balcarce. s.p.

- ELIZALDE J.C. 2005. Suplementación estratégica en vacunos en pastoreo. En: Canosa, F. (ed). Invernada. AACREA. Buenos Aires. Cuaderno de actualización técnica N° 64. pp. 62-71.
- ELIZALDE J. C; RIFFEL S. L. 2011. El futuro de la ganadería argentina y sus desafíos, alimentación y sistemas de producción. En: 2° Jornada nacional de forrajes conservados. EEA INTA Manfredi. pp 19-25.
- ELIZALDE, J; RIFFEL, S. 2012. Una visión desde la cría y la recría como motor del sistema. En: Pasturas 2012. Jornada Técnica 23 de marzo. Mar del Plata, Argentina. pp 107-118.
- ELIZALDE J. C; SANTINI F. J. 1992a. Factores nutricionales que afectan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico N° 104. 27 p.
- ELIZALDE J. C.; SANTINI F. J. 1992b. Suplementación de animales en pastoreo que consumen forraje de alta calidad. Enfoque Sudeste. 10 (84): 16-18.
- ELIZALDE, J.C.; MERCHEN; N.R.; FAULKNER D.B. 1999. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: II. Protein and aminoacid digestion. Journal of Animal Science. 77:467-466.
- FAO. Clasificación de sistemas ganaderos [en línea]. <<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Refer/ProSystR.htm>> (Consulta: 19 setiembre 2012)
- FARIÑA, S. 2012. Aprovechamiento del pasto en sistemas lecheros de Australia y Argentina. En: Pasturas 2012. Jornada Técnica 23 de marzo. Mar del Plata, Argentina. pp 83-90.
- FRENCH, P; O'RIORDAN, E.G.; O'KIELY, P.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A. P. 2001. Intake and growth of steers offered different allowances of autumngrass and concentrates. Animal Science. 72: 129-138.
- FARRÉ I; FACI, J.M. 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a mediterranean environment. Agricultural Water Management. 83 (1-2): 135-143.
- GARCIA, S.C.; SANTINI, F.J.; CASTAÑO, J. 1998. Producción de carne bajo pastoreo: Alternativas de intensificación. INTA, CERBAS. Balcarce, Argentina. 52 p.
- GOEL, G.; PUNIYA, A.K.; AGUILAR, C.N.; SINGH, K. 2005. Interaction of gut microflora with tannins in feeds. Naturwissenschaften. 92: 497-503.
- GOMEZ, P. O; GARDNER, A.L.; CAPPELLETTI, C.A. 1972. Suplementación con grano a novillos en pastoreo. A.L.P.A. Memoria. 7:73-88.
- GOMEZ, P.O.; GARDNER, A.L.; ROSSO, O.R. 1978. Efecto de la disponibilidad forrajera y el de la suplementación con grano de maíz sobre la ganancia de peso vivo de novillos en crecimiento. Producción Animal. 6: 446-457.

- GONELLA, C. A. 2000. Producción de carne en sistemas pastoriles. INTA E.E.A. General Villegas. Argentina. Publicación Técnica 32. pp 9.
- GONELLA, C.; SEQUEIRA, E.; VIGLIZZO, E. 1987. Producción de carne en verdeos de invierno en la región pampeana subhúmeda. *Revista Argentina de Producción Animal*. 7 (4): 383-388.
- GRIEBENOW, R.L.; MARTZ, L.A.; MORROW, L.A. 1997. Feed and forage. Forage-based beef finishing system: A review. *Journal of Production Agriculture*. 10 (1): 84-91.
- GRIFFITHS, D. W.; JONES, D.I.H. 1977. Cellulase inhibition by tannins in the testa of field beans (*Vicia faba*). *Journal of the Science Food and Agriculture*. 28: 983-989.
- GUAITA, S.; FERNÁNDEZ H.H., 2005. Tablas de composición química de alimentos para rumiantes. Ediciones INTA. Balcarce, Argentina. 60 p.
- GUPTA, R. K.; HASLAM, E. 1980. Nutritional inhibitors and toxic factors: Plant polyphenols. In: Hulse, J.H.; Laing, E.M.; Pearson, O.E. (eds). *Sorghum and the millets: Their composition and nutritive value*. Academic press. London, England. pp. 302-308.
- HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. 1981. The specificity of proanthocyanidin - protein interactions. *Journal of Biological Chemistry*. 256 (9): 4494-4497
- HAHN, D.H; ROONEY, L.W. 1986. Effect of genotype on tannins and phenols of sorghum. *Cereal Chemistry*. 63 (1): 4-8.
- HIBBERD, C.A; WAGNER, D.G.; SCHEMM, R.L; MITCHELL, D.E. JR., HINTZ, R.L.; WEIBE, D.E. 1982. Nutritive characteristic of different varieties of sorghum and corn grains. *Journal of Animal Science*. 55: 665-672.
- HODGSON, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B. (ed). *Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, August 24 th-28 th, 1981*. pp. 153:166.
- HORN, G.W.; BECK, P.A.; ANDRAE, J.G.; PAISLEY, S.I. 2005. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. *Journal of Animal Science*. 83: 69-78.
- HORN, G.W; Mc COLLUM, F.T. 1978. Energy supplementation of grazing ruminant. In: Judkings, M.B.; Clanton, D.C.; Petersen, M.K.; Wallace, J.D. (eds). *Grazing livestock nutrition conference. Proceedings*. Jackson, Wyoming, USA, July 23 – 24, 1987. pp 125-136.
- HORNECK, D.A.; MILLER, R. O., 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Karla, Y. P. (Ed). *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp. 75-83
- HOSTE, H.; JACKSON, F.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S.M.; HOSKIN; S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology*. 22 (6): 253-261.

- HULSE, J.H.; LAING, E.M.; PEARSON, O.E. 1980. Sorghum and the millets: Their composition and nutritive value. Academic press. London, England. 997 p.
- HUNTINGTON, G.B.; D. L. HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. 2006. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *Journal of Animal Science*. 84:E14-E24.
- INTA. Estadísticas Climáticas de la EEA INTA Balcarce. [en línea] <[anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/Balcarce/info/meteor.htm](http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/Balcarce/info/meteor.htm)> (consulta: 18 abril 2013).
- KEIM, J.P.; ANRIQUE, R. 2013. Nutritional Strategies to Improve Nitrogen use Efficiency by grazing Dairy Cows. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 71(4): 623-633
- KLOSTER, A.M.; LATIMORI, N.J.; AMIGONE, M.A. 2004. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. *Revista de Investigación Agropecuaria*. 33 (1): 101-116
- KOMAREK, A. R.; ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. 1994. Comparison of the filter bag technique to conventional filtration in the Van Soest NDF analysis of 21 feeds. In: Fahey, G. C. Jr, (ed). *Proceedings National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization..* Nebraska University, Lincoln, NE. pp 78.
- LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. Comisión técnica intercrea de producción de carnes. AACREA. Buenos Aires. 73 p.
- LANGE A. A., ROMEU DE DI IORIO, V., STEFFAN, J., TRAMA, E. Y MOLINA L.M. 1988 Estudio de alternativas en invernada zona Mar y Sierras. Convenio AACREA-Banco Río. Balcarce pp. 37.
- LARRAÍN, R. E.; SCHAEFER, D. M.; ARP, S. C.; CLAUS, J. R.; REED, J.D. 2009. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. *Journal of Animal Science*. 87: 2089-2095.
- LOBLEY, G.E. 1992. Control of the metabolic fate of amino acid in ruminants: a review. *Journal of Animal Science*. 70: 3264-3275.
- MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃHES, F.O. M. 2001. Tanino no grão do sorgo. Bases fisiológicas e métodos de determinação. EMBRAPA-CNPMS. Brasil. Circular Técnica N° 27. 26 p.
- MAKKAR, H.P.S. 2000. Quantification of Tannins in Tree Foliage. FAO/IAEA Working document. IAEA, Viena. 26 p.
- MAKKAR, H.P.S. 2003. Review. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin - rich feeds. *Small Ruminant Research*. 49: 241-256.
- MARSH, R. 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *Journal of British Grassland Society*. 30:165.

- MAXON, E. D.; ROONEY, L.W. 1972. Two methods of tannins analysis for sorghum bicolor (L.) Moench grain. *Crop Science*. 12: 253-254.
- MAZZANTI, A.; CASTAÑO, J.; ORBEA, J.R.; SEVILLA, G.H. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste bonaerense. INTA EEA Balcarce. 83 p.
- Mc ALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; JONES, G. A.; CHENG K. J. 1994. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of Animal Science*. 72:3004-3018.
- Mc MAHON, L. R.; MCALLISTER, T.A.; BERG, B.P.; MAJAK, W.; ACHARYA, S. N.; POPP, J. D.; COULMAN, B. E.; WANG, Y; CHENG, K.-J. 2000. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science*. 80: 469–485
- Mc RAE, J. C.; ARMSTRONG, D.G. 1968. Enzyme method for determination of alpha-linked glucose polymers in biological materials. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 19: pp 578-581.
- MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2001. El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista de los CREA*. 246: 54–59.
- MOLINA, L.R; RODRIGUEZ, N.M.; DE SOUSA, B.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. 2003. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica *in Situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32 (1): 222-228.
- MONTIEL M. D, 2003. Digestión ruminal del grano de sorgo en vacunos. Efectos del genotipo y procesamiento. Tesis M. Sc. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 103 p.
- MOORE, J.E.; Brant, M.H.; Kunkle, W.E.; Hopkins, D.I. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and Animal. *Journal of Animal Science*. 77: 122-135.
- MORRIS, L.D.1948. Quantitative determination of carbohydrates with Dreywood's anthrone reagent. *Science*. 107:254-255
- NACZK, M; SHAHIDI, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography*. 1054: 95-111.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, Sixth ed., Washington, D.C.: National Academy Press. 103 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle: 7th ed. National Academy Press: Washington, DC. 232 p.
- NELSON, C.J.; MOSER, L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. En: Fahey, G.C. Jr. (ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, Wisconsin USA. pp 115-154.

- OPACAK, F.A. 2012. Superficie de cultivos destinados a ensilaje. Datos estadísticos CACF 2006-2012. Cámara argentina de contratistas forrajeros. (Comunicación personal, 10 de noviembre).
- O'RIORDAN, E.G; O'KIELY, P.O.; KEANE, M.G. 1998. Efficient beef production from grazed pasture. EAGGF. Grange research centre. Dunsany, Ireland. 48 p.
- ORTIZ, A.A.; CARRILLO, J.; SCIOTTI, A. E.; COLABELLI, M. 1984. Invernada en campos de cría. Revista Argentina de Producción Animal. 4 (1): 93-94.
- OSMAN, M.A. 2004. Changes in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid, tannins and in vitro protein digestibility occurring during Khamir (local bread) fermentation. Food Chemistry. 88: 129–134.
- OWENS, F. 2008. Corn silage – facts, fantasies and the future. Florida ruminant symposium. Gainesville, FL. January 28-30. s.p
- PACHECO, D.; WAGHORN, G.C. 2008. Dietary nitrogen – definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 70: 107–116
- PATERSON, J.A., BELYEA, R.L., BOWMAN, J.P., KERLEY M.S.; WILLIAMS, J.E. 1994. The impact of forage quality and supplementation régime on ruminant animal intake and performance. En: Fahey, G.C. Jr. (ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, Wisconsin USA. pp 59-114.
- PETERSON, P.R.; SHEAFFER, C.C.; HALL, M.H. 1992. Drought effects on perennial forage legume yield and quality. Agronomy Journal. 84: 774-779.
- PHILLIPS, C.J.C.(1988). The use of conserved forages as a supplement for grazing dairy cows. Grass and Forage Science. 43:215-230.
- POPPI, D.P.; MC LENNAN, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. Journal of Animal Science. 73: 278-290.
- PRICE, M. L.; VAN SCOYOC, S.; BUTLER, L.G. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 26 (5): 1214-1218
- RAYA J. P.; PAVAN E.; SANTINI, F.J, VILLARREAL, E.L.; DEPETRIS, G.J. 2004. Suplementación otoño-invernal de terneros con silaje de maíz. Revista Argentina de Producción Animal. 24 (1): 59-60.
- REARTE, D. 2007. La producción de carne en la Argentina. [en línea]<<http://www.produccion-animal.com.ar/>> (Consulta: 11 marzo 2011)
- REARTE, D. 2010. Situación actual y perspectivas de la producción de carne vacuna. INTA. Programa nacional de carnes. [en línea]<<http://ipafcv.file.wordpress.com/2011/07/rearte-20102.pdf>> (Consulta: 13 setiembre 2012)



- REARTE, D. 2011. El rol de las pasturas cultivadas y pastizales en el nuevo escenario de la ganadería argentina. En: Cangiano C.A; Brizuela M.A. (eds). Producción animal en pastoreo - 2° ed. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp. 13-29.
- REARTE, D.; PIERONI, G, A. 2001. Supplementation of temperate pastures. In: International Grassland Congress. Proc. São Pedro: Sociedade brasileira de Zootecnia. pp. 679-691.
- REARTE D. H; SANTINI F. J. 1989. Digestión ruminal y producción de animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 9(2): 93-105.
- REID,R.L.; JUNG, G.A. 1982. Problem with pastures: Problems of animal production from temperate pastures. In: Hacker, J.B. (ed). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international symposium held at St.Lucia, Queensland, Australia, August 24 th-28 th, 1981. pp. 291-303.
- RIBEIRO PERERIRA L. G; RODRIGUEZ N.M; GONÇALVES, L.C.; DE ASSIS PIRES, D.A. 2007. Consideraciones sobre ensilaje de sorgo. Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. [en línea] <[www.cpatsa.embrapa.br/public\\_electronica/downloads/OPB1703.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_electronica/downloads/OPB1703.pdf)>(consulta: 25 febrero 2013)
- ROONEY, L. W.; MILLER, F.R. 1982. Variation in the structure and kernel Characteristics of Sorghum. Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, 28-31 October 1981, Patancheru, A.P., India. pp 143-162.
- SALUNKHE D. K.; CHAVAN J. K.; KADAM S. S. 1990. Dietary tannins: Consequenses and remedies. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 195 p.
- SANCHEZ-DIAZ, M.F; KRAMER, P.J. 1971. Behavior of Corn and Sorghum under Water Stress and during Recovery. Plant Physiology. 48 (5): 613-616.
- SANTINI, F., GONZÁLES, E.; AROSTEGUY J.C. 1975. Crecimiento estacional de gramíneas y leguminosas puras y en mezclas. Reunión anual departamento de producción animal. INTA EEA Balcarce. s.p.
- SCHENEITER, O. 2000. Pasturas mixtas. En: Cuadernillo Forrajeras. Revista Agromercado. Buenos Aires, Argentina. Cuadernillo clásico N°42. pp. 10-15.
- SCHROEDER, G.F; ELIZALDE, J.C.; FAY, J.P. 2000. Caracterización del valor nutritivo de los silajes de maíz producidos en la provincia de Buenos Aires. Revista Argentina de Producción Animal. 20 (3-4): 161-177.
- SEILER, R.; BRIZUELA M.A., 2011. El cambio climático y la variabilidad climática en la producción forrajera de la región pampeana. En: Cangiano C.A; Brizuela M.A. (eds). Producción animal en pastoreo - 2° ed. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp. 87-119.
- SERE, C.; STEINFELD, H. 1996. World livestock production systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. [en línea] <[www.fao.org](http://www.fao.org)> (Consulta: 19 setiembre 2012).

- SHEAFFER, C.C.; PETERSON, P.R.; HALL, M.H. 1992. Drought effects on yield and quality of perennial grasses in the north central united stated. *Journal of Production Agriculture*. 5: 556-561.
- SIIA, 2012. Agricultura. Producción, área sembrada y cosechada, cotizaciones nacionales e internacionales. [en línea] <<http://www.sii.gov.ar/index.php/series-portema/agricultura>> (consulta: 03 octubre 2012)
- SILVA, F.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ J.A.S. 1999. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas / panículas. 2. Avaliação do valor nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 28 (1): 21-29.
- TAMIR, M.; ALUMOT, E. 1969. Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 20: 199-202.
- THEURER, C.B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*. 63:1649-1662.
- VALDIVELOO, J.; HOLMES, W. 1979. Supplementary feeding of grazing beef cattle. *Grass and Forage Science*. 34: 173-179.
- VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2°ed. Cornell University Press, Ithaca, New York. 476 p.
- VERITÉ, R.; JOURNET, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Annales de Zootechnie*. 19 (3) 255-268.
- VOGEL G. J; PHILLIPS W. A; HORN G. W, FORD M. J, AND MCNEW R. W, 1989. Effects of supplemental silage on forage intake and utilization by steers Grazing wheat pasture or bermudagrass. *Journal of Animal Science*. 67: 232-240
- WALES, W.J.; MORAN, J.B.; HERRIS, R.W. 1998. A comparison of growth rates and carcass quality of steers receiving maize silage as a supplement to annual pasture or as a component of a feedlot ration. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38: 1-6
- WEATHERBURN, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*. 39: 971-974.
- WATTERSON, J.J.; BUTLER, L.G. 1983. Occurrence of an unusual leucoanthocyanidin and absence of proanthocyanidins in sorghum leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 31:41-45
- WILLOWGHBY, W.M. 1958. A relationship between pasture availability and animal production. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 2: 42-45.
- WILLOWGHBY, W.M. 1959. Limitations to animal production imposed by seasonal fluctuations in pasture and by management procedures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 10:248-268

WILSON, J.R.; MINSON D.J. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. *Tropical Grasslands*. 14: 253-257.

YOUNG, M.A; DALKE, B.S.; SONON, R.N; JR.HOLTHAUS, D.L; BOLSEN, K.K, 1996. Effect of grain content on the nutritive value of whole-plant grain sorghum silage. *Cattlemen's Day*, Kansas State University, Manhattan, KS. pp 65-67.

## 8. APENDICE

Los datos climáticos que se presentan fueron tomados de la información generada en la estación meteorológica EEA Balcarce (37° 45' 47" LS; 58° 16' 51" LW) y los datos del año 2011 registrados en estación meteorológica automática ubicada en la Reserva 7 EEA Balcarce (37° 47' 35" LS; 58° 16' 42" LW).

Tabla I. Precipitaciones registradas en el año 2011 en reserva N°7 (R7 11) y estadísticas para la serie histórica 1971-2011 registrados en la EEA Balcarce: promedio (71-11), desvío estándar (Desv. est.), coeficiente de variación (Coef. var.) , mediana, moda y deciles,.

Mes	Ene	Feb	Mzo	Abr	Myo	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	ANUAL
R7 11	141,2	28,8	22,4	48,6	20,8	81,6	53,6	25,2	39,6	38,8	147,8	36,4	684,8
71-11	<b>106,8</b>	<b>85,5</b>	<b>91,5</b>	<b>79,8</b>	<b>61,4</b>	<b>50,5</b>	<b>51,6</b>	<b>52,4</b>	<b>58,2</b>	<b>93,8</b>	<b>88,1</b>	<b>104,9</b>	<b>924,9</b>
Desv.est	45,3	50,4	57,7	76,0	44,4	35,9	34,2	48,6	34,2	56,5	51,1	57,7	159,5
Coef. var	0,42	0,59	0,63	0,95	0,72	0,71	0,66	0,93	0,59	0,60	0,58	0,55	0,17
mediana	102,9	79,9	76,45	57,6	49,6	47,6	53,9	38,5	52	82,3	68,5	96,8	937,9
Moda	79,8	65,5				17,6	73	19,3	52	76,5			1024,6
decil1	47,1	24,5	30	25,2	16,6	8,9	8,1	9,8	19,4	40,9	38,9	36,1	725
decil2	64,8	44,7	47,8	38,4	26,2	17,6	14,7	15,2	32,5	50,5	48,7	45,5	788,5
decil4	94,9	64,9	64,6	50,3	42,6	36,3	41,5	28,2	46,0	73,2	61,4	82,7	898,4
decil6	120,8	90,3	90,9	65,2	67,1	58,8	59	51,8	58,1	93,6	75,1	119,0	975,4
decil8	149,0	121,4	131,4	98,1	91,8	78,5	74,9	74,8	84,0	133,5	142,2	147,8	1024,6
decil9	165,1	147,6	183	141,8	117,1	89,2	95,7	112,4	98,7	167,5	166,6	170,4	1049

Tabla II. Temperaturas medias mensuales en 2011 registradas en reserva N° 7 (R7 11) estadísticas para la serie histórica 1971-2011 registrados en la EEA Balcarce: promedio (71-11), desvío estándar (Desv. est.), coeficiente de variación (Coef. var.)

Mes	Ene	Feb	Mzo	Abr	Myo	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
R7 11	21,0	18,5	17,7	14,0	10,0	7,0	6,6	7,0	8,5	11,9	17,2	18,3
71-11	20,7	19,8	18,1	14,5	11,2	8,2	7,6	8,9	10,5	13,4	16,1	18,9
Desv. Est	1,2	1,1	1,3	1,0	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,0	1,2	1,3
coef. Var	0,06	0,06	0,07	0,07	0,12	0,14	0,15	0,12	0,09	0,07	0,08	0,07

Tabla III. Heladas registradas durante el año 2011, correspondientes al periodo del ensayo registradas en reserva N° 7.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Número de haladas	5	17	13	10