

## CAPITULO I: INTRODUCCION.

La falta o escasez de forraje durante los meses de invierno constituye uno de los problemas más serios que debe afrontar el productor ganadero del SO bonaerense. Las bajas temperaturas y las heladas determinan un estancamiento en el crecimiento de las pasturas, que se extiende desde el mes de mayo hasta el período de rebrote en primavera. Esta crisis invernal se puede ver agudizada en otoños secos e inviernos con heladas frecuentes. Estas condiciones pueden afectar negativamente la respuesta productiva de bovinos a pastoreo.

Las pasturas anuales o verdeos de invierno son los recursos forrajeros utilizados para enfrentar dicha situación. Bajo condiciones ambientales adecuadas, estas especies forrajeras presentan una alta producción de materia seca y alto valor nutritivo. A pesar de la existencia de diversas especies que pueden ser utilizadas con este propósito, la avena (*Avena sativa*) es la de mayor difusión regional, probablemente asociado tanto a su adaptación a las bajas temperaturas como a su respuesta productiva a la elevada fertilidad de los suelos (Hogan y Weston, 1969). En la provincia de Buenos Aires la avena es el principal verdeo invernal, con una superficie de 850.000 ha que representa el 65 % de las forrajeras anuales implantadas (INDEC, 2002).

Ensayos regionales de producción forrajera para dicho cultivo han registrado valores medios en productividad de materia seca (MS) de 1209 kg/ha para un período invernal de 100 días, sin que se detecten diferencias entre distintas variedades (Arelovich y col, 1996). Información más reciente y con mayor número de cultivares indica que hay diferencias en productividad debido al genotipo aunque se evidenció en muchos casos una interacción con el año (Martínez y col., 2005 y 2006).

En ensayos donde los verdeos y las pasturas constituyeron la principal fuente de alimentación de los rumiantes, se han reportado bajas ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno, aún en años donde la disponibilidad y calidad del forraje no resultaron aparentemente limitantes (Marsh, 1975; Leaver, 1985). En general, tanto en nuestro país como en el extranjero, se citan ganancias de peso que son en otoño-invierno un 40 o 50 % inferiores a las obtenidas en primavera (Marsh, 1975). Este fenómeno

preocupa a productores de carne bovina y se observa en establecimientos con adecuadas prácticas de manejo y control sanitario. En la Argentina se detectaron bajas ganancias de peso en distintas regiones ganaderas, aunque de diferente magnitud. En la zona subhúmeda y semiárida puede citarse que la ganancia diaria de peso (GDP) de novillos sobre centeno resultó de 279 y 567 g/ animal/ día, para períodos de 49 días de pastoreo en verdeos tierno y "sazonado" respectivamente (Cairnie, 1971). Es habitual distinguir la primera fase de crecimiento del verdeo con elevado contenido de humedad, de una fase posterior a las primeras heladas, que ejercen un efecto positivo sobre la composición nutricional de la planta. A este efecto se lo denomina "sazonado", esperándose empíricamente una respuesta productiva superior del animal a pastoreo.

Phillips y Horn, (2008), observaron bajas GDP sobre pasturas de trigo durante los primeros días de pastoreo, como consecuencia del bajo consumo de MS por falta de adaptación de los animales. Arelovich y Laborde (comunicación personal), informaron GDP entre 50 y 300 g /animal/ día en verdeos de avena en etapas tempranas de crecimiento, asociados al área geográfica de Coronel Pringles. Sin embargo, en un verdeo de características similares se observaron GDP superiores a los 900 g/ animal/ día durante un período mayor a 100 días de ensayo en la zona de Coronel Suárez (Arzadún y col. 1989). Es probable que estas diferencias en el desempeño de bovinos a pastoreo en avena u otros verdeos invernales puedan explicarse por la interacción de una multiplicidad de factores, más que por una única causa.

Entre los factores que pueden influir en el desempeño de animales a pastoreo podemos citar: (1) ambientales (clima, temperatura), (2) intrínsecos del animal (sexo, raza, estado corporal), (3) del verdeo (composición química, disponibilidad de MS). Los dos primeros presentan repercusiones sobre los requerimientos de los animales, mientras que el último impactaría sobre el valor nutritivo del forraje y el consumo voluntario. El impacto relativo y la magnitud de la interacción de estos factores pueden variar entre años y locación geográfica, generando una marcada variabilidad en la respuesta de los animales.

Esta tesis intenta relacionar algunos aspectos relativos a la variabilidad de la composición química de verdeos de avena y describir los efectos de algunas estrategias de suplementación sobre la productividad de bovinos a pastoreo.

## CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Disponibilidad y concentración de la materia seca con relación al consumo voluntario en forrajes frescos.

El consumo voluntario en rumiantes es regulado fisiológicamente por distensión ruminal (NRC, 1996; Gregorini, y col., 2008). Esto ocurre fundamentalmente con la ingesta de alimentos voluminosos tales como planta forrajeras. Sin embargo otros aspectos no fisiológicos pueden tener influencia sobre la cantidad de MS consumida. Algunos factores que afectan el consumo de forraje estarían determinados por características de la pastura (tasa de producción de MS, altura, disposición espacial). De dichas características depende la tasa de consumo, la cual se encuentra regulada por el tamaño de bocado, número de bocados por unidad de tiempo y el tiempo total destinado al pastoreo (Aldden y Whittaker, 1970). Si bien existe una estrecha relación entre consumo de MS y nivel de forraje disponible, en condiciones donde la cantidad de MS por unidad de área o por animal no es limitante, el consumo por animal en pastoreo se encuentra condicionado por la digestibilidad del pasto consumido (Hodgson y Jamieson, 1981).

La disponibilidad de MS de verdeos de invierno por unidad de superficie disminuye hacia el final del invierno. Bajas GDP en otoño-invierno sobre verdeos invernales pueden ser consecuencia de una baja biomasa disponible en el mismo período, pero aún disminuyendo la carga o igualando la asignación de forraje a la primavera, las ganancias de otoño resultan siempre inferiores (Marsh, 1975). Maddaloni y col. (1980) informan que al comparar la disponibilidad de MS y GDP individual, las diferencias en GDP obedecían más a variaciones climáticas a través del año que a la disponibilidad registrada al inicio y al final del período de pastoreo, dado que la misma se mantuvo en los 1570 kg/ha. Cuando la cantidad de MS disminuyó de 3000 a 500 kg/ha, se redujo 4 veces la tasa de consumo y aumentó al doble el tiempo empleado en pastoreo. Aunque posteriormente el animal extiende aún más el período de pastoreo, la compensación es incompleta y podría esperarse que el consumo total caiga drásticamente (Aldden y Whittaker, 1970).

Las bajas GDP sobre verdeos se han atribuido también a un insuficiente consumo de MS debido al elevado contenido de humedad que este posee en los primeros estadios de crecimiento. Este es un efecto de difícil comprobación. En un estudio con niveles inferiores al 20 % de MS se observó una caída del consumo voluntario (Veritè, y Journet, 1976). Este efecto negativo sobre el consumo voluntario parece acentuarse cuando el forraje tiene más del 70 % de digestibilidad (Osoro y Cebrian, 1989), así como cuando posee bajos contenidos de fibra y de carbohidratos solubles (Sonneveld, 1965).

Adicionalmente a su efecto potencial sobre el consumo, al elevado contenido de humedad del material consumido se le atribuye la formación de heces acuosas. Roy (1969) sostiene que la diarrea en animales adultos estaría más asociada a la ingestión de dietas de alto contenido de proteínas o péptidos que al nivel de humedad del verdeo. Así estas dietas favorecerían la migración de bacterias desde el intestino grueso al delgado, causando una autointoxicación como un resultado de las aminas y toxinas producidas. Cuando esto ocurre podría afectar negativamente la productividad del animal. Los verdeos de invierno en la primera fase del crecimiento poseen generalmente los mayores niveles de humedad y nitrógeno.

## 2.2. Composición química del verdeo de avena.

### 2.2.1 Generalidades.

La composición química de la avena en estado vegetativo presenta las siguientes características: 75-84 % materia seca (MS), 18-25 % de PB; 40-45 % de paredes celulares y 60 % TND sobre base seca (Ringuelet, y col., 1987). Además puede presentar concentraciones relativamente bajas de elementos minerales como Mg, Ca, P y elevados de K (Fontenot , 1979; Fay y col., 1991).

Esta especie tiene distintas épocas de aprovechamiento en un período que abarca desde el otoño hasta la primavera tardía, momentos durante los cuales su composición expresada en términos de paredes celulares, digestibilidad y proteína bruta no experimenta importantes diferencias (Elizalde y Santini, 1992). De esta manera, estos indicadores habituales de valor nutritivo pueden no ser suficientes para explicar la variabilidad en los resultados de productividad animal observados.

Existen otros componentes menos estudiados que varían a través del ciclo productivo y que podrían mostrar una correlación más estrecha con las bajas GDP. En los meses de otoño-invierno y en respuesta a la fertilidad de los suelos, los verdes frecuentemente incrementan los niveles de nitrógeno no proteico, mucho del cual está presente como nitrato y exhiben una baja concentración de carbohidratos solubles (Wright y Davison, 1964; Van Vuuren y col., 1990). Así resulta de interés el estudio de estas fracciones con el objetivo de poder interpretar mejor su rol en pastos frescos.

### 2.2.2. Contenido de carbohidratos no estructurales.

Desde el punto de vista de la planta el término de carbohidratos no estructurales (CNE) se refiere a los carbohidratos disponibles como energía para los tejidos de la planta. Al mismo tiempo para el animal son sustrato rápidamente disponible, fuente de energía para los microorganismos del rumen, en adición a los carbohidratos estructurales (Smith, 1981). Siguiendo la clasificación propuesta por Van Soest y col. (1991), los CNE comprenden a aquellos no incluidos en la matriz de la pared celular y que no son recuperados en la fracción de fibra detergente neutro (FDN). En el rumen las bacterias que fermentan los carbohidratos de la pared celular denominados carbohidratos estructurales (CE) utilizan  $\text{NH}_3$  como fuente de N (Cole y col, 2008). Por otra parte las bacterias que fermentan los CNE como almidón, pectinas y azúcares usan tanto  $\text{NH}_3$  o péptidos y aminoácidos como fuente de N y pueden producir  $\text{NH}_3$  (Russell y col, 1992; Hall y Huntington, 2008).

La digestión de los CNE en el rumen es mucho mayor que la fracción FDN. Esto nos indicaría que la cantidad total de carbohidratos digeridos por día estaría estrechamente relacionada al contenido de CNE que tenga la dieta. De esta manera se encontró que dietas con 36 a 40 % de CNE y 28 a 32 % de FDN podrían proveer una cantidad adecuada de carbohidratos totales digestibles (Hoover y Miller, 1992).

Los carbohidratos tanto estructurales como los no estructurales son degradados en el rumen produciendo ácidos grasos volátiles (AGV) y otros productos finales, los que una vez absorbidos son utilizados por el animal fundamentalmente como fuente de energía (Czerkawski, 1986). Ørskov (1982)

sugiere que para lograr la máxima eficiencia en la ganancia de peso, la relación acético/propiónico (Ac/Pr) en el rumen debería ser menor o igual 3:1. Esto es debido a que el propiónico es el más eficientemente utilizado de todos los AGV. Una relación  $\leq 3:1$  se logra con dietas que contengan altas proporciones de carbohidratos más rápidamente fermentables, es decir CNE.

Elizalde y Santini (1992) hallaron en verdeos de avena valores de CNE y de FDN de 6,23%, para el otoño y 15,65% y en la primavera. Estos valores se encuentran por debajo de las concentraciones propuestas por Hoover y Miller (1992). En el mismo estudio Elizalde y Santini (1992) observaron que la proporción Ac/Pr disminuyó de 4,14 en otoño a 3,05 en la primavera, lo que implica que el propiónico se incrementó con el avance del estado vegetativo del forraje. De esta manera y no existiendo otras limitantes podría esperarse mayor GDP hacia la primavera.

### 2.2.3. Contenido de fracciones nitrogenadas.

Frecuentemente, los forrajes frescos como la avena contiene una alta concentración de N, del cual entre el 70 al 90 % son proteínas y el remanente 10 a 30 % corresponde al N no proteico (NNP). Las proteínas se hallan principalmente como enzimas solubles en cloroplastos y citoplasma, y como proteína insoluble en la clorofila ubicada en la membrana de los cloroplastos (Van Vuuren y col., 1991). El N soluble es frecuentemente NNP, conteniendo ácidos nucleicos, péptidos, aminoácidos, aminos, purinas y ocasionalmente nitratos (Tamminga, 1986).

El N proteico de los verdeos invernales está caracterizado por una alta tasa de degradación en el rumen, lo que sumado al elevado contenido de NNP se manifiesta en altas concentraciones de  $\text{NH}_3$  ruminal (Van Vuuren y col., 1990; Hersom, 2008). Así, valores de proteína superiores a 20 %, resultan en altas concentraciones ruminales de  $\text{NH}_3$ , lo que puede inducir a substanciales pérdidas de N vía orina. Estos pastos con elevado contenido de N soluble no resultan eficientes para la síntesis de proteína bacteriana (Van Vuuren y col., 1986).

Por otra parte la eficiencia del crecimiento microbiano sobre proteína como sustrato es considerablemente más baja que sobre carbohidratos (Van

Vuuren y col., 1991). Si la tasa de degradación de la proteína excede la tasa de fermentación de carbohidratos, cantidades importantes de N pueden perderse como  $\text{NH}_3$  tal como fue señalado; en cambio, si la tasa de fermentación de carbohidratos excede a la de proteínas, la tasa de crecimiento microbiano en el rumen puede decrecer (Russell y col, 1992; Reynolds y col, 2008).

La ineficiente utilización para la síntesis de proteína bacteriana del N de la dieta significa un menor aporte de proteína al duodeno. Esto reduce la disponibilidad de aminoácidos en intestino con relación a la cantidad de proteína consumida. Por lo expuesto, el crecimiento microbiano y la fermentación de carbohidratos afectan la absorción del  $\text{NH}_3$ , la urea y el reciclado y excreción del N (Reynolds y col, 2008). De tal manera, pasturas de alta calidad pueden proveer de la proteína requerida por animales en bajo nivel de producción, pero no necesariamente cubre los requerimientos de animales jóvenes en rápido crecimiento (Santini y col., 1984).

Para estudios in vivo se mostró una eficiencia microbiana elevada cuando el consumo de proteína degradable de la dieta total variaba entre 10 y 35% de la MS consumida. Altos niveles de proteína degradable mejoran la digestión de los carbohidratos y eficiencia microbiana, lo que resulta en una proliferación bacteriana total mayor y probablemente eleve el flujo de otros nutrientes tales como los AGV (Hoover y Miller, 1992).

#### 2.2.4. Contenido de minerales esenciales.

Los desórdenes en nutrición mineral pueden presentar cuadros por aguda deficiencia hasta enfermedades por toxicidad. Ambos extremos están caracterizados por signos clínicos bien definidos. Sin embargo, deficiencias subclínicas pueden incidir sobre el crecimiento y productividad animal. Este fenómeno puede abarcar grandes áreas y llegar a confundirse con deficiencias en energía y proteína, e inclusive varios tipos de parasitosis (Mc Dowell, 1987).

Las características del suelo influyen notablemente sobre el contenido mineral de los vegetales, de los que dependen los rumiantes para obtener la mayor parte de su ingesta mineral. La especie vegetal, estación del año y estadio de crecimiento también influyen sobre los niveles de minerales en las plantas (Church, 1988).

Algunos minerales tales como el Mg, P y Ca pueden resultar críticos en los verdeos de invierno. Con respecto al K, Mg y P se observó que la solubilidad ruminal de los mismos es similar para forrajes y dietas de concentrados, alcanzando el 93, 85 y 70 % respectivamente. La solubilidad promedio del Ca en los forrajes fue de 63 % siendo un 12 % mayor que para el caso de las dietas de concentrados. Estos datos indican que la solubilización no es un factor limitante de la habilidad de los rumiantes para absorber estos macrominerales (Ledoux, y col., 1991).

La proporción del mineral que puede ser absorbido y utilizado luego por los tejidos es definido como disponibilidad biológica. Para el caso del Ca su disponibilidad en los alimentos depende de las necesidades del animal y es raramente limitado por las características del forraje, excepto cuando los niveles de oxalato son altos (Minson, 1990). El Ca se absorbe activamente desde el duodeno y yeyuno, siendo más eficientes en este proceso los animales jóvenes que los adultos, debido a que los primeros tienen altos requerimientos por la alta tasa de crecimiento de sus huesos (NRC, 1996). Cuando el Ca es absorbido en exceso, el mismo es excretado en las heces y orina (Braitwaite, 1975).

La mayoría de los forrajes contienen niveles de Mg superiores a las necesidades de Mg de los rumiantes. Sin embargo, las gramíneas precoces de primavera, presentan bajos niveles de Mg y elevados de K, que interfieren sobre la absorción de Mg por los animales (Church, 1988). La presencia en el rumen de otros elementos y compuestos contenidos en el forraje, como el Na, proteínas, CNE, grasa y ácidos orgánicos, reducen la solubilidad y absorción del Mg (Grunes et al, 1970). La absorción del Mg ocurre en forma previa al ingreso en el intestino, desde el intestino delgado y en menor medida en el intestino grueso. La misma se incrementa cuando la concertación de K en la dieta también es alta (Schonewille, y col., 2008). La excreción del Mg endógeno se produce principalmente por las heces. Sin embargo, la orina es considerada la principal ruta disponible para el Mg absorbido en exceso de los requerimientos (NRC, 1996).

Los bajos niveles de P en pastos y forrajes están muy difundidos particularmente en regiones áridas y tropicales (Church, 1988). El P es absorbido por el rumiante en forma inorgánica como ortofosfato y en forma

orgánica como fitina, siendo esta última hidrolizada por los microorganismos del rumen a fosfatos. La cantidad de P absorbido de la dieta en la parte superior del intestino delgado está directamente relacionado a la cantidad de P de la dieta y no a las necesidades de P. El exceso de P absorbido desde el tracto digestivo es usualmente excretado en heces (Braitwaite, 1975). La absorción del fosfato es aumentada por la vitamina D<sub>3</sub>, que puede cambiar la permeabilidad de la membrana; además los niveles dietéticos de Ca, P y Mg influyen sobre los niveles de P inorgánico en plasma (Church, 1988).

Se supone que el K de los alimentos para rumiantes se encuentra en altas disponibilidad, cubriendo una alta proporción del K requerido. Analíticamente, el 99 % del K de los forrajes aparece en la fracción soluble de las células, indicando una biodisponibilidad casi completa. El intestino delgado es el principal órgano de la absorción del K (Church, 1988).

Los compuestos de Na son muy solubles en agua, siendo muy alto el potencial de absorción de Na del forraje. Sin embargo, el Na es solamente absorbido desde el intestino delgado si es requerido. La aldosterona producida por la corteza adrenal es el mecanismo de ajuste para la conservación de Na en la orina, heces, sudor y saliva de los rumiantes (Morris, 1993).

La interrelación entre minerales esenciales es de un impacto tan trascendente sobre la productividad animal como la carencia de los mismos. Una relación Ca: P en la dieta entre 1:1 y 2:1 se asume como ideal para el crecimiento y la formación de los huesos, ya que ésta es aproximadamente la relación de los dos minerales en los huesos (Mc Dowell, 1983). Cuando la relación es inferior a 1:1 pueden presentarse alteraciones metabólicas y otros problemas. Cocientes Ca: P superiores a 6:1 pueden reducir la absorción de fosfato y resultan sumamente críticos cuando el P es deficiente o marginalmente deficiente, deprimiendo el crecimiento y reduciendo la digestibilidad de proteínas y carbohidratos (Braitwaite, 1976).

Sobre verdeos invernales han sido detectados algunos desórdenes metabólicos, como la hipomagnesemia e hipocalcemia, asociados a contenidos inferiores a 7 mg/ dl en Ca y 2 mg/ dl en Mg en el suero sanguíneo de los animales y a bajas concentraciones de estos minerales en el forraje (Mayland y col., 1979).

Kemp y 'T Hart (1957) indicaron que cuando la relación de equivalentes de  $K/(Ca + Mg)$  en forrajes fue menor a 2,2 se presentó una baja incidencia de desórdenes metabólicos, mientras que la frecuencia de los mismos se incrementó con relaciones superiores a 2,2.

Grunes (1983) sugiere niveles mínimos en el forraje de 0,10 a 0,15 % de Na, mientras que los niveles de Mg deben ser de 0,20 % y no más de 3 % de K para prevenir los desórdenes mencionados. Se encontró que algunos verdeos invernales contienen menos de 0,2 % de Mg, más de 3% de K y 0,5 % de Ca (Mayland y col., 1976).

La incidencia de la hipomagnesemia e hipocalcemia también se relacionan con el bajo contenido de CNE presentes en el forraje. Estas bajas concentraciones pueden afectar la disponibilidad del Mg debido a un incremento en el pH ruminal y el consiguiente descenso en la solubilidad del Mg (Giduck y Fontenot, 1987). De la misma manera elevados contenidos de N pueden producir una elevación del  $NH_3$  en el rumen, incrementando el pH y ocasionando interferencias en su absorción (Grunes et al., 1970). En este sentido cobra importancia la relación N/CNE que presenten los verdeos de invierno: así, relaciones  $\geq 0,4$  tendrían un efecto negativo sobre la absorción de Mg (Mayland y Grunes 1979). Si bien los requerimientos mínimos de minerales esenciales en forma individual para determinados niveles de producción están establecidos (NRC, 1996), poco se sabe acerca de la magnitud de su efecto en la productividad animal cuando uno o más de ellos presentan niveles subclínicos en sangre.

### 2.3. Influencia del ambiente sobre el desempeño de rumiantes a pastoreo.

#### 2.3.1. Temperatura y humedad ambiental.

Marsh (1975) encontró que el crecimiento de animales en pasturas de otoño fue menor que sobre pasturas de primavera con similar disponibilidad de pasto. Algunos trabajos no hallaron diferencias entre pesos iniciales y finales de animales localizados en ambientes fríos (4,7 °C) y cálidos (21 °C). Los animales en el ambiente frío consumieron 4% más alimento, pero tuvieron una GDP y eficiencia alimentaria similar a aquellos en ambientes cálidos (Von

Keyserlingk y Mathison, 1993). Birkelo y col.(1991) informa que la GDP fue baja en otoño para un grupo de animales que presentaron un bajo consumo, mientras que fue adecuado en el grupo con alto consumo. Sin embargo, ambos grupos decrecieron drásticamente en GDP durante el invierno, comparado con el verano y otoño. Actualmente, se explica que la GDP decrece debido a las bajas temperaturas, enfatizando que los requerimientos para mantenimiento de la temperatura corporal se incrementan durante la época invernal.

El principal impacto de la estacionalidad sobre los cambios de medio ambiente se da sobre la tasa metabólica, debido a que se altera el flujo de calor entre el animal y el ambiente circundante (Birkelo y col., 1991).

Los factores climáticos, en particular la velocidad del viento, temperatura del aire y lluvia, en varias combinaciones, crean un medio ambiente que incrementa la producción de calor por encima de la condición termoneutral, siendo causa de una reducción de la tasa de crecimiento y eficiencia de utilización de alimento en animales jóvenes (Holmes y col., 1993). En los animales expuestos a bajas temperaturas opera un mecanismo de adaptación mediante el cual se incrementa la tasa de degradación de la proteína. De esta manera los aminoácidos resultantes están disponibles para gluconeogénesis y oxidación, pudiendo contribuir a la termogénesis. La proteína degradada va en detrimento de la síntesis operada en músculo y piel, por lo tanto un consumo adicional de alimento en condiciones frías previene los efectos observados (Shannon y col., 1993).

La exposición al frío también resulta en una depresión de la digestibilidad de la materia seca, en asociación a un incremento en la tasa de pasaje de la ingesta a través del retículo-rumen (Westra y Christopherson, 1976; Kennedy y col, 1977). La producción de calor en animales expuestos al frío aumenta y la energía retenida decrece (Delfino y Mathison, 1991). Se sugiere que la función digestiva de animales jóvenes y pequeños puede ser más marcadamente influenciada por la temperatura del ambiente que para animales adultos y de mayor tamaño (Christopherson, 1976).

### 2.3.2. Interacción entre el consumo y comportamiento del animal en pastoreo.

Las GDP obtenidas en otoño por Marsh (1975) indican que las pasturas en ese período pueden soportar altos niveles de respuesta animal, si las condiciones climáticas son favorables. Las precipitaciones parecieron tener mayor influencia sobre la GDP en bovinos de carne que la diferencia entre temperatura máxima y mínima. El clima puede tener un efecto directo sobre el consumo. Así, una lluvia intensa puede reducir el tiempo de pastoreo y también puede hacer la remoción física del forraje más difícil. También la longitud del día puede tener influencia sobre el tiempo de pastoreo y consumo de nutrientes (Large y Spedding, 1965).

Existen fluctuaciones estacionales en el consumo voluntario y tasa de crecimiento que no pueden ser explicadas tanto por variaciones en la cantidad y calidad de los alimentos, como por los cambios en la temperatura y humedad del ambiente (Forbes y col., 1979). Fotoperíodos prolongados podrían incrementar la GDP a través de un incremento en el consumo del alimento. Los factores digestibilidad de los nutrientes, energía, retención de nitrógeno y niveles de urea en sangre no serían afectados por el fotoperíodo (Guertin y col., 1995). Se ha sugerido que la prolactina, la cual es influenciada por el fotoperíodo, podría incrementar la capacidad de absorción del intestino, aumentando el ingreso de nutrientes desde el alimento (Eisemann y col, 1984).

La variación del fotoperíodo a través del año no afectaría mayormente el tiempo que los animales dedican al pastoreo, que en promedio oscila en los 600 minutos/ día (Kennedy y col., 2009; Pérez-Ramírez y col., 2009). Los animales pastorean por largos períodos del día tanto en verano como en invierno y sobre un amplio rango de producción de MS de pastura, ya que con disponibilidades de 1000 a más de 3000 kg /ha el tiempo de pastoreo presentó una diferencia de solamente 54 minutos (Cowan, 1975).

Durante las horas de luz se dan dos picos importantes de pastoreo. Uno de ellos ocurre al amanecer, después de la salida del sol y el restante al atardecer, en las últimas cuatro horas de luz. Durante la noche existe otro pico de pastoreo cuya intensidad está relacionada con la duración del fotoperíodo (Aello y Gomez, 1982). Existe una estrecha relación entre el momento de la puesta del sol y el período en el cual los animales finalizan su pastoreo. En

promedio, los animales se detienen a los 63 minutos después de la puesta del sol y esta condición se mantiene para las distintas épocas del año (Castle y col., 1975; Van Soest, 1996).

### 2.3.3. Efecto de la estación de crecimiento sobre la calidad del forraje.

Se considera que el pasto cosechado en primavera tiene mayor valor nutritivo que el cosechado en otoño. Se ha observado una alta concentración de CNE en primavera comparada con el pasto de otoño y se ha especulado que resultaría en una alta proporción molar de ácido propiónico en el fluido ruminal, con lo cual la EM del pasto sería más eficientemente utilizada para crecimiento (Corbett y col., 1966). Investigaciones recientes indican que la alta eficiencia de utilización de la EM de pastos de primavera puede relacionarse a una cantidad extra de aminoácidos glucogénico absorbidos desde el intestino delgado, el cual provee equivalentes reducidos (NADPH) y el glicerol fosfato necesario para la conversión de acetato en ácido graso (MacRae y col., 1985). En el trabajo de Givens y col (1993) no se encontró un efecto del estado de crecimiento o la estación de pastoreo sobre las pérdidas de metano, en contraste con lo observado por los autores arriba mencionados, los cuales sugieren que el pasto de otoño bajo en CNE puede elevar las pérdidas de energía como metano. Givens y col (1993) no hallaron relación en un amplio rango de forrajes entre el contenido de CNE y las pérdidas de energía como metano. Coincidentemente todos los autores citados consideran que el pasto generado en primavera es superior al de otoño debido a una diferencia en la eficiencia de utilización de EM, más que a una concentración de EM en la MS.

### 2.4. Suplementación de verdeos invernales.

Como se desprende de la discusión precedente la interacción entre energía, proteína y algunos minerales esenciales en los verdeos es compleja, afectando la productividad de los animales que los pastorean. La magnitud de este efecto dependerá de la proporción relativa de los desbalances generados, esperándose una máxima respuesta productiva cuando se consumen dietas balanceadas. Cuando la pastura en sí misma no lo es, puede recurrirse a

estrategias de alimentación suplementaria con el objetivo de mantener un balance más adecuado de nutrientes.

#### 2.4.1. Henos como suplementos.

En nuestro país es habitual la utilización de henos como suplementos de verdeos invernales, sin considerar el valor nutritivo de los mismos, posiblemente sustentada en la ampliamente difundida creencia de "satisfacer supuestos requerimientos de MS del animal", en forrajes en que la concentración de la misma es muy baja. Se ha extendido el criterio de que la suplementación con henos de baja a intermedia calidad disminuye la tasa de pasaje ruminal y puede mejorar la utilización del verdeo, como fue mencionado por Mader y Horn (1986). En estudios realizados en Estados Unidos con bovinos en crecimiento sobre verdeos de trigo, suplementados con paja de trigo y heno de sudangrass, el consumo no fue afectado, la tasa de pasaje no fue reducida y el tiempo medio de retención en el tracto gastrointestinal no fue alterado (Horn y col., 1983).

Cuando un verdeo de avena es pastoreado sin restricciones, el consumo de heno es en general reducido, sobre todo si es de baja calidad (Blaxter y col., 1961; Gordon, 1975; Horn y col., 1983; Arzadún y col., 1989). En el caso del pastoreo asociado de un verdeo de trigo con heno de sorgo versus verdeo solo, no se obtuvieron diferencias en el desempeño animal. Por el contrario, la GDP decayó rápidamente a medida que se restringió el pastoreo del verdeo y se dió acceso al rastrojo (Horn y col., 1983).

Por otro lado Walsh y Anderson (1978) reportaron que la GDP y espesor de la grasa de novillos sobre pasturas fueron incrementados significativamente con acceso *ad libitum* a heno, pero los resultados dependieron de la calidad del mismo. La utilidad de los henos depende de la interacción de estos con la dieta basal. Cuando el heno y la pastura son de similar valor nutritivo, el mismo puede usarse para compensar la reducción en disponibilidad de pastura (King y col., 1980). En general cuanto mayor sea la calidad de las pasturas a suplementar mayor deberá ser la calidad del heno a utilizar. Por lo tanto la calidad de la pastura tiene influencia sobre el grado de sustitución de la misma,

que ocurre durante la alimentación suplementaria con heno (Elridge y Kat, 1980).

El consumo de henos de buena calidad varía en relación inversa a la restricción del forraje disponible. En condiciones de alta carga el consumo de heno permitió duplicar el consumo de forraje pastoreado, incrementando así el consumo total de EM y la producción en vacas lecheras (Phillips y Leaver, 1985). El consumo de suplementos parece disminuir al aumentar la oferta del forraje a pastoreo disponible. Por otra parte cuando la calidad de la dieta basal disminuye, el consumo del suplemento es mayor. Sobre verdeos de avena con ofertas de disponibilidad baja e intermedia (12 y 24 kg MS/ animal/ día, respectivamente), se ha observado un incremento del consumo total en animales suplementados *ad libitum* con henos de buena calidad. En el mismo ensayo este efecto asociativo sobre el consumo no fue mantenido para ofertas de 36 kg MS/ animal/ día (Castro y col, 1994).

Si el heno suministrado a animales en pastoreo incrementa el consumo total de MS, los consumos desde la pastura generalmente decrecen. El ofrecimiento *ad libitum* de heno puede afectar el tiempo empleado para el pastoreo, mientras no se reduciría limitando el suministro (Rearte y col 1986). En el experimento citado por Phillips y Leaver (1985) el tiempo de 45 minutos de ofrecimiento de heno no fue suficiente para compensar la depresión en el consumo de MS del forraje, y en tal ocasión la calidad del heno y el número y duración de las comidas fue importante.

#### 2.4.2. Suplementación con alimentos concentrados.

La suplementación de los rumiantes a pastoreo con concentrados para mejorar su desempeño productivo es una práctica habitual. Pero el balance óptimo de diferentes tipos de suplementos con energía y proteína es afectado por las características del forraje y el factor animal (Goetsch y col., 1990; Cole y col., 2008; Hall y col., 2008). La respuesta animal a la suplementación con concentrados también varía con la disponibilidad de forraje. Cuando el forraje es restringido, la suplementación con concentrados puede incrementar la digestibilidad total de la MO consumida y el desempeño productivo, debido a que la sustitución de forraje por concentrado no existe o es ínfima (Roberts y

col., 2009) En contraste, cuando la disponibilidad de pasto es abundante, la suplementación puede resultar en una baja respuesta en consumo de forraje y productividad debido a una mayor sustitución de concentrado por forraje (Prache y col., 1990; Gómez –Cortéz y col., 2009).

Se ha observado que en animales que consumieron forraje de mediana a alta calidad la suplementación con granos de cereales tiene en general un efecto asociativo positivo. (Norman y col., 2009). La adición de maíz a dietas altas en proteína como la alfalfa incrementa la GDP debido a que el exceso de  $\text{NH}_3$  ruminal es capturado como proteína microbiana, que es digerida en intestino, proveyendo más aminoácidos (AAc) para el crecimiento (Karnezos y col., 1994). En contraste GDP decrecientes se hallaron en animales que consumieron forrajes de baja calidad suplementados con granos de cereales. Esto sugiere que el efecto de suplementar con granos sobre la utilización es dependiente de la calidad del forraje (Arelovich y col, 1992), de su digestibilidad, nivel de suplementación, características del concentrado, demanda de energía y nutrientes o su uso potencial (Goetsch y col., 1991).

Las características de fermentación rápida de los suplementos con almidón frecuentemente exceden la habilidad de los rumiantes a mantener estable el pH ruminal y como este decrece, la función de las bacterias celulolíticas es frecuentemente perjudicada y la digestión de la fibra decrece (Carey y col., 1993). Es necesario más de un 50% de granos en la dieta para producir un efecto de este tipo de concentrado en la fermentación ruminal. Sin embargo debido al alto contenido de materia soluble, azúcares y N en los forrajes frescos, el nivel de concentrados necesario en la dieta para afectar la fermentación del rumen puede ser menor (Meijs, 1986).

Tal como fue mencionada la adición de granos a la dieta de forrajes afecta el consumo de alimentos más con alta que con baja calidad de forrajes. Cuando la calidad del forraje decrece, el llenado del rumen se incrementa con lo cual la tasa de sustitución decrece (Jarrige y col., 1986). El tipo del grano afecta el patrón de digestión ruminal del almidón, con lo cual se influyen las condiciones en el rumen tales como distensión, tiempo de duración de pH bajo y disponibilidad del almidón para la utilización microbiana, los cuales modifican la digestión de la fibra (Galloway y col., 1993).

La literatura indica que el procesamiento físico de los granos puede alterar su efecto sobre el consumo voluntario de forraje. También hay clara evidencia que el procesamiento de granos influencia su tasa de fermentación en el rumen (Penaar y col., 1990) y mejora la eficiencia de utilización del almidón (Hale, 1973). Esta mejora parece deberse a un marcado incremento en la fermentación ruminal del almidón procesado, como también a un incremento en la digestión en el intestino delgado, mientras que decrecen las pérdidas por fermentación en el ciego y en el intestino grueso (Theurer, 1986). Esta condición sería favorable para animales jóvenes en crecimiento, dado que la mayor síntesis bacteriana tendría el efecto de una suplementación proteica, otorgando una mayor provisión de amino ácidos al intestino delgado (Elizalde y col., 1992).

Como fuente de energía, el almidón digerido en el intestino delgado provee 42 % más energía que el almidón digerido en el rumen. Reduciendo la digestión en el rumen, sin embargo, se reduce la cantidad de energía disponible por los microorganismos ruminales y puede decrecer la provisión de proteína microbiana disponible por el animal (Owens y col., 1986). Esto último puede ser útil cuando las condiciones en sistemas de producción de carne y leche demandan un incremento en el consumo de energía (Carey y col., 1993).

Hennesy y col (1990) sugieren que la suplementación con granos de cereales aportan carbohidratos rápidamente fermentables, pudiendo reducirse las pérdidas de N ruminal. Esto mejoraría la producción de proteína bacteriana debido al aporte de cadenas carbonadas, lo que permitiría incrementar la entrada post-ruminal de la misma (Hall y col., 2008).

La suplementación con concentrados energéticos se presenta como una alternativa para aumentar el suministro de nutrientes al animal, por medio de una mejora en el balance energético de la dieta. Los efectos de la suplementación dependerán de la calidad y cantidad de forraje ofrecido y del tipo y forma del procesamiento del grano empleado.

La suplementación con concentrados proteicos es apropiada cuando un forraje tiene bajo contenido de proteína. Los efectos benéficos sobre el consumo de la dieta basal y la respuesta animal pueden apreciarse más claramente sobre forrajes de baja calidad. En esta situación la proteína

suplementaria mejora el consumo de forraje por un potencial incremento de la tasa de pasaje (Arelovich y col., 1992; Arelovich, y col., 1993; Rearte, 1993).

Se considera que los verdeos cubren la totalidad de los requerimientos de PB de rumiantes en crecimiento. Sin embargo, mucha de esta PB nunca llega al intestino delgado (Ulyatt y col., 1975). El contenido de proteína microbiana sintetizada está estrechamente influenciada por la cantidad de materia orgánica (MO) fermentada en el rumen, y por esta razón, debe tenerse en cuenta que la energía fermentable de la dieta no debe ser limitante. Este es el caso de dietas basadas en forrajes inmaduros o bien residuos de cultivos (Ludden y col., 1995; Cole y col., 2008).

Por otro lado se puede lograr mantener la síntesis de proteína microbiana mediante la inclusión de urea u otra fuente de proteína degradable en el rumen, para proveer  $\text{NH}_3$  y otros productos de descomposición de proteínas por la población microbiana en el rumen (Stock y col., 1981). Así, para lograr la máxima producción de proteína microbiana en el rumen una óptima combinación de energía, nitrógeno, minerales y otros factores de crecimiento deben abastecer a los microorganismos (Clark., 1975).

Con estas consideraciones, la producción de proteína en el rumen puede ser suficiente para los requerimientos de mantenimiento solamente. En este caso mediante la suplementación con proteínas de baja degradabilidad una mejora en la respuesta productiva y eficiencia de utilización del alimento indican que el animal requiere más proteína que la que es producida en el rumen (Chalupa, 1974). Debido a que la provisión de proteína pos-ruminal puede ser deficiente para los animales jóvenes en crecimiento, es probable una baja respuesta productiva. Si mucha de la PB de los verdeos de invierno falla en llegar al intestino delgado, la provisión de proteína de baja degradabilidad ruminal es una alternativa viable y efectiva para incrementar el total de proteína utilizable en rumiantes con altos requerimientos, y en estos casos resultar superior a la suplementación con granos (Donaldson y col., 1991).

El valor de una fuente de proteína en mejorar la productividad del rumiante es determinado por su habilidad de abastecer de amino ácidos limitantes del intestino delgado, y de N disponible para el uso por los microorganismos del rumiante (Titgmeyer y col., 1989; Reynolds y col., 2008). Si bien la provisión intestinal de amino ácidos en los rumiantes es derivada

desde la proteína microbiana, proteína endógena y proteína de la dieta que escapa la fermentación ruminal (Storm and Ørskov, 1983), la utilización pos-ruminal de nutrientes elimina pérdidas de energía asociadas con la fermentación, y pérdidas de proteína, incurridas en la transformación de proteína dietaria a proteína microbiana (Chalupa, 1974). El uso de fuentes combinadas de proteína aportan amino ácidos complementarios que modifican la cantidad y perfil de amino ácidos que abastece el animal huésped (Santos y col., 1984). Las proteínas complementarias deben constituir una proporción importante de la proteína de la dieta y ser resistentes a la degradación ruminal y aún disponible en el intestino delgado (Cecava y col., 1990).

Existen grandes diferencias entre fuentes de proteínas en cuanto a su potencial de escape a la degradación ruminal. También varía la cantidad de amino ácidos individuales que ellas aportan para la absorción desde el intestino delgado (Stern y col., 1983). El aporte pos ruminal de amino ácidos puede también afectar la secreción de glucagón, insulina y hormona de crecimiento, todos ellos reguladores activos del metabolismo (Stobbs y col., 1977). También se ha sugerido que las proteínas de baja degradabilidad ruminal actúan en estimular el consumo parcial o totalmente a través de un incremento en la digestibilidad de la dieta (Davison y col., 1990). Los resultados de Andersen y col. (1988) indican que el mejoramiento en el consumo de forraje posiblemente resulta de la corrección del balance de amino ácidos y del flujo de  $\text{NH}_3$  al intestino delgado, mecanismo por el cual animales en crecimiento suplementados con proteína de baja degradabilidad ruminal incrementaron su respuesta productiva.

De acuerdo a lo discutido precedentemente, existen diversos y complejos factores como componentes de la producción animal sobre verdes. Este grado de complejidad hace que el hombre deba enfatizar su conocimiento y comprensión sobre aquellos factores que puede manejar, tales como la elección de un suplemento a utilizar. Así esto depende de una mejor comprensión de al menos algunos de estos factores.

Las prácticas de suplementación utilizadas habitualmente por el productor agropecuario en el área de influencia de la Universidad Nacional del Sur, para bovinos en crecimiento y terminación, consisten en la provisión adicional de heno y en algunos casos de granos enteros, fundamentalmente grano de

avena, independientemente del valor nutritivo de los suplementos, de los requerimientos de los animales, del desarrollo, disponibilidad y manejo del verdeo u otros aspectos que puedan incidir en la utilización del forraje de base. Estas prácticas habitualmente no siguen ningún fundamento técnico, ni tampoco existe suficiente información regional al respecto, sobre todo en lo relacionado a los efectos de estos suplementos sobre utilización de verdeos invernales y la productividad de animales que los pastorean.

## HIPOTESIS DE TRABAJO.

En bovinos que consumen como dieta basal verdeo de avena en estado vegetativo, se plantean las siguientes hipótesis de trabajo:

1) El valor nutritivo de un heno utilizado como suplemento afecta la fermentación ruminal, el nivel de minerales esenciales en suero sanguíneo y la ganancia de peso.

2) La suplementación con granos de alta densidad energética afecta el pH y la concentración de  $\text{NH}_3$  ruminal, la concentración de algunos minerales esenciales en suero sanguíneo e incrementa la ganancia de peso.

3) La provisión de una fuente de proteína de baja degradabilidad ruminal incrementa la ganancia de peso, como una consecuencia de una mayor eficiencia en la utilización de la proteína de la dieta.

## OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio fue determinar en dos experimentos la influencia de programas de suplementación que incluyeron henos, grano de maíz y harina de gluten de maíz sobre la tasa de crecimiento, parámetros ruminales y sanguíneos con bovinos a pastoreo sobre verdeo de avena como dieta basal.

### CAPITULO III: Experimento I. ***Suplementación de bovinos que pastorean un verdeo de avena con henos de calidad contrastante.***

#### 3.1. Objetivo

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de la suplementación con henos de sorgo y alfalfa sobre la fermentación ruminal, parámetros sanguíneos y ritmo de crecimiento en bovinos a pastoreo sobre verdeos de avena (VA) localizados en dos sitios experimentales.

#### 3. 2. Materiales y Métodos.

##### 3. 2.1. Sitios experimentales.

Las parcelas experimentales se ubicaron en las localidades de Pasman PAS (Partido de Coronel Suárez) y Argerich (ARG, Partido de Villarino), en la Provincia de Buenos Aires (Figura 3.1). En PAS el experimento se realizó en la Chacra Experimental del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires (37°13' S; 62°11' O). En ARG el ensayo se llevó a cabo en un establecimiento rural perteneciente al Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (38°47' S; 62°38' O).

##### 3. 2. 2. Caracterización climática.

El clima de PAS (Coronel Suárez) es templado sub-húmedo. La temperatura media anual es de 13,7°C, la temperatura media del mes más cálido es de 22°C (enero) y la mínima de 8,1°C (julio). El periodo libre de helada se extiende desde el 15 de octubre hasta el 30 de abril. Los vientos que predominan son SO y O. La precipitación media anual es de 756 mm. Las lluvias se producen mayormente entre los meses de septiembre y abril, siendo julio y agosto los de menor precipitación.

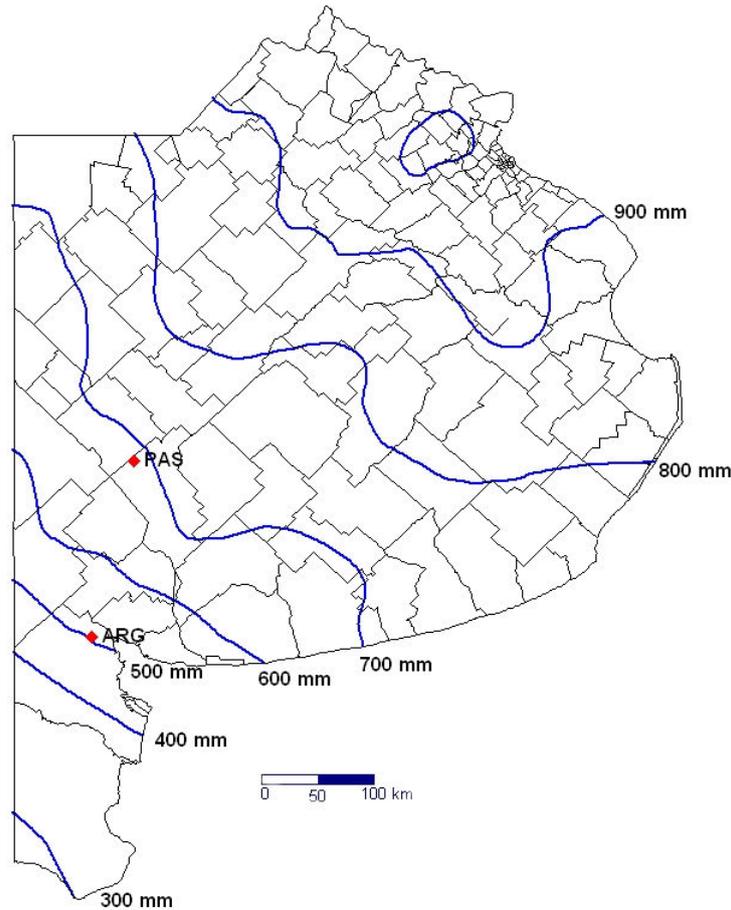


Figura 3.1. Ubicación de sitios experimentales (puntos rojos: lugares de la experiencia; en azul: isohietas de precipitación media anual para el período 1950-1990).

El clima de ARG es templado sub-húmedo de transición al árido. El mismo tiene su origen en el desplazamiento de grandes masas de aire que surgen de los centros de acción del hemisferio Sur, que son los anticiclones semi-permanentes del Atlántico y del Pacífico. Estos constituyen los grandes motores que gobiernan la circulación atmosférica en latitudes medias. La masa de aire cálido y húmedo que surge del anticiclón del Atlántico penetra y se expande en forma de abanico sobre la porción nororiental del país y es responsable de la mayor parte de las precipitaciones que se registran en la llanura pampeana. Al llegar al Sur de la provincia de Buenos Aires se presentan como vientos cálidos y con un contenido de vapor de agua muy inferior al original (Donnari y Mormeneo, 1993). La precipitación media anual alcanza los 530 mm, con marcado déficit hídrico en el período estival. La temperatura media anual es de 14°C, con valores para el mes más cálido (enero) de 23 °C y para el mes más frío (julio) de 6,8 °C. El periodo libre de

heladas es de 150 días. Los vientos predominantes son del N y NO, alcanzando velocidades medias de 17 km/h en primavera-verano y valores de 14 km/h en otoño-invierno.

En ambos ensayos y durante el período que duraron los mismos se contó con la instalación de casillas meteorológicas de registros simultáneos computarizados para medir la temperatura de la superficie del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ ), temperatura del aire a 0,5, 1 y 2 m de altura ( $^{\circ}\text{C}$ ), la humedad relativa (%), la velocidad del viento a 2 m de altura (km/h), radiación incidente ( $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$ ) y las precipitaciones diarias (mm). Este último registro solamente se obtuvo en la localidad ARG.

Los sensores fueron integrados por el registrador de datos (Campbell Scientific 21 XL) en intervalos de 1 hora (promedio de 12 observaciones). Los datos almacenados en memoria electrónica fueron periódicamente transferidos a una computadora utilizando una interfase digital-audio-digital (Campbell Scientific 201). El sistema de baterías fue alimentado mediante un panel fotovoltaico modelo ARCO M63. Los valores medios diarios son reportados como promedios mensuales correspondientes a los meses de julio y agosto para el año 1991 y comparado con los valores mensuales y anuales de las series estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la localidad de PAS (1962-1990). De igual forma se procedió a analizar la serie estadística de la localidad de ARG (1908-1986) junto con la Caracterización Agroclimática del Partido de Villarino (Donnari y Mormeneo, 1993).

En la localidad PAS las temperaturas máxima y mínima absoluta, y media del aire en promedio para los meses de julio y agosto fueron  $11,7^{\circ}\text{C}$ ,  $2,6^{\circ}\text{C}$  y  $6,8^{\circ}\text{C}$  en 1991, mientras que los valores medios correspondientes al SMN (1962-1990) fueron  $11,9^{\circ}\text{C}$ ,  $3,1^{\circ}\text{C}$  y  $7,1^{\circ}\text{C}$  respectivamente. La humedad relativa media (1962-1990) es del 78 %, el valor medio (para julio y agosto de 1991) registrado en el ensayo fue de 78 %. Los vientos predominantes son del sector norte y noroeste con una media para los meses de estudio de 7,3 km/h, a 10 m de altura, (1962-1990), siendo los valores medios (julio y agosto de 1991) registrados de 7,3 km/h. La temperatura del suelo estuvo aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  o menos por debajo de la del aire a 0,50, 1,00 y 2 m siguiendo un patrón de variación semejante durante los meses de julio y agosto de 1991. La radiación incidente presentó valores medios registrados para los

meses del ensayo de 179 y 224 cal/ cm<sup>2</sup>/ día respectivamente. Los registros de precipitación presentan valores medios (1962-1990) de 30,4 y 30,4 mm para los meses de julio y agosto respectivamente.

En la localidad ARG las temperaturas máxima y mínima absoluta, y media del aire en promedio para los meses de julio y agosto fueron 15,6°C, 2,2°C y 8,0°C, mientras que los registros medios (1908-1986) son 15°C, 2,3°C y 9°C respectivamente.

La humedad relativa media (1908-1986) es de 68%, mientras que la registrada durante el ensayo en promedio fue de 80 %. Los vientos predominantes son del sector noroeste y oeste y la velocidad media anual corresponde a la categoría de vientos leves con un valor promedio para los meses de mayo-junio-julio de 13 km/ h y de 16,2 km/ h para agosto (a 10 m de altura) (1908-1986). Los valores medios registrados fueron de 14,9 km/ h.

La temperatura del suelo fluctuó en 0,5°C respecto de la del aire a 0,5, 1 y 2 m siguiendo un patrón de variación semejante durante el período de registro. La radiación incidente presentó valores medios registrados para los meses de julio y agosto de 180 y 226 cal/ cm<sup>2</sup>/ día, respectivamente.

Los registros de precipitación presentan valores medios (1908-1986) de 25 mm para los meses de julio y agosto respectivamente, siendo los registros obtenidos en el ensayo de 11 y 37 mm para los mismos meses.

Los valores medios de temperaturas máxima, mínima absoluta y medias del aire, la humedad relativa media, la velocidad media de los vientos predominantes y los registros medios de precipitación para los meses de julio y agosto en ambas localidades PAS y ARG, no difirieron en promedio de los registros de 28 y 80 años del SMN respectivamente.

La comparación entre localidades indica que PAS presentó una situación hídrica levemente superior a ARG, dado por los registros pluviométricos y la humedad relativa ambiente. Las temperaturas medias máximas, mínima absoluta y media del aire fueron levemente inferiores en la localidad PAS respecto a ARG. En PAS se registró una diferencia de 4°C, en menos, respecto de la media de ARG para el período del ensayo, sumado a las condiciones de suelo más pesado, con mayor retención de agua, resultó en un período invernal de condiciones más extremas respecto de este último.

### 3. 2. 3. Suelos.

El ensayo de la localidad de PAS presenta como suelo representativo un Paleudol petrocálcico, franco fino, térmico, moderadamente profundo (Soil Survey Staff, 1999). Son suelos fértiles, desarrollados sobre sedimentos loésicos de texturas finas, con buena fertilidad y adecuada capacidad de retención de agua. La morfología del perfil presenta un horizonte Bt, que indica un marcado desarrollo edáfico. El régimen de humedad údico permite la siembra de cultivos de invierno y verano. La principal limitante la constituye la capa de tosca u horizonte petrocálcico, que se encuentra antes del metro de profundidad, restringiendo el desarrollo radicular y, por ende, la productividad de los cultivos.

La experiencia en la localidad de ARG se llevó a cabo sobre un suelo clasificado como Paleustol petrocálcico, franco fino, térmico, moderadamente profundo (Soil Survey Staff, 1999). Son suelos de menor evolución que los anteriormente mencionados, generados a partir de sedimentos loésicos de texturas medias, depositados sobre el horizonte petrocálcico o tosca. Es un suelo de moderada fertilidad física y química. Su principal limitación es el régimen de humedad del suelo (ústico), que no permite la realización de cultivos de verano.

El suelo de PAS se presentó con una profundidad a la tosca variable entre 60 y 80 cm. Algunas propiedades del perfil típico se presentan en la tabla 3.1. (Anexo 1) Es un suelo de buena aptitud productiva (clasificación por capacidad de uso III s), asociado en el paisaje a suelos de excelente productividad, como son los Argiudoles típicos. En ARG el perfil analizado (tabla 3.2 del anexo 1) presentó texturas más finas que los suelos dominantes de la región, con alto contenido de materia orgánica y lavado de carbonatos en profundidad (Sánchez y Amiotti, 1991). La tosca se presenta entre 80-110 cm de profundidad. Posee una limitada capacidad agrícola (III c) debida fundamentalmente al clima siendo uno de los suelos de mayor aptitud de la región. Abarca un 15% de la superficie del partido de Villarino (unas 200.000 has) y normalmente se presenta formando asociaciones con Calciustoles pretrocálcicos.

En los lotes de pastoreo de PAS y ARG fueron tomadas muestras compuestas de suelo superficial con muestreador tipo balde, a fin de contar con una estimación de la fertilidad de los mismos. Las muestras se dejaron secar al aire y luego fueron tamizadas por malla de 2 mm y posteriormente a 0,5 mm para determinaciones de fertilidad. Los resultados se presentan en la tabla 3.3 (anexo 1). Los contenidos de materia orgánica son elevados en los dos suelos, los valores de pH son neutros, las relaciones C/N son adecuadas y los contenidos de Ca, Mg, K y Na son normales y balanceados. El suelo de PAS presenta una deficiencia en fósforo disponible (6 mg/ kg), mientras que ARG presenta un valor de 16 mg/ kg, adecuado para cultivos y verdeos (Rivero y Cruzate, 2008).

#### 3. 2. 4. Animales y tratamientos.

Se utilizaron 36 vaquillonas Aberdeen Angus de 164 kg de peso en PAS (12 por tratamiento) y 30 vaquillonas AA de 154 kg de peso inicial en ARG (10 animales por tratamiento). Al inicio de la experiencia los animales fueron desparasitados, caravaneados para su identificación y pesados. Los animales pastorearon VA como dieta basal durante 84 días en PAS y 75 días en ARG. Los animales fueron agrupados por peso y asignados al azar a tres tratamientos experimentales a fin de asegurar un peso inicial similar. El número de animales para el cálculo fue de 36 y 30 animales para las localidades de PAS y ARG respectivamente. Los tratamientos de suplementación se repitieron en las dos localidades bajo estudio. Los mismos consistieron en un grupo control, sin suplementación (C) y dos grupos con suplementación diaria *ad libitum*: uno con heno de pastura (HP) y el restante con heno de sorgo de plantas enteras (HS). Los henos fueron picados y administrados diariamente en comederos dispuestos para tal finalidad en corrales individuales, con acceso al agua de bebida

Los pastoreos de VA se realizaron entre las 10 y 17 horas para los 3 tratamientos en esquema de pastoreo continuo, en ambas localidades. Asimismo, los animales fueron encerrados diariamente entre las 17 hs y las 10 del día siguiente en corrales individuales próximos al lote de pastoreo.

### 3.2.5. Caracterización de verdes de avena y suplementos.

Previo a la siembra, el suelo fue arado con arado de rastra en dos oportunidades, en Noviembre e inmediatamente antes de sembrar. Se utilizó una sembradora de cereales y la densidad fue calculada en 250 plantas m<sup>2</sup>. No se utilizaron fertilizantes en ningún momento durante el cultivo. En ambas localidades se seleccionaron cuadros de 12 ha con paisaje llano.

El heno de pastura estaba constituido fundamentalmente (85-90%) por alfalfa (*Medicago sativa*), la que había sido sembrada sobre una pastura degradada de Falaris bulbosa (*Phalaris tuberosa var. stenoptera*) y en una menor proporción, Raigrass criollo (*Lolium multiflorum*) mientras que el heno de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*), provino de la cosecha de planta granada a fines del verano.

En el VA se evaluó la disponibilidad de materia seca cada 28 días. La misma se efectuó por recolección de material fresco cortado con tijera, comprendido en un aro de 0,25 m<sup>2</sup>, arrojado al azar con 10 a 15 repeticiones de manera de abarcar toda la superficie del lote de pastoreo. Estas submuestras fueron luego secadas en una estufa de corriente de aire forzado a 60°C, para determinar el contenido de MS por diferencia de peso.

Estos cortes fueron utilizados para estimar el valor actual de la disponibilidad de materia seca. Luego las submuestras fueron compuestas por fecha, se molieron a tamaño de 1 mm y se acondicionaron para análisis químicos.

Sobre las muestras de VA, HP y HS se realizaron determinaciones de: contenido de humedad (peso constante a 105° C), cenizas totales (por incineración a 550°C) y Nitrógeno total (N), por el método macro Kjeldahl (A.O.A.C., 1990). La PB fue calculada como N x 6,25. La fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y lignina detergente ácido (LDA, sobre el residuo de FDA) fueron determinadas de acuerdo al método descrito por Goering y Van Soest (1970). La fracción extracto etéreo (EE) fue calculada por pesada de la muestra sometida a 105°C hasta peso constante, luego de tres horas de extracción con solvente (éter sulfúrico) (A.O.A.C., 1984). La fracción NNP fue calculada como diferencia entre el valor de PB y proteína verdadera (PV). Esta última fue obtenida por la precipitación de la fracción proteica con

ácido tricloro acético al 3% (Siddons y col., 1979). La fracción de carbohidratos no estructurales (CNE) fue calculada como:  $CNE = 100 - (\% FDN + \% PB + \% GB + \% \text{ Cenizas})$ , según Van Soest y col, 1991. Los cationes Ca, Mg, Na y K se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, sobre un extracto ácido proveniente de la digestión húmeda del forraje (A.O.A.C., 1984)

### 3. 2. 6. Determinaciones en los animales.

#### 3. 2. 6.1. Consumo voluntario de henos y ganancia de peso.

En ambas localidades se determinó el consumo voluntario de la MS de forma individual, ambos henos, en dos períodos de 5 días durante el transcurso del experimento. Se pesó el heno ofrecido y rechazado diariamente. Por diferencia de peso de la MS se determinó el consumo individual de suplemento.

Se realizaron pesadas cada 28 días durante la mañana, antes de que los animales ingresen al pastoreo diario, en ambas localidades. Esto permitió medir la evolución del peso vivo y en consecuencia determinar la GDP individual para los períodos en estudio de cada ensayo.

#### 3. 2. 6. 2. Parámetros ruminales y sanguíneos.

Se llevó a cabo cada 21 días en ambas localidades. La recolección del contenido ruminal y sanguíneo se efectuó simultáneamente en 3 animales por tratamiento en dos horarios de muestreo, a las 11 y a las 15 horas. El primero correspondiente a la salida del encierro nocturno y el segundo cuando los animales provenían de la pastura. El líquido ruminal se extrajo vía esofágica mediante la aplicación de vacío mecánico a través de un tubo recolector equipado con bombilla filtrante. Posteriormente el líquido obtenido se filtró a través de cuatro capas de gasa. Inmediatamente se le determinó pH mediante un peachímetro Altronix-TPA provisto de un electrodo para soluciones acuosas. La muestra se acidificó con 2 ml de HCL 6N por cada 50 ml de líquido (Merchen, y col., 1986) y luego se congeló para posteriores determinaciones de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ). Este último se determinó mediante el procedimiento del Fenol-Hipoclorito descrito por Broderick y Kang (1980).

Las muestras de sangre fueron extraídas mediante punción yugular. La muestra no fue tratada con anticoagulante para permitir la separación del suero, sobre el cual se le practicó una digestión húmeda (A.O.A.C., 1984) y posteriormente sobre el extracto se determinó por espectrofotometría de absorción atómica el contenido de Ca, Mg, Na y K (Mc Dowell, 1983, 1987).

### 3. 2. 7. Análisis Estadístico.

Los contenidos de MS obtenidos en cada localidad se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores fijos: tratamientos y jornadas para la variable en estudio. Se efectuó ANOVA simple para la evaluación de la variable GDP. Para la comprobación de la homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba de Bartlett. Se efectuó ANOVA para la evaluación de la variable GDP por localidades y por dietas en PAS y ARG.

Se efectuó un ANOVA de los siguientes factores fijos: tratamientos, fechas y horarios de muestreo, con medidas repetidas en el tiempo para el factor fechas de las variables pH y N-NH<sub>3</sub> en líquido ruminal; Ca, Mg, K y Na en suero sanguíneo. Las medias se compararon por el test de Tukey. Los niveles de significancia adoptados fueron  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ . Asimismo, para la comprobación de homogeneidad de varianzas se utilizó la prueba de Bartlett. (Steel y Torrie, 1980). Se realizó un ajuste polinómico entre las variables CNE de los VA y N-NH<sub>3</sub> ruminal, diferenciando los horarios de toma de muestra.

### 3. 3. Resultados y discusión.

#### 3. 3.1. Características del verdeo y suplementos.

En PAS la disponibilidad de MS del VA evaluada en cuatro oportunidades a lo largo del período de ensayo (Figura 3.2) presentó diferencias entre las fechas de muestreo ( $p < 0,01$ ). El valor medio decayó para la última fecha de muestreo del 6/9 a 1712 kg /ha ( $p < 0,05$ ) siendo los otros registros de 2910, 3356 y 3795 kg/ ha para el 26/6, 16/7 y 12/8 respectivamente.

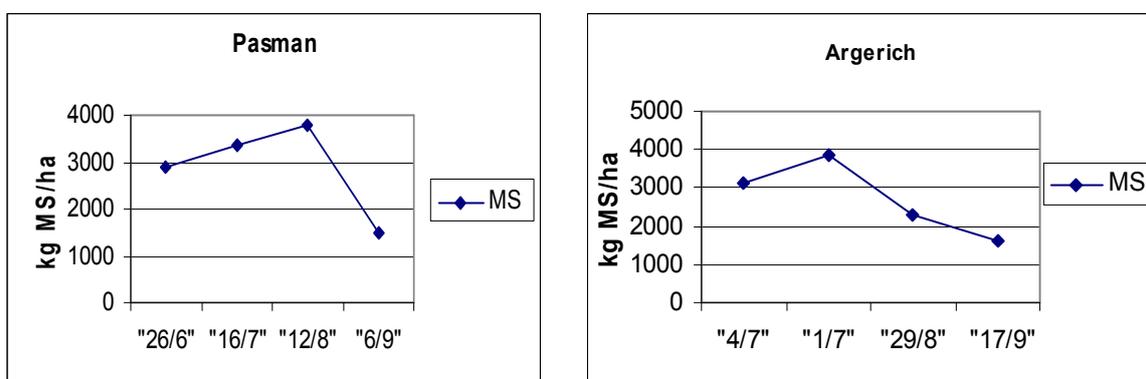


Figura 3.2. - Disponibilidad de MS del VA en función del tiempo para las localidades de PAS y ARG.

La disponibilidad de MS del VA en ARG (Figura 3.2) también presentó diferencias para las cuatro fechas de muestreo ( $p < 0,01$ ). Los valores medios registrados presentaron un pico de producción de 3763 kg /ha y un mínimo de 1702 kg/ ha para la última fecha.

La disponibilidad del VA en kilogramos de MS por animal y por día fue calculada promediando la MS disponible entre períodos de evaluación acorde al área pastoreada y número de días entre mediciones. La disponibilidad total en materia seca del VA en PAS fue de 52, 44 y 36 kg/ animal/ día y en ARG de 48, 43 y 42 kg/ animal/día para los tres períodos de estudio respectivamente. (Tabla 3.4 del anexo 1).

Los contenidos de MS del VA en PAS junto con su composición porcentual son presentados en la Tabla 3.5. La MS (a 60°C) varió de 20 a 28 %, los valores medios de PB variaron de 10,70 a 13,34 %, el contenido de NNP

entre 3,02 y 3,79, la fracción FDN lo hizo entre el 62,94 y 40,53 %, la de FDA entre 34,24 y 20,66 %, la de LDA entre el 2,87 y 1,13 % y el contenido de CNE entre 6,71 y 34,82%.

En la Tabla 3.6 se presentan los valores de MS y composición química del VA en la localidad ARG. La MS al inicio del ciclo del verdeo tuvo valores de 17% llegando a 32 y 28 % para las últimas fechas, la PB varió entre 11,30 y 13 %, el contenido de NNP entre 2,04 y 3,69 %, la fracción FDN entre 61,64 y 44,16 %, la de FDA entre 21,29 y 31,68 %, la de LDA entre 1,54 y 5,19 % y la de CNE entre 9,03 y 33,41 %.

Tabla 3.5.- Composición porcentual en materia seca del VA para la localidad de Paskan en función del tiempo.

Composición, %	Fecha			
	May 26	Jul 16	Ago 12	Sep 6
Materia seca	20,6	20,82	28,57	24,14
Cenizas	10,22	8,30	10,47	14,04
Proteína Bruta	13,34	11,30	10,70	12,01
Nitrógeno No Proteico	3,30	3,02	3,79	3,06
Carbohidratos No Estructurales	28,97	34,82	26,91	6,71
Fibra Detergente Neutro	44,10	40,53	47,64	62,94
Fibra Detergente Acida	22,09	20,66	24,41	34,24
Hemicelulosa	22,01	19,87	23,23	28,70
Lignina	1,34	1,13	1,55	2,87
Celulosa	20,75	20,66	22,86	31,37
Extracto Etéreo	3,37	5,05	4,28	6,30

Tabla 3.6.- Composición porcentual de la materia seca del VA para la localidad de Argerich en función del tiempo.

Composición, %	Fecha			
	Jul 4	Ago 1	Ago 29	Sep 17
Materia seca	17,70	24,60	32,59	28,78
Cenizas	10,79	11,04	14,95	15,43
Proteína Bruta	12,68	11,30	11,64	13,00
Nitrógeno No Proteico	3,69	2,95	2,76	2,04
Carbohidratos No Estructurales	33,24	33,41	9,46	9,03
Fibra DetergenteNeutro	44,16	45,21	61,64	59,64
Fibra Detergente Acido	24,41	24,29	21,29	31,68
Hemicelulosa	19,75	20,92	40,35	27,56
Lignina	1,59	1,54	5,19	2,82
Celulosa	22,82	22,75	16,1	29,26
Extracto Etéreo	2,93	2,59	2,31	2,90

La concentración mineral de la MS en el VA de PAS es presentada en la Tabla 3.7. El contenido de Mg varió para las cuatro fechas de muestreo entre 0,087y 0,126 %, el Ca lo hizo entre 0,248 y 0,464 %, el K entre 1,80 y 2,66%, el Na entre 0,065 y 0,105 % finalmente la relación K/(Ca+Mg) varió entre 1,60 y 3,28.

Tabla 3. 7 - Concentración mineral de la materia seca del VA para la localidad de Pasman en función del tiempo.

Composición	Fecha			
	May 26	Jul 16	Ago 12	Sep 6
Mg, %	0,096	0,087	0,099	0,126
Ca, %	0,255	0,248	0,268	0,464
Na, %	0,105	0,038	0,076	0,065
K, %	2,66	2,132	1,800	2,110
K/(Ca + Mg)	3,28	2,78	2,13	1,6

En ARG (Tabla 3.8) la concentración mineral del VA presentó valores para Mg entre 0,125 y 0,207, para Ca entre 0,172 y 0,263, el K varió entre 2,014 y 3,05 %, el Na entre 0,123 y 0,196 %, la relación K/ (Ca+Mg) varió entre 1,76 y 3,90.

Tabla 3. 8 - Concentración mineral de la materia seca del VA para la localidad de Argerich en función del tiempo.

Composición	Fecha			
	Jul 4	Ago 1	Ago 29	Sep 17
Mg, %	0,125	0,142	0,207	0,203
Ca, %	0,20	0,172	0,240	0,263
Na, %	0,123	0,196	0,162	0,133
K, %	3,05	2,750	2,014	2,679
K/(Ca + Mg)	3,90	3,57	1,76	2,29

En la Tabla 3.9 se presentan los valores medios de composición química de los henos HP y HS sobre base seca. La PB varió entre 14,44 y 3,84 %, la fracción FDN entre 62,52 y 74,92 %, FDA entre 46,37 y 45,98 % y LDA entre 9,77 y 5,50 %, para HP y HS respectivamente. La concentración mineral de la MS de los henos aparece en la Tabla 3. 5. El Mg varió entre 0,126 y 0,099 %, el Ca entre 0,895 y 0,293%, el Na entre 0,033 y 0,016%, el K lo hizo entre 2,82 y 1,35 %, la relación K/(Ca+Mg) varió entre 1,31 y 1,51 % para HP y HS respectivamente.

Tabla 3. 9 - Composición de la materia seca de los henos de pastura y sorgo.

Composición	Heno Pastura	Heno Sorgo
Materia seca, %	92,41	91,07
Cenizas, %	10,42	9,51
Proteína Bruta, %	14,44	3,84
Fibra Detergente Neutro, %	62,52	74,92
Fibra Detergente Acido, %	46,37	45,98
Hemicelulosa, %	16,15	28,94
Lignina, %	9,77	5,50
Celulosa, %	36,6	40,48
Mg, %	0,126	0,099
Ca, %	0,895	0,293
Na, %	0,033	0,016
K, %	2,82	1,350
K / (Ca + Mg)	1,31	1,51

La disponibilidad de MS en el VA se mantuvo entre junio y agosto por encima de los 2500 kg, decayendo hacia el final del ciclo productivo. Sin embargo en ambos casos la disponibilidad de MS/ animal/ día, siempre se mantuvo por encima de los 20 kg citados por Greenhalgh (1970) para que no resulte limitante del consumo.

La composición de la MS presentó variaciones como consecuencia de la maduración del verdeo. Con el avance de la estación la calidad del VA modificó su composición al igual que lo hacen otros forrajes (Cline y col., 2009). Es coincidente con los datos reportados en la región, en los cuales se observa un descenso en el contenido de PB, aumento en los valores de FDN y FDA y un aumento en CNE a medida que avanza la madurez, estos últimos descienden a partir de antesis, en tallos, para luego trasladarse a la panoja (Fernández Mayer y col. 2007, Martínez y col., 2007). Las variaciones fueron similares a las reportadas en NRC (1982) para ambas localidades. Sin embargo los contenidos de PB estuvieron por debajo de los citados por Elizalde (1992) y Castro y col, (1994) para verdeos similares en el mismo periodo de utilización. Estos valores tal vez son la respuesta a un suelo no fertilizado. Hoekstra y col., (2009) proponen a través de su modelo que los suelos con bajo nivel de

fertilidad en N, en largos períodos de rotación, fueron una herramienta efectiva para manipular la calidad del forraje (relación CNE/PB). Durante la última parte de la estación de pastoreo grandes proporciones del área son afectadas con heces y orina, reduciendo el efecto de la aplicación de una proporción grande de N durante ese período (van der Stelt y col., 2008), hallaron en heces de vacas alimentadas con altos niveles de PB, grandes cantidades de  $\text{NH}_3$  volatilizado. Sin embargo, en dietas ricas en energía, las heces contenían más nitrógeno amoniacal y baja volatilización del  $\text{NH}_3$ .

El bajo contenido de PB hallado en el VA se reflejaría en un menor contenido de N- $\text{NH}_3$  en el líquido ruminal. (Owens y col., 2009). Los valores hallados de FDN están por encima de 33%, indicado como óptimo para disminuir síntomas de acidosis como consecuencia del bajo pH ruminal (Zebeli y col., 2008).

La composición mineral de la MS para ambas localidades presentó valores medios para el Ca y el Mg cercanos a los tabulados (NRC, 1996) (NRC, 1982) mientras que para el caso del Na y el K los valores medios estuvieron por debajo y por encima respectivamente de valores de referencia (NRC, 1984). La relación K/Ca+Mg presentó valores superiores a 2,2 (Kemp y 'T Hart, 1957) para la localidad de Pasmán en las dos primeras fechas, mientras que en Argerich lo hizo en las dos primeras y en la última. Esto indica que en PAS y ARG se presentó el riesgo de desorden metabólico por deficiencia condicionada de Mg. Kemp y 'T Hart (1957), cuando la relación de equivalentes de K/ (Ca + Mg) en forrajes es menor a 2,2 se presenta una baja incidencia de desórdenes metabólicos y la frecuencia se incrementó con valores superiores.

La composición química de los henos utilizados como suplementos resultó similar a valores reportados por NRC (1996). Debe destacarse la calidad contrastante de su composición sobre todo en lo que respecta al contenido de PB. En cuanto al contenido en minerales los mismos presentaron valores medios por debajo de los tabulados (NRC, 1996).

### 3. 3. 2. Consumo voluntario de los henos y ganancia de peso.

El consumo voluntario evaluado durante dos períodos en PAS no resultó diferente ( $p > 0,10$ ) y no fue afectado por el tipo de henos utilizados así como el suplemento ( $p > 0,10$ ). Tampoco se detectó interacción entre el tipo de suplemento y período ( $p > 0,10$ ). Durante el primer período se lograron los consumos de 1119 y 941 g/ animal/ día y durante el segundo de 1197 y 1104 g/ animal/ día para HP y HS respectivamente (Tabla 3. 10).

El consumo de heno evaluado en ARG, tampoco presentó diferencias entre el tipo de heno, período e interacción período y suplemento ( $p > 0,10$ ). Durante el primer período se registraron consumos voluntarios de 388 y 372 g /animal/día y durante el segundo de 434 y 317 g/ animal/ día para HP y HS respectivamente (Tabla 3. 10). Los animales consumieron diariamente más HP (785 g) que HS (683 g) ( $p < 0,05$ ) y en promedio en PAS consumieron 2,88 veces más heno, 1090 g, que en ARG, 378 g,  $p < 0,05$ .

Tabla 3. 10.- Valores medios de disponibilidad del VA y consumo voluntario de los suplementos en las localidades de Pasma y Argerich en kg de MS/ animal/día.

Item	____Pasma____		____Argerich____		Media
	Período I	Período II	Período I	Período II	
Disponibilidad	44,12	36,70	43,66	42,65	-
Consumo					
HP	1,119	1,197	0,388	0,434	0,785
HS	0,941	1,104	0,372	0,317	0,683
Media	1,090		0,378		-

En la localidad PAS se registraron los siguientes pesos iniciales: 161, 160 y 168 kg/ animal, mientras que en la localidad ARG fueron de 149, 164 y 149 kg/ animal, al final del período de pastoreo los pesos en PAS fueron de 197, 204 y 215 kg/ animal y de 186, 209 y 196 kg/ animal en ARG para los tratamientos C, HS y HP respectivamente (Figura 3. 3).

En ambas localidades las GDP mantuvieron la misma tendencia para el total del período analizado, donde el grupo que recibió suplementación con HP= 549 superó a C 434 g/animal/ día ( $p < 0,05$ ) en PAS (Figura 3. 5) y HP=626 superó a C= 493 g/animal /día ( $p < 0,05$ ) en ARG (Figura 3. 5), mientras que el tratamiento con HS no presentó diferencias con ninguno de ellos ( $p > 0,10$ ).

Para la variable GDP se halló interacción no significativa ( $p < 0,98$ ) de dietas por localidades. Asimismo ambas presentaron diferencias significativas entre dietas ( $p < 0,001$ ) y diferencias significativas de las dietas asignadas en cada localidad ( $p < 0,01$ ), con ventaja en ARG en el tratamiento HP sobre PAS de aproximadamente 5 kg por animal para el período analizado (Figura 3. 6).

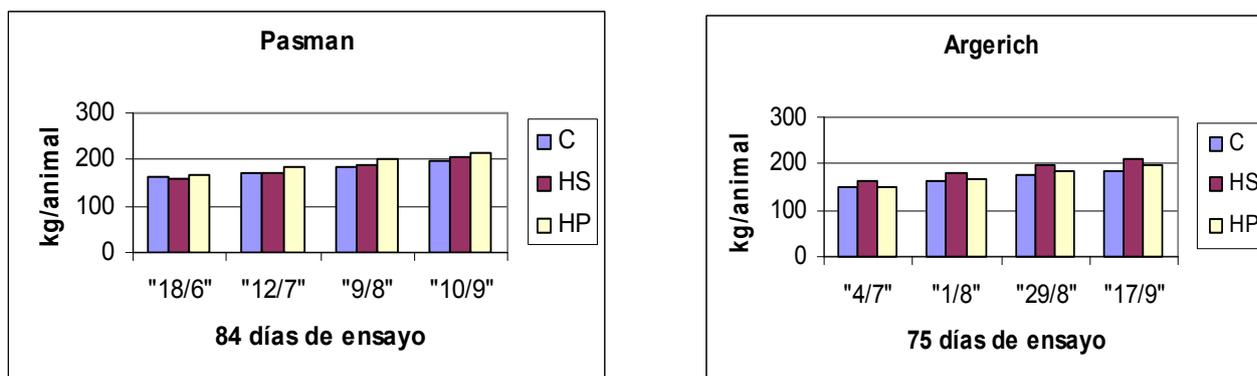


Figura 3. 3 - Peso vivo en los tratamientos C, HS y HP para las localidades de Pasman y Argerich en función del tiempo.

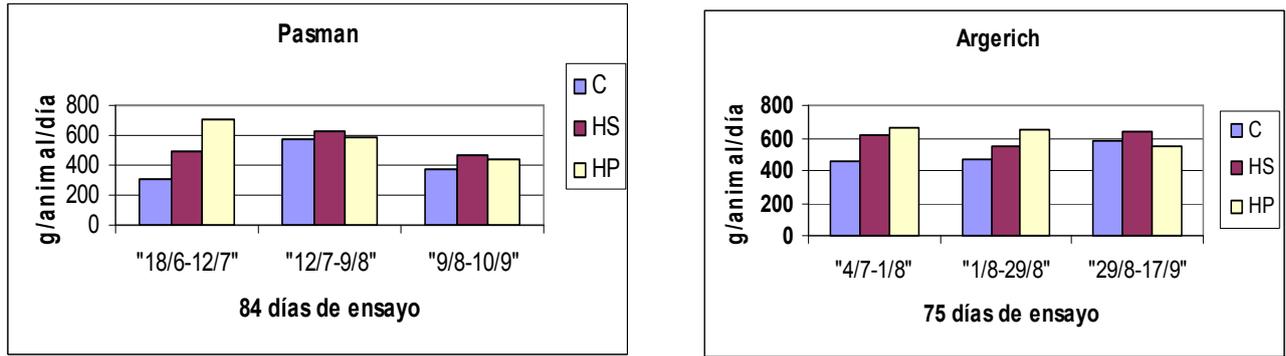


Figura 3. 4-Ganancia diaria de peso para las localidades de Pasman y Argerich de los tratamientos C, HS y HP.

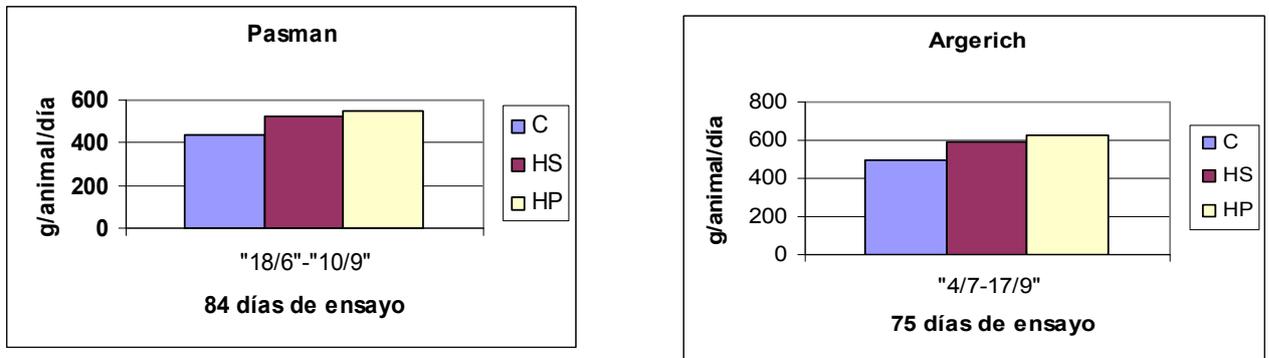
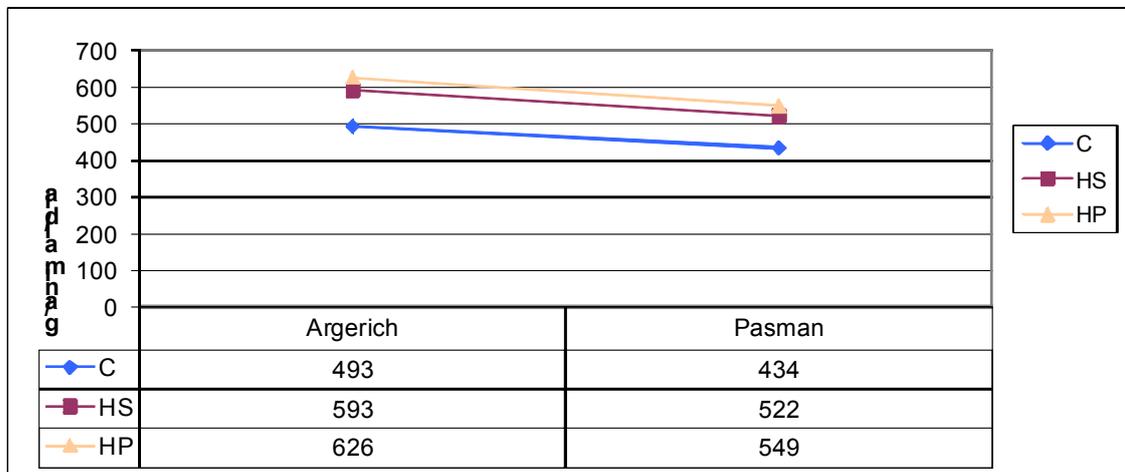


Figura 3. 5 -Ganancia diaria de peso para el total del período en las localidades de Pasman y Argerich de los tratamientos C, HS y HP. Diferencias entre tratamientos C y HP son significativas ( $p < 0,05$ ).

Figura 3.6.- Ganancia diaria de peso por tratamiento para ambas localidades.



Del análisis de la Tabla 3.10 se desprende que en términos generales el consumo en MS de los henos se mantuvo a medida que la disponibilidad de MS del verdeo decreció levemente en ambas localidades hacia el final del ciclo vegetativo y de que la misma nunca estuvo por debajo de los 2500 kg/ha (Eldridge y col., 1980, Walsh y col., 1978) o 20 kg MS/ animal /día citados por Greenhalgh (1970) citados como limitantes para el consumo. En las dos localidades la disponibilidad media del ensayo superó los 40 kg MS/ animal/ día. El consumo comparativamente mayor de ambos henos en la localidad de PAS tal vez se deba en parte a que en esta localidad las condiciones climáticas a las que se sometieron los animales en el invierno pudieron ser más extremas que las de ARG, aspecto que puede ser reflejado por el valor medio de la temperatura durante el período del ensayo, que fue 4° C menor en PAS. El clima puede tener un efecto directo sobre el consumo, por ejemplo una lluvia intensa puede reducir el tiempo de pastoreo y también puede hacer la remoción física del forraje más difícil (Large y Spedding, 1965). Esto último pudo ocurrir en PAS, dado que llovieron más días, sumado a las condiciones de suelo más pesado, con mayor retención de agua, resultó en un período invernal de condiciones más extremas respecto de ARG.

Nuestros resultados coincidirían con los hallados por Castro y col., 1994, quienes con la mayor disponibilidad de MS/ animal/día de avena se observaron una sustitución de pastura por heno, además con la evolución del verdeo la proporción de suplemento en la dieta fue mayor probablemente debido a un cambio en la calidad de la avena. Por otra parte Eldridge y col., 1980, también sostienen que el suministro de heno incrementa el consumo de aquellos animales con acceso a pasturas de bajo nivel de disponibilidad. Phillips y Leaver (1985) encontraron que el consumo de heno se incrementó al final de la estación de pastoreo cuando declinó la biomasa forrajera de la pastura. Estos autores concluyen que el consumo de heno varía en relación a la restricción en disponibilidad de la pastura, en contraste con los concentrados que pueden ser consumidos en preferencia a los pastos originando sustitución, el manejo es simplificado por el animal, ya que él decide cuando la suplementación es necesaria Phillips y Leaver (1985). Los henos de baja calidad son consumidos en pocas cantidades (Arnold y col., 1958; Jung y col., 1995; Allen, 2000),

mientras que los de alta lo hacen de forma suficiente de restablecer el consumo *ad libitum* del pasto (Phillips y Leaver 1985).

En este experimento tal vez el consumo de ambos henos no alcanzó en cantidad y calidad a compensar el consumo de verdeo que se vio restringido por las horas destinadas al pastoreo por encierre nocturno sumado a que cuando los suplementos son de alto contenido en fibra y bajos en energía el consumo se ve limitado por la capacidad física del animal y no llega a satisfacer la demanda fisiológica de energía (Mertens, 1987; Ketelaars y col., 1992; Gregorini, y col., 2008). No obstante, el consumo de HP comparativamente de mayor calidad, no fue mayor que el de HS, dado que ambos fueron suministrados picados lo que eleva el consumo e iguala su valor nutritivo a henos de alta calidad (Susmel y col., 1991).

La respuesta a la suplementación en ambas localidades y con igual tendencia coincide con lo hallado por Walsh y col., (1978), donde se puso de manifiesto que la calidad del heno administrado tuvo una significativa respuesta sobre el peso final. Phillips y Leaver (1985) también hallaron respuesta a la suplementación con henos en vacas lecheras que aumentaron su producción de leche en un estado temprano de la pastura y su GDP en uno más tardío.

Las GDP registradas sobre el grupo C tal vez sean algo más bajas a las esperadas (Arzadún y col. 1989: 700 g/animal/ día, Kloster y col., 1995: 550 g/animal/ día y Mendez y col., 2000: 764 g/animal /día).

También es probable que las condiciones climáticas hayan contribuido a la respuesta de producción observada a través de los altos requerimientos de otoño/invierno (Marsh, 1975; Morris y col, 1993). Por su parte Phillips y Leaver (1985) justifican que la respuesta benéfica de los henos sugiere que los animales no suplementados no estuvieron dispuestos a cosechar suficiente pasto durante su permanencia en la pastura.

En un estudio de comportamiento de pastoreo realizado por Aello y col., (1982) se halló que los tiempos de pastoreo promedio empleados por animal y por día oscilarían entre 9 y 10 horas, para cualquier época del año donde el fotoperíodo oscila entre 630 min/día a mediados de junio y 948 min/día a mediados de diciembre la mayor intensidad de pastoreo ocurrió durante el pico del atardecer con una participación del 30 al 35 % del pastoreo total. Esto indicaría que existe una respuesta del animal a los estímulos de luz, dado que

el inicio y fin del pastoreo diurno está relacionado con la primera y última luz de día. En el presente ensayo, para el grupo C, ambos momentos estuvieron comprendidos por el encierre nocturno, lo que disminuyó significativamente el tiempo destinado al pastoreo y la imposibilidad de prolongarlo durante el período nocturno para compensar el consumo (Aello y col., 1982).

### 3. 3. 3. Parámetros ruminales.

En PAS el pH ruminal (Figura 3. 7) no presentó variaciones en promedio por efecto del tipo de dieta ni tampoco en las distintas fechas de muestreo ( $p > 0,10$ ). Sin embargo, se observaron diferencias entre los dos horarios de muestreo para las 11 y 15 hs resultando 7,37 y 6,70 respectivamente ( $p < 0,05$ ). En tanto que en ARG (Figura 3. 7) tampoco se observó un efecto de la dieta sobre el pH ( $p > 0,10$ ). Se registraron diferencias entre horas: 7,63 a las 11 h vs. 6,73 a las 15 h ( $p < 0,01$ ), como así también entre fechas de muestreo  $13/9 > 25/7$  y  $16/8$  siendo los valores registrados de 7,32, 7,11 y 7,13 respectivamente, e interacción entre horarios y fechas ( $p < 0,01$ ).

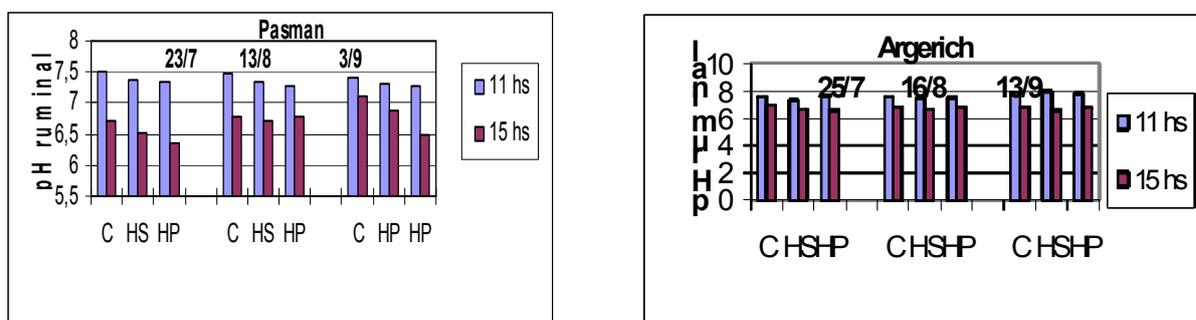


Figura 3.7.- Valores medios de pH ruminal en la localidad de Pasman y en la localidad de Argerich, en distintas fechas y horarios de muestreo.

Estos niveles de pH pueden considerarse dentro del rango sugerido por Terry y col. (1969), Stewart (1977) y Zebeli y col., (2008) quienes reportaron que el óptimo pH para digestión de la fibra se ubica entre 6,7 y 7,1. Van Soest (1982) indica que los rumiantes que consumen forraje como principal componente de la dieta presentan un pH del rumen que oscila entre 6,5 y 7,5.

Los valores más bajos hallados en el horario de la tarde después del pastoreo del verdeo pueden resultar de una mayor producción de ácidos grasos volátiles. En verdeos de invierno y en animales pastoreando en condiciones similares, Nápoli (1987) halló valores de pH aun inferiores a los reportados en este experimento. Los relativamente altos valores de pH ruminal hallados en ambos ensayos probablemente se deban a la manifestación de contenido de fibra y consecuentemente mayor producción de saliva que elevaría el pH.

Con valores de pH inferiores de 6 se produce un descenso de la concentración de  $N-NH_3$  debido a una reducción en la actividad de las desaminasas y proteasas (Erflé y col, 1982). Cerrato-Sanchez y col., 2008, sugieren que el efecto del bajo pH sobre la fermentación microbiana del rumen es dependiente del tiempo en que estos valores permanecen por debajo del óptimo. Mientras que con pH de aproximadamente 7, se optimiza la digestión de la MO y de la FDN y se incrementaría la digestión de la proteína de la dieta, acompañado por un aumento en  $N-NH_3$  y una mayor producción de N de origen microbial y pasante (Shriver y col, 1986). Se ha observado que la digestión de la MO y la FDN son afectadas por el bajo pH independientemente del tipo de dieta (Calsamiglia y col., 2008). En el presente ensayo el pH a lo largo de las fechas se mantuvo levemente por encima de 7 y descendió a aproximadamente 6 en el horario de la tarde en ambas localidades, no pudiéndose inferir que se haya afectado la digestión de la MO y FDN.

Las concentraciones medias de  $N-NH_3$  ruminal en PAS resultaron más elevadas para el tratamiento HP (9,20 mg/ dl) que para HS (5,36 mg/ dl) y C (5,64 mg/ dl,  $p < 0,01$ ). También difirieron en horarios de muestreo siendo 4,22 mg/ dl a las 11 h vs 10,07 mg/ dl a las 15 h ( $p < 0,01$ ). Las concentraciones de  $N-NH_3$  variaron también entre fechas de muestreo ( $p < 0,01$ ) cuyos valores promediaron los 5,64, 3,29 y 15,02 mg/ dl para el 23/7, 13/8 y 3/9 respectivamente (Figura 3.9). Se presentaron interacciones entre fechas de muestreo y suplementos, entre fechas y horarios de muestreo y entre fechas horario y tratamiento ( $p < 0,01$ ).

En la localidad ARG (Figura 3.8) los tratamientos no modificaron la concentración media de  $N-NH_3$  ruminal ( $p > 0,1$ ) siendo los valores hallados: 11,82, 9,97 y 11,02 mg/ dl para C, HS y HP respectivamente. El horario de muestreo afectó la concentración de  $N-NH_3$ . Los valores variaron para las

distintas fechas de muestreo (25/7, 16/8 y 13/9) que presentaron los siguientes valores en promedio: 7,20, 9,02 y 20,08 mg/dl respectivamente ( $p < 0,05$ ). Se detectó interacción entre fechas y horarios de muestreo ( $p < 0,05$ ).

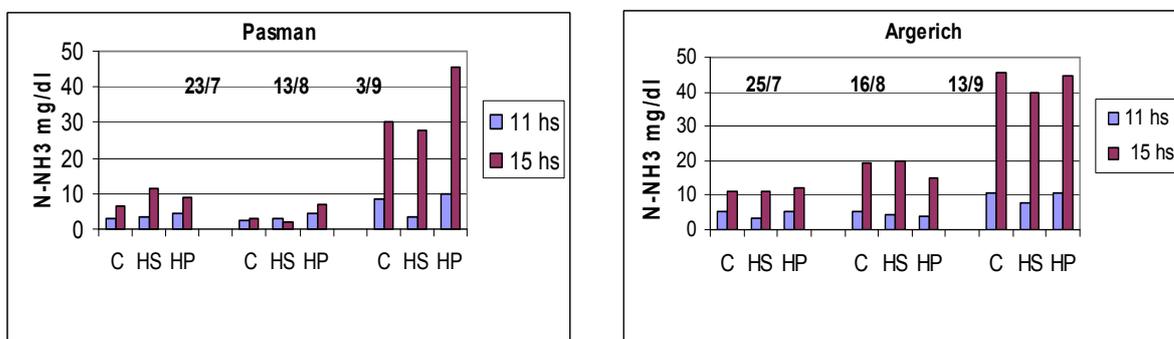


Figura 3. 8.- Concentración de N-NH<sub>3</sub> ruminal para localidad de Pasman y para localidad de Argerich, respectivamente.

La interacción de segundo grado en PAS (Figura 3. 8) indica un comportamiento errático de la concentración de N-NH<sub>3</sub>. El tratamiento HP en promedio superó a HS y C, con un marcado aumento de concentración en el horario de las 15 hs, cuando los animales pastoreaban el verdeo de avena. A su vez esta concentración tendió a incrementarse hacia la tercera fecha de muestreo, es decir, con la evolución en madurez del verdeo. Este comportamiento también tuvo lugar en ARG, aunque en forma más clara dado que el análisis solo presentó interacción de primer grado (Figura 3.9). Sin embargo los valores medios no presentan diferencias en concentración para los tratamientos, pero si se mantuvo la diferencia para los horarios de la tarde y el aumento progresivo en concentración a través de las fechas.

En ambas localidades las concentraciones medias de N-NH<sub>3</sub> ruminal estuvieron por encima de la considerada óptima para crecimiento microbiano, fermentación y digestión de forraje (Satter y Slyter, 1974: 2 a 5 mg/ dl, Kang-Meznarich y Broderick, 1981: 3,3 a 8,5 mg/ dl, Mehrez y col., 1977: 19 a 23 mg /dl).

Las concentraciones halladas con la ingesta correspondiente a verdeo de avena a las 15 h en ambas localidades son mayores que las halladas por Hogan y Weston (1969) (10,7 mg/ dl N-NH<sub>3</sub> y 11,5 % PB) y a los de Elizalde y

Santini, (1992) para verdeo de avena con similar contenido de PB (11 %). En ambos casos fue también superior al valor hallado por Hart y col. (1990) (7,71 mg/ dl, 16,5 % PB). De acuerdo a Beever y col. (1985), mucho del N de la planta pudo haber sido liberado rápidamente durante la masticación; y así rápidamente degradado en el rumen a N-NH<sub>3</sub>. En los forrajes frescos, del 70 al 90 % del N se halla como proteína (Van Vuren y col., 1990). Estas proteínas son degradadas por proteinasas bacterianas extracelulares. Si la proteína se solubiliza rápidamente, frecuentemente se incrementa la tasa de degradación enzimática (Tamminga, 1979). La fermentación de proteína en el rumen genera más N-NH<sub>3</sub> ruminal del que pueden utilizar los microorganismos y en muchos casos un 25 % de la proteína puede ser perdida como NH<sub>3</sub> que difunde a través de la pared ruminal (Nolan, 1975).

La disminución del contenido de N-NH<sub>3</sub> a través de las fechas puede relacionarse al contenido de CNE de los VA para las dos localidades. En el presente ensayo se ha determinado que altas concentraciones de NH<sub>3</sub> en rumen corresponden a bajos contenidos de CNE en los verdes. Asimismo, el horario vespertino ha presentado valores de NH<sub>3</sub> más elevados que el muestro matutino (figura 3.9). Los valores de N-NH<sub>3</sub> han presentado correlaciones inversas altamente significativas con % CNE, tanto para el horario de las 11 ( $r=-0,73$ ,  $p< 0,01$ ) como el de las 15 ( $r=-0,94$ ,  $p< 0,001$ ). A lo largo de las fechas los VA han mantenido el nivel de proteína en un 12 %, mientras que los CNE han aumentado de 6-9 % a más de 34 %, aspecto que permitiría aumentar el nivel de aprovechamiento de NH<sub>3</sub> en el rumen (Fernandez Mayer y col. 2007). Asimismo se aprecia una menor concentración de NH<sub>3</sub> durante el muestreo matutino, donde los animales acceden a los VA después del encierro. Es factible que el aporte de concentrados mejore el aprovechamiento de los compuestos nitrogenados por los micro-organismos ruminales. Los modelos de regresión presentados permiten estimar que es necesario un contar con al menos un 24 % de CNE en VA para una mínima liberación de N-NH<sub>3</sub> en rumen. A niveles menores la tasa de degradación proteica excede la tasa de fermentación de carbohidratos, liberándose grandes cantidades de NH<sub>3</sub> (Nocek y Russel, 1988).

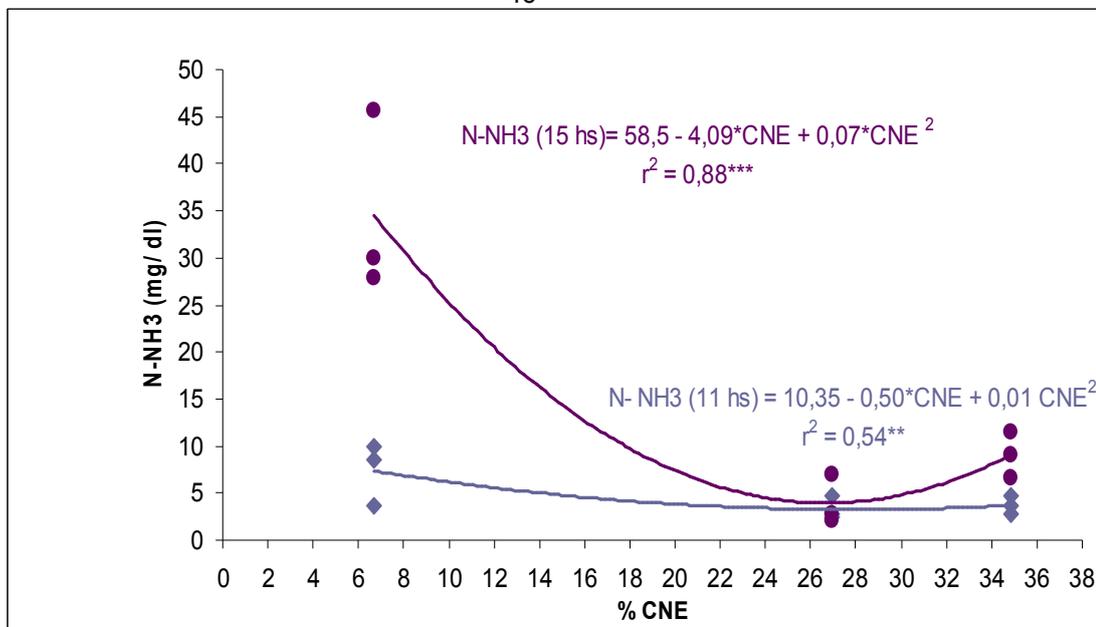


Figura 3.9. Relación entre N-NH<sub>3</sub> (mg/dl) ruminal y la fracción CNE del VA analizado para las localidades de PAS y ARG en conjunto.

Por otra parte para los microorganismos que degradan CNE su abastecimiento de N proviene de los péptidos a una tasa de 0,07 g de péptido por gramo de microorganismos por hora, y este N es usado para la síntesis de proteína microbiana o producción de NH<sub>3</sub> (Russel y col., 1992). La desviación de péptidos a síntesis de proteína microbiana o a amonio es regulada por la disponibilidad de carbohidratos. Cuando los carbohidratos están disponibles incentivan el crecimiento bacteriano. El 66% de la proteína microbiana de los microorganismos que degradan CNE proviene de los péptidos y un 34 % del amonio. En ausencia de carbohidratos, todo el N de los péptidos es convertido en amonio (Russel y col., 1992). En un estudio de fermentación ruminal, Cantalapiedra-Hijar y col. (2009), sugieren que la retención de N, la concentración de N-NH<sub>3</sub> ruminal, y la excreción urinaria de purinas derivadas, se incrementan al incrementar los concentrados en la dieta sobre una dieta base de henos de pastura. En el presente ensayo la proporción relativa de los carbohidratos estructurales fue cambiando con la evolución del verdeo hacia la madurez.

Así puede asumirse que el ritmo de utilización del NH<sub>3</sub> en el rumen ha variado a lo largo del período de estudio, dependiendo de la disponibilidad de cadenas carbonadas, lo que a su vez depende de los cambios en la composición de carbohidratos en el rumen.

### 3. 3. 4. Concentración de minerales en suero sanguíneo.

En la Figura 3.10 pueden observarse los valores medios de concentración mineral en mg/ 100 ml de Mg, Ca, Na y K en suero sanguíneo hallados en PAS. Los mismos no presentaron diferencias por efecto de las dietas ( $p > 0,1$ ), horarios ( $p > 0,1$ ) y fechas de muestreo ( $p > 0,1$ ).

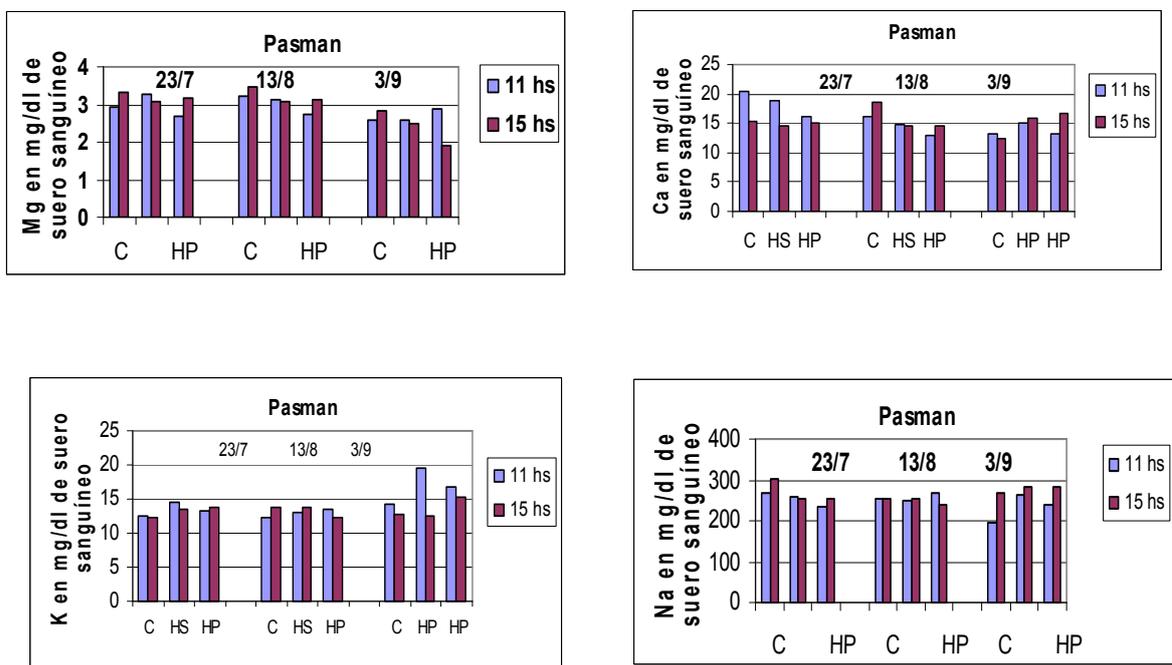


Figura 3. 10 - Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg/ dl en la localidad de Pasman.

En la Figura 3. 11 se presentan los mismos valores hallados en ARG. Las concentraciones de Mg, Ca y K no variaron por efecto de la dieta ( $p > 0,1$ ), ni de los horarios de muestreo ( $p > 0,1$ ). Se hallaron diferencias de concentración ( $p < 0,01$ ) a partir de la primera fecha respecto de las restantes para los cationes en estudio. El catión Na presentó valores medios de concentración que variaron por efecto de las dietas ( $p < 0,01$ ), horarios ( $p < 0,01$ ) y fechas de muestreo ( $p < 0,01$ ).

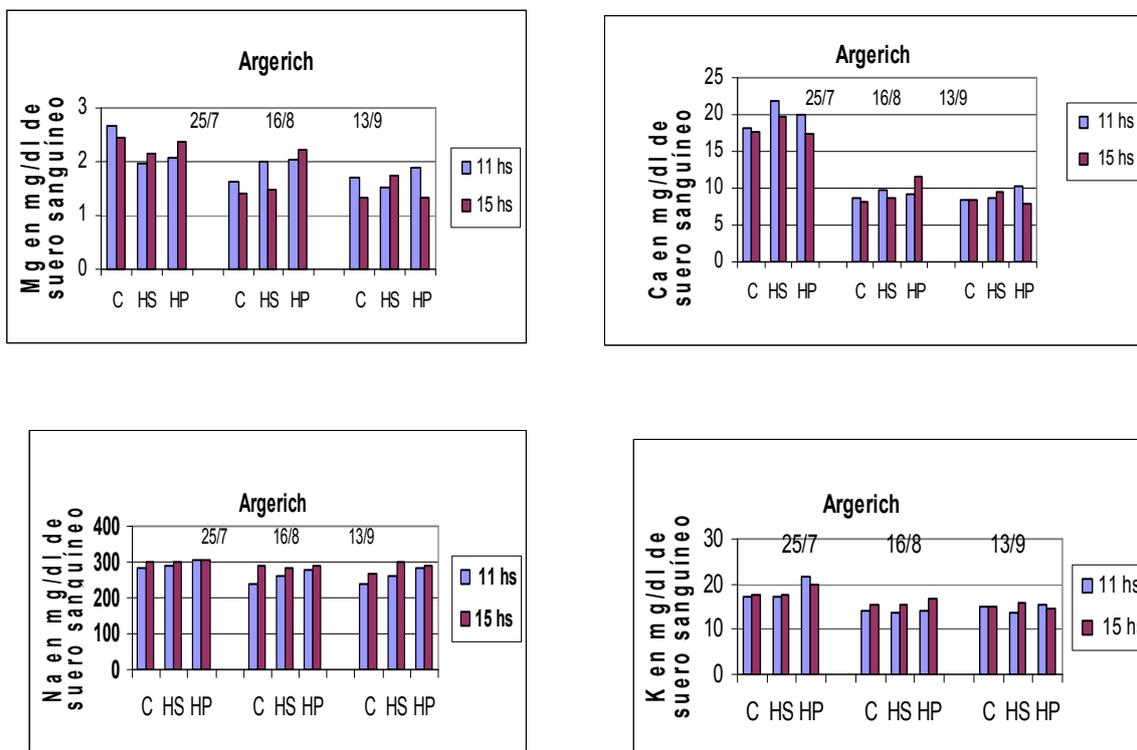


Figura 3. 11 -Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg /dl en la localidad de Argerich.

En PAS los valores medios hallados para la concentración de Mg en suero estarían comprendidos dentro de los valores de referencia siendo estos de 2-3 mg /100ml (Bondi 1988) y 2,81 mg/ 100 ml (Elias, E., 1990). Los promedios de Ca estarían por encima de 10 mg/ 100ml (Bondi, 1988) y 10,40 (Elias, E., 1990). En el caso del Na los valores medios se hallaron levemente por debajo del rango de referencia de 330 mg/ 100 ml (Bondi, 1988). Al igual que el K los valores registrados se ubicaron por debajo del de referencia de 18 mg/ 100ml (NRC, 1996).

En ARG el contenido, de Mg promedio se ubicó dentro del rango citado por Bondi (1988) y Elias, E., (1990) solo en la primer fecha de muestreo, en las dos restantes lo hizo por debajo. Para el caso del Ca éste presentó valores por encima de los de referencia reportados por Bondi (1988) y Elias, E., (1990) solo en la primer fecha, ubicándose por debajo en las dos restantes. Los valores medios de K en la primer fecha estuvieron dentro del rango de referencia

(NRC, 1996), mientras que en las dos restantes se ubicó por debajo de dicho valor. El Na registró en todos los casos valores medios por debajo de los de referencia (Bondi, 1988).

Si bien los requerimientos mínimos de minerales esenciales en forma individual para determinados niveles de producción están establecidos (NRC, 1996), poco se sabe acerca de la magnitud de su efecto en la productividad animal cuando uno o más de ellos presentan niveles subclínicos en sangre.

### 3. 5. CONCLUSIONES

En las condiciones del presente ensayo, con vaquillonas que pastorearon VA como dieta base, con una disponibilidad de MS por encima de los 40 kg/ animal / día, se esperarían GDP por encima de los 400 g/animal /día. Este comportamiento se presentó en ambas localidades y para el período evaluado. El encierre nocturno, no tendría el efecto benéfico esperado, ya que el consumo de los henos durante el mismo, deprimió el consumo posterior del VA, por efecto de llenado del rumen.

La composición química del VA, podría verse reflejada en el comportamiento de los parámetros ruminales tal como lo cita la bibliografía. La presencia de CNE en relación al contenido de PB es esencial para que se establezca una sincronidad a nivel ruminal que permita cubrir los requerimientos del animal.

La suplementación con henos de calidad en base a pasturas y alfalfa mejoraría sustancialmente las GDP. Los henos muy fibrosos y de baja calidad, aunque se suministren picados, aportarían poco a la GDP.

El ensayo simultáneo en dos localidades, con ambiente de suelo y clima diferentes, pondría de manifiesto que el pastoreo sobre VA puede presentar resultados con tendencias similares pero particulares al sitio de estudio.

## CAPITULO IV: Experimento 2. **Suplementación de verdes de avena con concentrados energéticos y proteicos.**

### 4. 1. Objetivos del experimento.

El ensayo fue realizado con la finalidad de determinar el efecto de la suplementación energética y la adición de proteína de baja degradabilidad ruminal, como son los pellets elaborados con granos de maíz y una mezcla de maíz más harina de gluten de maíz, sobre la fermentación ruminal, perfil de algunos minerales en suero sanguíneo y la ganancia de peso de bovinos a pastoreo sobre VA como dieta basal.

### 4. 2. Ubicación geográfica de la experiencia.

La experiencia se realizó en la Chacra Experimental perteneciente al M.A.A. de la Provincia de Buenos Aires ubicada en la localidad de Pasman partido de Coronel Suárez (37°13' S; 62°11' E).

### 4. 3. Materiales y métodos.

#### 4. 3. 1. Tratamientos y animales.

##### 4.3.1.1. Descripción de los tratamientos.

Se compararon tres tratamientos que consistieron en la suplementación diaria con: 1) grano de maíz solo (M), 2) mezcla de grano de maíz y harina de gluten de maíz (MG) y 3) un grupo control (C) sin suplementación. Los suplementos fueron suministrados en forma de pellets de 6 mm, utilizando harina de gluten de maíz con microgránulos. El nivel de consumo de suplemento fue igualado en los dos tratamientos a efectos de suministrar dietas iso-energéticas. El suplemento se suministró a razón de 2 kg/ animal/ día, en base fresca (1% PV), en comederos dispuestos para tal finalidad, con acceso al agua de bebida.

#### 4. 3.1. 2. Manejo de los animales.

Al iniciar la experiencia los animales fueron desparasitados, identificados mediante caravanas numeradas y pesados desbastados. Los pesos iniciales fueron utilizados para asignar los animales a los tratamientos de manera tal que el peso promedio fuese similar. Durante el transcurso del ensayo los animales se manejaron a diario sin restricción al pastoreo, en los lotes correspondientes a cada tratamiento, donde se les suministró el suplemento de la forma descrita durante la mañana. Los animales rotaron los potreros cada 10 ó 12 días a efectos de disminuir la incidencia del efecto disponibilidad.

#### 4. 3. 2. Características del verdeo y suplementos.

El verdeo de avena (VA) se sembró a fines del mes de febrero, el cultivar empleado fue Suregrain y la densidad de siembra fue de 250 plantas/ m<sup>2</sup>. Los suplementos utilizados en la experiencia fueron molidos y pelletizados. La evaluación de la disponibilidad de materia seca (MS), composición química del verdeo de avena y de los suplementos se realizó de igual forma a la descrita en el Ensayo I.

#### 4. 3. 3. Evolución del peso vivo

Se contó para la experiencia con 24 vaquillonas Aberdeen Angus, cuyos pesos iniciales fueron en promedio de 204 kg  $\pm$  23 kg. Los animales pastorearon un verdeo de avena durante 55 días, sobre tres lotes cuyas superficies fueron de 12 Ha. Se rotaron los tratamientos, sobre los lotes cada 10 días para remover la variabilidad en disponibilidad y calidad de la MS que pudiera generar diferencias existentes en estado de crecimiento del verdeo y otras condiciones microambientales. Las vaquillonas se agruparon por similitud de peso vivo en tres grupos y asignaron a los tratamientos C, M, y MG.

Se realizaron pesadas cada 28 días durante la mañana. Esto permitió evaluar la evolución del peso vivo y determinar la ganancia diaria de peso individual para el período en estudio del ensayo. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado. Se consideró a cada animal como la unidad experimental para el análisis estadístico.

#### 4.3.4. Parámetros ruminales y sanguíneos.

La recolección del contenido ruminal y sanguíneo se efectuó simultáneamente en 6 animales por tratamiento en un horario de muestreo a las 15 horas, la misma se llevó a cabo cada 21 días. El contenido ruminal y sanguíneo se extrajo y posteriormente se trató y conservó de igual forma a la descrita en el Ensayo I.

#### 4.4. Análisis estadístico.

Se efectuó un ANOVA simple para la evaluación de la variable GDP. Cuando se detectaron diferencias las medias fueron comparadas *a priori* por test de DMS. Para la comprobación de la homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba de Bartlett. Las medias se compararon por test de Tukey (Steel y Torrie, 1980) Los niveles de significancia adoptados fueron ( $p < 0,05$ ) y ( $p < 0,01$ ).

Para parámetros ruminales, se efectuó un ANOVA tomando como factor fijo los tratamientos y las fechas como medidas repetidas en el tiempo. Las variables analizadas de esta forma fueron pH y N-NH<sub>3</sub> en líquido ruminal, así como Ca, Mg, K y Na en suero sanguíneo. Las medias se compararon por el test de Tukey (Steel y Torrie, 1980). Los niveles de significancia adoptados fueron  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ . Para la comprobación de homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba de Bartlett.

#### 4. 5. Resultados y discusión.

##### 4. 5.1. Características del verdeo y suplementos.

Los valores medios en kg/ ha de MS disponible (Figura 4. 12) para el verdeo de avena evaluado en tres fechas durante el período de ensayo no presentaron diferencias ( $p > 0,10$ ). La disponibilidad fue la siguiente 1777, 1424 y 1208 kg/ ha para el 23/7, 11/8 y 7/9 respectivamente.

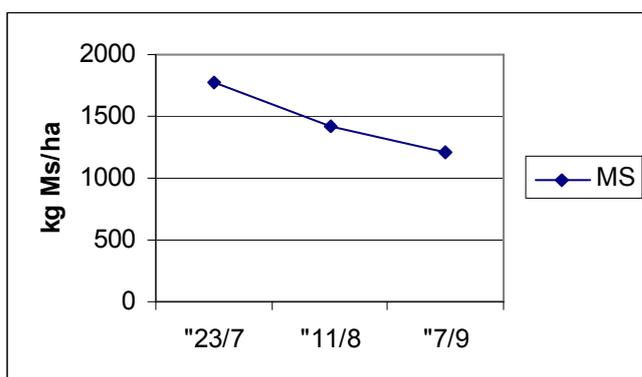


Figura 4. 12.- Disponibilidad de MS del verdeo de avena en función del tiempo.

La disponibilidad de MS del VA por animal y por día fue calculada promediando la MS disponible entre períodos de evaluación acorde al área y número de días entre mediciones. El número de animales utilizados para este cálculo fue de 24. (Tabla 4.11 del anexo 1).

Los contenidos de MS del verdeo de avena junto con su composición porcentual son presentados en la Tabla 4. 12. La MS a 60° C varió de 28 a 30 %, los valores medios de PB variaron de 8,93 a 9,30 %, el contenido de NNP entre 3,03 y 4,42 %, la fracción FDN lo hizo entre 46,79 a 58,08 %, la de FDA entre 24 a 32,63 %, la de LDA entre 2,31 a 3,06 % y la de CNE entre 14,63 y 32,01 %.

Tabla 4.12 - Composición porcentual en materia seca del verdeo de avena para la localidad de Pasman en función del tiempo, en %/ MS.

Composición	Fecha		
	Jun 27	Ago 11	Sep 11
Materia Seca (60°)	28,21	30,93	29,69
Cenizas	9,76	10,01	15,34
Proteína Bruta	9,30	9,13	8,93
NNP	4,4	3,03	3,24
Carbohidratos No Estructurales	32,01	30,70	14,64
Fibra Detergente Neutro	46,79	48,62	58,08
Fibra Detergente Acido	24,00	24,55	32,63
Hemicelulosa	22,79	24,07	25,45
Lignina	2,46	2,31	3,06
Celulosa	21,54	22,24	9,57
Extracto Etéreo	2,88	2,70	3,81

En la Tabla 4.13 se presenta la concentración mineral de la MS del verdeo de avena. Las concentraciones de Mg: 0,129 % y Ca: 0,604 % se elevaron en la última fecha de muestreo respecto de las dos primeras ( $p < 0,05$ ). La concentración del K no varió para las distintas fechas ( $p > 0,10$ ), mientras que la relación K/ (Ca+Mg) presentó un gradiente descendente 1,95, 1,37 y 0,96, desde la primer a la última fecha respectivamente ( $p < 0,05$ ).

Tabla 4.13 - Concentración mineral de la materia seca de los verdes de avena en función del tiempo, en %/ MS.

Fecha	P	Mg	Ca	Na	K	K/(Ca +Mg) <sup>(1)</sup>
Jul 23	0,194 <sup>a</sup>	0,082 <sup>a</sup>	0,350 <sup>a</sup>	0,026 <sup>a</sup>	1,790 <sup>a</sup>	1,952 <sup>a*</sup>
Ago 11	0,206 <sup>a</sup>	0,086 <sup>a</sup>	0,432 <sup>a</sup>	0,035 <sup>a</sup>	1,545 <sup>a</sup>	1,375 <sup>b</sup>
Sep 11	0,184 <sup>a</sup>	0,129 <sup>a</sup>	0,604 <sup>b</sup>	0,035 <sup>a</sup>	1,543 <sup>a</sup>	0,962 <sup>b</sup>

<sup>(1)</sup> Calculado sobre base equivalente

\* Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente (p< 0,05)

La composición porcentual de la materia seca de los suplementos M y MG se presentan en la Tabla 4.14. La PB varió entre 8,70 y 21,57 % y la fracción FDA entre 3,38 y 3,95 % para M y MG respectivamente. En la Tabla 4. 15 se muestran los valores de concentración mineral. El Mg varió entre 0,091 y 0,08 %, el Ca entre 0,012 y 0,048 %, el Na entre 0,006 y 0,08 % y el P entre 0,228 y 0,201 % para M y MG respectivamente.

Tabla 4.14 - Composición porcentual de la materia seca de los suplementos M y MG.

Composición	M	MG
Materia Seca	87,81	88,59
Cenizas	2,08	2,37
Proteína Bruta	8,70	21,57
Fibra Detergente Neutro	3,38	3,95

M: maíz; MG: maíz + gluten

Tabla 4.15 - Concentración mineral de la materia seca de los suplementos M y MG, en %.

Suplemento	Mg	Ca	Na	K	P	K/(Ca + Mg) <sup>(1)</sup>
M	0,091	0,012	0,006	0,228	0,2238	0,71
MG	0,080	0,048	0,080	0,201	0,2662	0,57

(1) Calculado sobre base equivalente

La disponibilidad de MS del verdeo fue inferior a 1500 kg/ ha a partir de Julio y a medida que avanzó el ciclo productivo del mismo. Los animales permanecieron en pastoreo continuo sobre el verdeo durante 55 días, no obstante la disponibilidad del verdeo de avena correspondiente a cada animal por día durante el ensayo estuvo por encima de los 20 kg/ an/día citado por Greenhalgh (1970) como umbral a partir del cual se puede maximizar el consumo de MS. Los valores obtenidos de MS para VA no difieren de los obtenidos en promedio para los cultivares de avena utilizados en la región, donde se registraron rendimientos acumulados de 4395 kg MS/ ha en ensayos de corte fertilizados (Mendez y col., 2003) y 2500 kg MS/ ha para los no fertilizados (Martinez y col., 2005, 2006). Esta última situación muy similar a la del presente ensayo en la que se obtuvo 4409 kg MS/ ha acumulada para los tres cortes.

La calidad nutritiva de la MS presentó variaciones como consecuencia de la madurez del mismo. Es coincidente con los datos reportados en la región, en los cuales se observa un descenso en el contenido de PB, aumento en los valores de FDN y FDA y un aumento en CNE a medida que avanza la madurez, estos últimos descienden a partir de antesis en tallos para luego trasladarse a la panoja (Fernández Mayer y col., 2007). La composición química registró valores similares a los tabulados en NRC, (1996). Sin embargo los contenidos de PB estuvieron por debajo de los citados por Elizalde y Santini (1992) y Castro y col., (1994) para verdeos de avena en igual época de aprovechamiento.

Debe tenerse en cuenta que las condiciones climáticas de sequía bajo las cuales se desarrolló el ensayo pudieron condicionar las respuestas.

La composición mineral de la materia seca varía entre fechas dentro de los valores de referencia para el P, Mg y Ca (NRC, 1996). En el caso de los iones Na y K estos presentaron valores por debajo y por encima de los tabulados respectivamente (NRC, 1996). La relación K/Ca+Mg no superó el valor 2,2 en ninguna de las fechas (Kemp y 'T Hart, 1957). Relación por encima de la cual se reduce mucho el riesgo de déficit condicionado de Mg.

La composición de las dietas presentó valores comprendidos por los valores tabulados NRC, 1996. Respecto al contenido mineral en el suplemento (M) el contenido de Na fue algo inferior al tabulado (NRC, 1996) mientras que el resto de los minerales se halla dentro de los valores de referencia. En el caso de MG el contenido mineral se halló dentro de los valores tabulados (NRC, 1996) solamente en el caso del Ca, Na y P.

#### 4. 5. 2. Ganancia de peso.

En la Figura 4. 13 se presentan las determinaciones medias de peso vivo, los pesos medios iniciales fueron de 209, 200, y 204, kg y los finales de 246, 242, y 255, kg para C, M y MG respectivamente. La GDP fue evaluada para el total del período de pastoreo (Figura 4. 15).

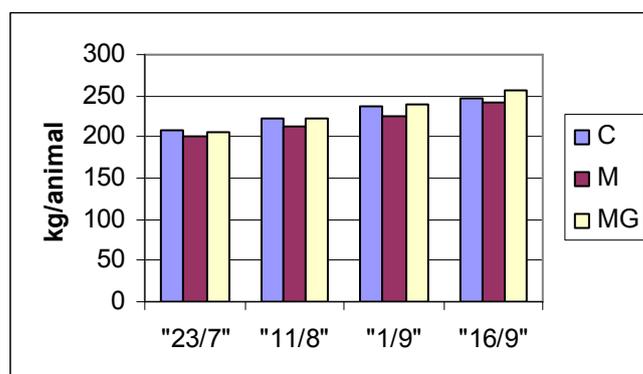


Figura 4.13. - Peso vivo medio en los tratamientos C, M y MG en función del tiempo.

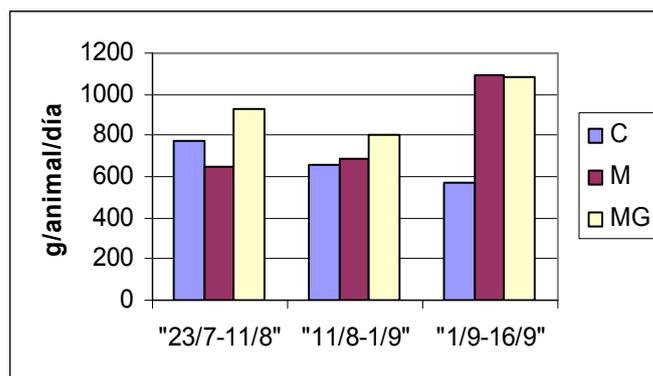


Figura 4.14 - Ganancia diaria de peso de los tratamientos C, M y MG.

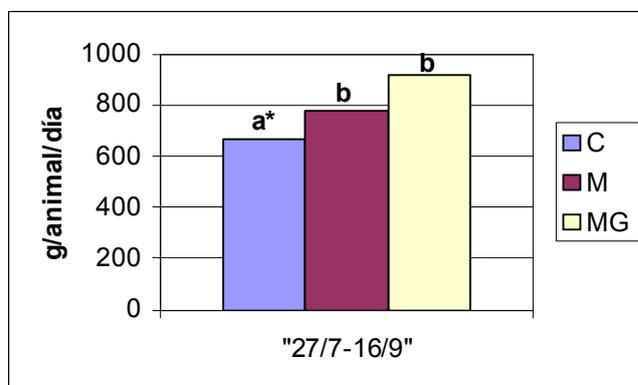


Figura 4.15 - Ganancia diaria de peso para el total del período de los tratamientos C, M y MG. \*Columnas con distinta letra difieren por DMS ( $p < 0,05$ ).

En el presente estudio el tratamiento MG superó a los tratamientos M y C ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ) con una GDP de 920 g/ animal/ día. Asimismo, se verifica una tendencia a una mayor GDP en M respecto de C ( $p < 0,08$ ), con valores de 781 y 670 g/ animal/ día respectivamente. Las diferencias en ganancia diaria fueron de 250 y 139 g (37 y 18% de aumento) a favor de MG, mientras que M presentó un aumento de 112 g (14%) respecto de C.

Los resultados del presente ensayo coinciden con los informados por Goestch y col. (1990) quienes obtuvieron incrementos en GDP de 690 a 750 g/an/día en animales bajo pastoreo suplementados con una mezcla de maíz mas harinas proteicas de baja degradabilidad ruminal (gluten de maíz y harina de sangre). El mayor aporte de aminoácidos y energía en la suplementación

con MG posibilitarían el aumento del consumo y de la GP. La suplementación con proteína de baja degradabilidad mejoraría la provisión de proteína al intestino, aumentando la performance animal (Cecava y col, 1990).

La suplementación energética en el tratamiento M ha mejorado la ganancia de peso respecto al control. Cuando el pasto es restringido, la suplementación puede incrementar el consumo y la performance, debido a que la sustitución del pasto por concentrado es baja o nula. En contraste, cuando la disponibilidad no es limitante, la suplementación puede provocar una disminución del consumo y performance atribuible a la sustitución de pasto por concentrado. En dichos casos se informa que la suplementación energética no aumenta la GDP (Prache y col, 1990; Martin y col, 1991; Gomez-Cortéz y col, 2009). En nuestro experimento la disponibilidad fue adecuada, superior a los 20 kg/ an/ día (tabla 4.16, Anexo 1), sin que se observe dicha sustitución. Es probable que durante el ensayo el contenido de proteína en pasto haya sido limitante para la utilización de la energía suplementaria, impidiendo que la GDP de M alcance valores mas elevados. Los resultados demuestran la conveniencia de la suplementación con maíz o maíz mas gluten, que mostraron diferencias de 9,16 y 13,75 kg de peso vivo por animal respecto al control, en los 55 días de duración del ensayo.

#### 4.5. 3 Parámetros ruminales y sanguíneos.

##### 4.5.3.1. Parámetros ruminales.

El pH ruminal no presentó variaciones en promedio por efecto del tipo de dieta ( $p > 0,10$ ), si lo hizo por las fechas de muestreo ( $p < 0,01$ ), en la primer fecha se observó el valor más elevado de 7,28 ( $p < 0,05$ ) respecto de las siguientes dos fechas que no difirieron entre sí ( $p > 0,05$ ) y cuyos valores fueron 6,86 y 6,87. Como puede observarse en la Figura 4.16 no se detectó interacción de fecha x suplemento ( $p > 0,10$ ). Cada valor representa la media de 3 observaciones. Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) por fechas.

Estos valores se pueden considerar normales, dentro del rango citado por Terry y col. (1969) y Stewart (1977), quienes reportaron que el pH óptimo para la digestión de la fibra es entre 6,7 y 7,1. Para Van Soest, (1982) en los animales que utilizan forraje el pH del rumen generalmente se encuentra entre 6,5 y 7,5. A pH 7,1 no se verían afectadas la digestión de la MO y la FDN, el perfil de AGV, la concentración de N-NH<sub>3</sub>, la degradación de la PB ni el flujo de N dietario (Calsamiglia y col., 2008; Cerrato-Sanchez y col., 2008).

En la Figura 4.17 puede observarse que los valores medios de N-NH<sub>3</sub> no variaron por efecto del tipo de dieta ( $p > 0,10$ ). Se detectaron diferencias a través de las fechas de muestreo ( $p < 0,05$ ) cuyos valores medios fueron 1,76, 2,55 y 4,68 mg/ dl para el 5/8, 18/8 y 9/9 respectivamente. No se detectó interacción fechas x suplemento ( $p > 0,10$ ). Cada valor representa la media de 3 observaciones. Diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) por fechas.

Las concentraciones medias de N-NH<sub>3</sub> ruminal estuvieron levemente por debajo del rango considerado óptimo para crecimiento microbiano, fermentación y digestión de forraje. Sin embargo este rango es variable de acuerdo a lo reportado en diversos estudios. Así, 2 a 5 mg/ dl fue reportado por Satter y Slyter, (1974), mientras que rangos mayores de 3,3 a 8,5 mg/ dl y 19 a 23 mg/ dl fueron señalados por Kang-Meznarich y Broderick (1981) y Mehrez y col., (1977) respectivamente.

La reducida concentración del NH<sub>3</sub> en el rumen refleja la baja concentración en PB en el forraje (Owens y col., 2009). Esto concuerda con los relativamente bajos valores de PB para un VA, tales como los observados en el presente ensayo.

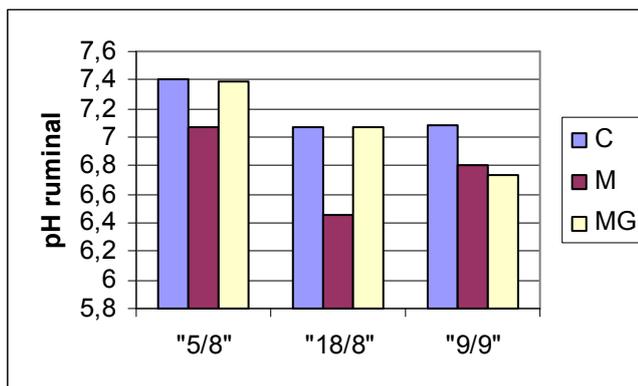


Figura 4.16- Valores medios de pH ruminal para los distintos tratamientos y fechas de muestreo.

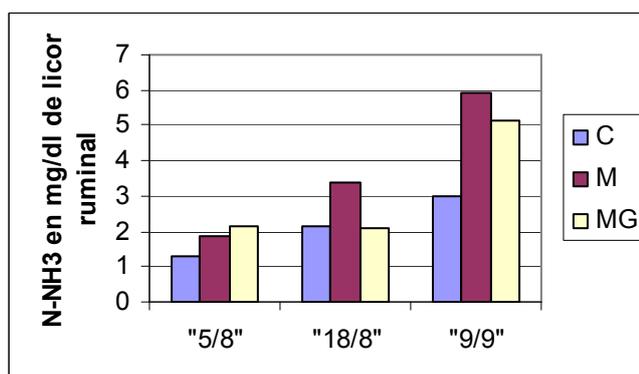


Figura 4.17.- Valores medios de N-NH<sub>3</sub> en líquido ruminal para los distintos tratamientos y fechas de muestreo.

#### 4.5.3.2. Parámetros sanguíneos.

En la Figura 4.18 se presentan los valores medios de concentración mineral de suero sanguíneo para Mg, Ca, K, Na y P en mg/100 ml. Cada valor representa la media de 3 observaciones. Dichos cationes Mg, Ca, K, Na y P no presentaron diferencias por efecto de los tratamientos ( $p > 0,10$ ), los cationes Mg, K, Na y P, ni las fechas de muestreo ( $p > 0,10$ ) Tampoco resultó significativa la interacción de fechas x tratamientos ( $p > 0,10$ ). Las concentraciones de Ca se diferenciaron entre la primer 9,40 mg/ dl y última fecha de muestreo 12,80

mg/ dl ( $p < 0,05$ ) mientras que la segunda fecha no presentó diferencias 11,20 mg/ dl ( $p > 0,10$ ) con esta última.

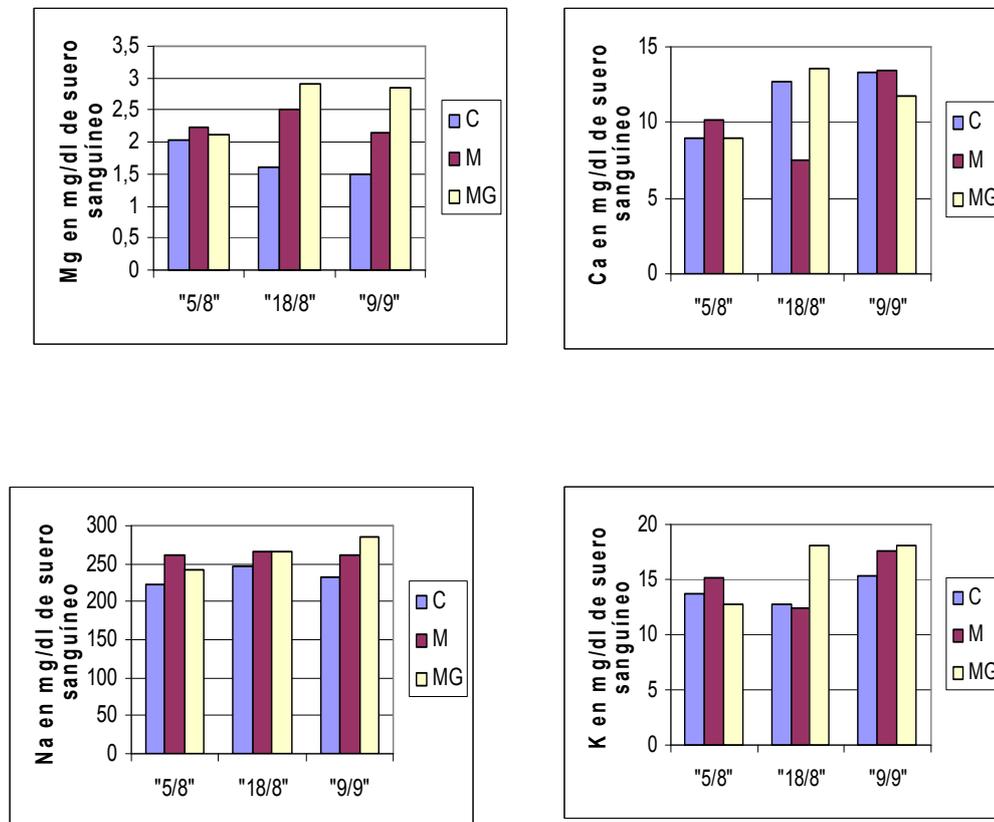


Figura 4.18 - Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg/dl para Mg, Ca, K y Na para los tratamientos C, M y MG en función del tiempo para la localidad de Pasmán.

Los valores medios hallados para la concentración de Mg en suero estarían comprendidos dentro de los valores de referencia siendo estos de 2-3 mg/ 100 ml (Bondi, 1988) y 2,81 mg /100 ml (Elias, 1990). Los valores medios de Ca a pesar de las diferencias por fechas de muestreo se hallaría dentro del valor medio de referencia de 10 mg/ 100 ml (Bondi ,1988) y 10,40 mg/ 100ml (Elias, E, 1990). El P estuvo comprendido dentro de los valores 4-7 mg /100ml (Bondi, 1988) y 4,30 mg /100 ml (Elias, E, 1990). En el caso del Na los valores medios se hallaron levemente por debajo del nivel de 330 mg 100/ ml (Bondi, 1988). Los valores medios de K también registraron valores cercanos a los de referencia de 18,37 (NRC, 1996). En el presente ensayo los minerales

sanguíneos estudiados se mantuvieron en rangos óptimos que permitieron un adecuado desempeño animal.

#### 4. 6. CONCLUSIONES

Con disponibilidad media de MS de VA de 1470 kg/ ha, en suelos sin fertilizar y con régimen climático sub-húmedo podrían obtenerse ganancias de peso en vaquillonas AA superiores a los 650 g/ animal/ día, para 55 días de evaluación y en pastoreo continuo. La suplementación con granos de maíz más alimentos que proveen proteína de baja degradabilidad ruminal aumenta la eficiencia de aprovechamiento del VA y balance de energía y amino ácidos disponibles a nivel de rumen. Esto se traduce en GDP superiores a los 900 g/animal/día. Los tratamientos comparados no mostraron desbalances de minerales en sangre.

#### 4.7. CONCLUSION GENERAL

En los ensayos presentados: el encierre nocturno disminuyó significativamente el tiempo destinado al pastoreo, se observó en las bajas ganancias de peso obtenidas, tanto en los grupos control como los suplementados, por lo que no sería una práctica recomendada.

La suplementación con henos de alto valor nutritivo mejoró sustancialmente el desempeño animal. La suplementación con granos mejoró las ganancias de peso. La suplementación con granos más harinas de gluten de baja degradabilidad ruminal, mejoró las ganancias de peso.

Por lo expuesto, la suplementación constituiría una práctica recomendada para la zona.

## CAPITULO V: BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1990. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C. 1141 pp.
- Aello, M. S. y Gomez, P.O. 1982. Tiempo y momento de pastoreo de novillos Hereford en una pastura de *Agropyron elongatum*. Rev. Arg. Prod. Anim. 4, pp: 533-546.
- Allden W. G., and Whittaker I.A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. Aust. J. Agric. Res. 21: 755-766.
- Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 83: 1598-1624.
- Andersen, M. A., Vogel G. J., Horn G.H. and Poling K.B. 1988. Effects of meat meal supplementation of wheat pasture stocker heifers on forage intake and nitrogen balance. Anim. Sic. Okl. Agric. Exp. Sta. MP- 125: 122-126.
- Arelovich, H.M., Miranda R., Horn G.W., Meiller C. and Torrea M. B. 1996. Oats varieties: forrage production, nutritive value and grain yield, Animal Sci. Res. Rep Okla Agr. Exp. Sta. P-951; 105-108.
- Arelovich, H.M., Laborde, H.E. Villalba J.J. y Torrea M.B. 1993. Suplementación de paja de trigo en bovinos con avena, urea y harinas de girasol y carne. 1. Consumo, digestibilidad y ganancia de peso. Rev.Arg. de Prod. Anim. 13: 15-21.
- Arelovich, H.M., Laborde H.E., Villalba, J.J. , Amela M.I. and Torrea M.B. 1992. Effects of nitrogen and energy supplementation on the utilization of low quality weeping lovegrass by calves. Agri. Mediterránea. 122: 123-129.
- Arnold, G.W. and Holnes W. 1958. Studies in grazing management. VII. The influence of strip grazing versus controlled free grazing on milk yield, milk composition, and pasture utilization. J. Agri. Sci. Cambridge, 51: 248-256.
- Arzadún, M., Arelovich, H.M. Laborde, H.E., Villalba J.J. y Torrea M.B. 1989. Suplementación de pastoreo de avena con heno de baja calidad. Rev. Arg. Prod. Anim. 9. Supl. 1: 13.

- Beever, D.E., Thomson, D.J., Ulyatt, M.J., Cammell S.B and Spooner, M.C. 1985. The digestion of fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Melle) and white clover (*Trifolium repens* L. cv. Blanca) by growing cattle fed indoors. *Br.J. Nutr.* 54:763-775.
- Birkelo, C.P., Johnson D.E. and Phetteplace H.P.1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. *J. Anim Sci.* 69: 1214-1222.
- Blaxter, K.L., Wainman F. W. and Wilson R.S. 1961. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.* 3 : 51-61.
- Bondi, A. A. 1988. *Nutrición Animal*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 546pp.
- Braitwaite, G.D. 1975. Studies on the absorption and retention of calcium and phosphorus by young and mature deficient sheep. *Br. J. Nutr.* 34: 311-324.
- Broderick, G.A. and Kang J.H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *J. Dairy Sci.* 63: 64-75.
- Cairnie, A. G. 1971. Utilización de pasto llorón suplementado como reserva invernal para vacas de cría. E.E.A. Anguil (INTA), Hoja informativa N°49: 3.
- Calsamiglia, S., Cardozo, P.W., Ferret, A., and Bach A. 2008. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *J. Anim Sci.* 86: 702-711.
- Cantalapiedra-Hijar, G., Yañez-Ruiz, D.R., Martín-García, A.I., and Molina-Alcaide E. 2009. Effects of forage: concentrate ration and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. *J. Anim. Sci.* 87: 622-631.
- Carey, D. A., Caton J. S., and Biondini M. 1993. Influence of energy source on forage intake, digestibility, in situ forage degradation, and ruminal fermentation in beef steers fed medium-quality brome hay. *J. Anim. Sci.* 71:2260-2269.
- Castle, M.E. Mc Daid Elizabeth and Watson, J.N. 1975. The automatic recording of the grazing behavior of dairy cows. *J. Br. Grassld. Soc.* 30: 162-163.

- Castro, H. C., Gallardo M.R y Quaino O. R. 1994. Suplementación con heno de alfalfa o silaje de maíz a vacas lecheras en pastoreo de avena.1. Efectos de la oferta diaria sobre el consumo de los componentes de las dietas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 14 Sup. 1:37.
- Cecava, M.J., Merchen, N.R., Berger, L.L. and Fahey, Jr G.C.. 1990. Intestinal suplay of amino acids in sheep fed alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw- based diets supplemented with soybean meal or combinations of corn gluten meal and blood meal. *J. Anim. Sci.* 68: 467-477.
- Cerrato-Sánchez, M., Calsamiglia, S., and Ferret, A. 2008. Effect of the magnitude of the decrease of rumen pH on the rumen fermentation in a dual-flow continuous culrure system. *J. Anim.Sci.* 86:378-383.
- Chalupa, William. 1974. Rumen by pass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58: 1198-1218.
- Christopherson, R.J. 1976. Effects of prolonged cold and the outdoor winter environment on apparent digestibility in sheep and cattle. *Can J. Anim. Sci.* 56: 201-202.
- Church, C.D. 1988. *El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición.* Ed. Lengua española. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 225pp.
- Clark,1975. Lactational responses to post ruminal administration of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58: 1178-1197.
- Cline, H.J., Neville, B.W., Lardy, G.P., and Caton J.S. 2009. Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion, and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.* 87: 375-383.
- Czerkawski, J.W. 1986. Digestion of carbohydrates. In: *An introduction to rumen studies.* Pergamon Pr. p:151-172. (1<sup>st</sup> Ed.) 236pp.
- Cole, N.A. and Todd, R.W. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminant. *J.Anim.Sci.* 86: E 318-E 333.
- Corbett, J.L. Langlands, J.P. Mc Donald, .I. and Pullar, J.D. 1966. Comparison by direct animal calorimetry of the net energy values of an early and a late season growth of herbage. *Anim. Prod.* 8 :13-27.

- Cowan, R. T. 1975. Grazing time and pattern of grazing of Friesian cows on a tropical grass-legume pasture. *Exp. Agric. And Anim. Husb.* 15: 72: 32-37.
- Davison, T.M., Jarret , W.D. and Clark, R. 1990. Effect of level of meat-and-bone meal and pasture type on milk yield and composition of cows grazing tropical pastures. *Aust. J. Exp. Agric.* 30: 451-455.
- Delfino, J.G., and Mathison, G.W. 1991. Effect of col environment and intake level on the energetic efficiency of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 69 : 4577-4587.
- Donaldson, R.S., McCann, M.A., Amos, H.E. and Hoveland, C.S.. 1991. Protein and fiber digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. *J. Anim. Sci.* 69:3067-3071.
- Donnari, M. y Mormeneo, I. 1993. Caracterización agroclimática del partido de Villarino. Provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Sur. Dpto. Agronomía. E. E. A. INTA. H. Ascasubi. Boletín Técnico N° 4.
- Eisemann, J. H., Bauman, D. E., Hogue, D. E., and Travis H. F. 1984. Influence of fotoperiod and prolactin on body composition and in vitro lipid metabolism in wether lambs. *J. Anim. Sci.* 59: 95-104.
- Elias E., and Shainkin-Kestenbaum, R.. 1990. Hypocalcaemia and serum levels of inorganic phosphorus, magnesium parathyroid and calcitonin hormones in the last month of pregnancy in Awassi fat-tail ewes. *Reprod Nutr Dev.* 30:693-699.
- Elizalde, J.C. y Santini, J.F. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. Boletín Técnico Vol .104. INTA. E.E.A. Balcarce, 27 pp.
- Elridge, G.A. and Kat, C. 1980. The effect of hay supplementation and pasture availability on pasture selection and substitution. *Proc. Aust Soc. Anim. Prod.* 13: 245-248.
- Erfle, J.D., Boila, R.J. Teather, R.M., Mahadevan, S. and Sauer, F.D.. 1982. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. *J. Dairy. Sci.* 65:1457-1464.
- Fay, J.P, Chseh, S.B. and Orbea, J.1991. In vitro ruminal digestion of Avena sativa and Paspalum dilatatum in relation to hypomagnesemia in cattle. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65: 1-10.

- Fernandez Mayer, A. Lagrange, S. Boletta, A. Tulesi, M., y Larrea. D. 2007. Boletín Electrónico Producción Animal. INTA EEA Bordenave.
- Fontenot, J.P. 1979. Animal nutrition aspects of grass tetany. In:V.V.Rending and D.L.Grunes (Ed.) Grass Tetany. Am. Soc. Agrom. Special Publ.- N° 35, p 51-62.
- Forbes, J.M., Driver, P.M., Brown, W.B., Scanes, C.G., 1979. The effect of day length on the growth of lambs.1 Comparisons of sex, level of feeding, sheering and bead of sire. Anim. Prod. 29:33-42.
- Galloway, D.L., Goetsch, Sr., A.L., Foster Jr., L.A., Brake, A.C., and Johnson E.B. 1993. Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming Bermudagrass and supplemented with different grains. J. Anim. Sci. 71: 1288-1293
- Giduck, S.A., Fontenot, J.P., 1987. Utilization of magnesium and other macrominerals in sheep supplemented with different readily-fermentable carbohydrates. J. Anim. Sci. 65: 1667-1673.
- Givens, D. I. Moss, A. R., Adamson, A.H. 1993. Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 2. Relationships between digestibility and metabolizable energy content an various laboratory measurements. G. and F.Sci. 48: 175-180.
- Goering, H. K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses ARS-USDA. Agr. Handbook, No. 379.
- Goetsch, A. L., Johnson, Z. B., Galloway Sr., D. L., Forster, Jr. L. A., Brake A. C., Sun, W., Landis K. M., Lagasse M.L., Hall, K. L. and Jones, A. L.1991. Relationships of body weight, forage composition, and corn supplementation to feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming bermudagrass hay ad libitum. J. Anim. Sci. 69:2634-2645.
- Goetsch, A.L., Foster, Jr. A.L., Murphy, G.E. , .Grant, E.W. , Galloway, Sr. D.L and West. C.P. 1990. Digestion and live-weigh gain by beef cattle consuming bermudagrass supplemented with grain or diferent high-protein foodstuffs. Anim. Prod. 51: 263- 275.
- Gordon, F.J. 1975. The effect of including dried grass in the supplement given to lactating cws at pastures. J. Br. Gras. Soc. 30: 79-83.

- Greenhalgh, J.F.D. 1970. The effects of grazing intensity on herbage production and consumption and on milk production in strip-grazed dairy cows. Proc. XI Int. Grassl. Congr. Page 856.
- Gregorini, P., Gunter, S.A., Masino, C.A. and Beck. P.A. 2008. Effects of ruminal fill on short-term herbage intake rate and grazing dynamics of beef heifers. *Grass. and For. Sci.* 63: 280-288.
- Grunes, D.L. 1983. Uptake of magnesium by different plant species. p. 23-38. In: J.P.Fontenot, G.E. Bunce, K.E. Webb, Jr., and V.G. Allen (Ed.) Role of magnesium in animal nutrition. Proc. John Lee Pratt Int. Symp. Pp 23-28. Virginia Polytechnic Inst. Blacksburg, V.A.
- Grunes, D.L., Stauty, P. R., Brownell, J.R. 1970. Grass tetany of ruminant. *Adv. Agrom.* 2: 331-374.
- Guertin, G., Lachance, B., Pelletier, G., St Laurent , G.J., Roy, G.L., Perticlerc, D., 1995. Effects of photoperiod and feeding whole maize, whole barley, or rolled barley in growth performance and diet digestibility in veal calves. *Liv. Prod. Sci.* 44: 27-36.
- Gómez-Cortéz, P., Frutos, P., Mantecón, A.R., Juárez, M., de la Fuente, M.A. and Hervás G. 2009. Effect of supplementation of grazing dairy ewes with a cereal concentrate on animal performance and milk fatty acids profile. *J. Dairy Sci.*92:3964- 3972.
- Hale, W.H. 1973. Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *J. Anim. Sci.* 37(4) 1075-1080.
- Hall, B.M. and Huntington, G.B. 2008. Nutrient Synchrony: Sound in theory, elusive in practice. *J. Anim. Sci.* 86:287- 292.
- Hart, F.J. and Leibholz, Jane. 1990. The effect of species of grass, stage of maturity and level of intake on the degradation of protein and organic matter in the rumen of steers. *Aust. J. Agric. Res.* 41:791-798.
- Hennessy, D.W. and Williamson, P.J.. 1990. Feed intake and live-weight of cattle on subtropical native pasture hay. II. The effect of urea and maize flour, or protected-Casein. *Aust. J. Agric. Res.* 41: 1179-85.
- Hersom, M.J. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. *J. Anim. Sci.* 86: E 306-E317.

- Hodgson, J., and Jamieson, W. S., 1981. Variation in herbage mass and digestibility, and the grazing behavior and herbage intake of adult cattle and weaned calves. *Grass. and For. Sci.* 36: 39-48.
- Hoekstra, N.J., and Schulte, R.P.O. 2009. Modelling the concentrations of nitrogen and water-soluble carbohydrates in grass herbage ingested by cattle under strip-grazing management. *Grass. and For. Sci.* 63: 22-37.
- Hogan, J.P. and Weston, R.H.. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. *Aust. J. Agric. Res.* 20:347- 363.
- Holmes, C.W., Wilson, G.F., Kuperus, W., Buvaneshwa, S. and Wickman, B.1993. Live weight, feed intake and conversion efficiency of lactating dairy cows. *Proc. N. Z. Soc. of Anim. Prod.* 53: 95-99.
- Horn, G.W., Mader, T.L., Phillips, W.A and Johnson, A.B. 1983. In: Wheat pasture Symp. *Proc. Div. Agric, Oklahoma St. Univ. M.P* 115. pp: 365-371.
- Hoover, W.H., and Miller, T.K. 1992. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *Agriculture and Forestry Experiment Station. West Virginia University. Bulletin* 708 T
- INDEC. 2002. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. CAN. 2002.
- Jarrige, R. C., Demarquilly C., Dulphy, J.P., Hoden, A., Robelin, J., Beranger, C., Geay, Y., Joumet., M., Malterre, C., Nicol, D., and Petit , M. 1986. The INRA "Fill Unit" System for predicting the voluntary intake of forage-based diets for ruminants. A review. *J. Anim. Sci.* 63: 1737-1758.
- Jung, H.G. and Allen, M.S. 1995. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73: 2774-2790.
- Kamezos, T.P., Matches, A.G., Preston R.L., and Brow, C.P. 1994. Corn supplementation of lambs grazing alfalfa. *J. Anim. Sci.* 72: 783-789.
- Kang-Meznarich J.H. and Broderick, G. A. 1981. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. *J. Anim. Sci.* 51:422-431.
- Kemp, A. and 'T Hart. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 5: 4-14.

- Kennedy, E. Mc Evoy, M., Murphy, J.P., and O'Donovan, M. 2009. Effect of restricted access time to pasture behavior, and dry matter intake. *J. Dairy Sci.* 92: 168-176.
- Kennedy, P.M., Younh, B.A., Christoperson, R.J., 1977. Studies on the relationship between thyroid function, cold acclimation and retention time of digesta in sheep. *J. Anim. Sci.* 45: 1084-1090.
- Ketelaars, J.J.M.H., Tolcamp, B.J. 1992. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 1. Causes of defferences in voluntary feed intake: critique of current views. *Liv. Prod. Sci.* 30:269-296.
- King, K. R., Stockdale C. R and Patterson, I.F. 1980. The use of hay as a supplement to overcome the effects of restricting pasture to dairy cows in late lactation. *A. Prod. Aust.* 13:513.
- Kloster, A.M., Latimori., N.J., Amigone, M.A., y Ballario. V.M. 1995. Suplementación combinada con heno y grano sobre verdeos invernales. *Rev. Arg. Prod. Anim.:* 23-25.
- Large, R.V., and Spedding, C.R.W. 1965. The growth of lambs at pasture VI Growth at different times of the year. *J.Br. Grassld. Society.* Vol. 20 N°2.
- Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. *J. Dairy Res.* 52:313-344.
- Ledoux D. R. and F. A. Martz. 1991. Ruminal solubilization of selected macrominerals from forages and diets. *J. Dairy Sci.* 74:1654-1661.
- Ludden, P.H., and Cecava, M.J. 1995. Supplemental protein sources for stress fed corn-based diets.1 Ruminal characteristics and intestinal amino acid flows. *J. Anim. Sci.* 73: 1466-1475.
- Maddaloni, J., Josifovich J. y Frutos E. 1980. Cadenas alimentarias de invernada. Informe Tecnico N°166 . E.E.R.A. Pergamino.12 pp.
- Mader, T.L., Horn, G.W., Phillips, W.A and McNew, R.W.. 1983. Low-quality roughages for steers wheat pasture. I Effect on weight gains and bloat. *J. Anim. Sci.* 56: 1021-1028.
- Mader, T.L., Horn, G.W. 1986. Low-quality roughages for steers grazing wheat pasture. II. Effect of wheat forage intake and utilization. *J. Anim. Sci.* 62: 1113- 1119.
- Marsh, R. 1975. A comparation between spring autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *J. Br. Grassld. Soc.* 30:165-170.

- Martin, J.H., Phillips, C. J. C. and Alcock, M. B.. 1991. Supplementary forage for grazing sheep. 1. Effects on lactating ewes and lambs. *G. and F. Sci.* Volume 46, 209-215.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Laborde, H.E., Torrea, M.B., Wehrhahne, L. y Oyola, J. 2005. Evaluación de cultivares de Avena sativa. 1 Productividad forrajera y rendimiento de grano. 28° Congreso Argentino de Producción Animal, *Rev. Arg. Prod. Anim*, 25 (Supl1): 162-163.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Laborde, H.E., Torrea, M.B., Wehrhahne, L. y Oyola, J. 2005. Evaluación de cultivares de Avena sativa. 2. Composición química de la material seca del forraje. 28° Congreso Argentino de Producción Animal, *Rev. Arg. Prod. Anim*, 25: 164-165.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Wehrhahne, L. Torrea, M.B. y Marinissen, J. 2006. Acumulación de forraje y rendimiento de grano en cultivares de Avena sativa. 29° Congreso Argentino de Producción Animal, *Rev. Arg. Prod. Anim.* 26: 180-181.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., y Wehrhahne, L. 2007. Composición química del forraje en cultivares de Avena sativa. 30° Congreso Argentino de Producción Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 27 (Sup1): 125-126.
- Mayland H.F. and Grunes D.L. 1979. Soil-climate-plant relationships in the etiology of grass tetany. In: V.V. Rendig and D. L. Grunes (Ed.) *Grass tetany. Spec. Publ. 35*, p. 123-175. Am. Soc. Agrom. Madison. W.I.
- Mayland, H.F., Gunes, D.L. and Lazar, V.A. 1976. Grass tetany hazard of cereal forrages based upon chemical composition. *Agron. J.* 68:665-668.
- McDowell, L.R. 1987. Assessment of mineral status of grazing ruminants. *World Review of Anim. Prod.* Vol. XXIII (4): 19.
- McDowell, L.R., Conrad, J.H., Ellis, G.L. and Loosli, J.K. 1983. Mineral for grazing ruminants in tropical regions. University of Florida, Gainesville, 86 p.
- Mc Rae, J.C., Smith, J. S., Dewey P.J.S., Brewer, A.C., Brown, D.S., and Walker, A. 1985. The efficiency of utilization of metabolizable energy and apparent absorption of amino acids in sheep given spring-and- autumn-harvested dried grass. *Br. J. Nutr.* 54: 197-209.

- Mehrez A. L., Ørskov E. R. and McDonald, I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to rumen ammonia concentration. *Br. J. Nutr.* 38:437-443.
- Meijs, J.A.C. 1986. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 2. Effect of concentrate composition on herbage intake and milk production. *G. and F. Sci.* 41: 229-235.
- Mendez, D., Davies, P. 2000. Efecto del nivel de suplementación energética sobre la respuesta animal de novillos en pastoreo de verdes invernales. XVIª Reunión Latinoamericana de Prod. Anim. Montevideo.
- Mendez, D., Davies, P., Zamolinzi, A., y Peralta, O. 2003. Producción y Calidad de verdes de invierno en el Noroeste Bonaerense. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23. 1: 74.
- Merchen, N.R., Firkins, J.L and Berger, L.L. 1986. Effect of intake and forage level on ruminal turnover rates, bacterial protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. *J. Anim. Sci.* 62: 216-225.
- Mertens, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sc.* 64: 1548-1558.
- Minson, D.J., 1990. In: Cunha T.J. (Ed) Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, US. 483 p.
- Morris S.T., Hirschberg, S. W., Michel, A., Parker W.J. and McCutcheon, S.N. 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stoked at fixed sward heights during autumn and spring. *G. and F. Sci.* 48: 109-117.
- Nápoli, G.M., Santini, F.J.. 1987. Dinámica de la digestión ruminal de forrajes frescos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 7. 5: 431:443.
- Nocek J. and Russel J.B. 1988. Protein and carbohydrate as and integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. *J. Dairy. Sci.* 71: 2070-2107.
- Nolan, J.V. 1975. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. In: I.W. MacDonald and A.C.I. Warner (Ed.). *Digestion and Metabolism in the ruminants.* p. 416. Univ. of England Publishing Unit., Armidale, Australia.
- Norman, H.C., Masters, D. G., Wilmot, M.G. and Rinrtoul, A.J. 2009. Effect of supplementation with grain, hay or straw on the performance of weaner

- Merino sheep grazing old man (*Atriplex nummularia*) or river (*Atriplex amnicola*) saltbush. *Grass and For. Sci.* 63 .2: 179-192.
- NRC.1982. United States-Canadian Tables of feed composition: nutrition data for United States and Canadian feeds. Subcommittee on Feed Composition. 3r Ed. National Academy Press.
- NRC.1996. Nutrient Requirement of Beef Cattle.( 7<sup>th</sup> Ed). National Academy Press, Washington, DC, USA. 85 pp.
- Ørskov, E.R. 1982. Protein nutrition in ruminants. Academic Press. New York.
- Osoro, M and Cebrian, M. 1989. Digestibility of energy and gross energy intake in fresh pastures. *G. F. Sci.* 44: 41-46.
- Owens, D., McGree, M and Boland, T. 2009. Intake, rumen fermentation, degradability and digestion kinetics in beef cattle offered autumn grass herbage differing in regrowth interval. *G. F. Sci.* 63, 3: 369-379
- Owens, F.N., Zinn, R.A. and Kim, Y. K., 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.* 63: 1634-1648.
- Perez-Ramírez, E., Peyraud, J.L., and Delagarde, R. 2009. restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 3331-3340.
- Phillips, C.J.C and Leaver J.D. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows.1. Offering hay to dairy cows at high and low stoking rate. *G. and F.* 40:183-192.
- Phillips, W.A., and Horn, G. W. 2008. Intake and digestion of wheat forage by stocker calves and lambs. *J. Animal Sci.* 86: 2424-2429.
- Pienaar, J.P., Roux, C.Z. and Kšhn, G.P. 1990. Effect of starch fermentation in the rumen on voluntary intake of roughage and kinetics of digestion. *S. Afr. J. Anim. Sc.* 20. 4: 207-215.
- Prache, S., Bechet, G. and Theriez, M. 1990. Effects of concentrate supplementation and herbage allowance on the performance of grazing suckling lambs. *G. and F. Sci.* 45: 423-429.
- Rearte, D.H., Elizalde J.C.. 1993. Suplementación de vacunos en pastoreo. Curso Regional de nutrición animal en rumiantes. E.E.A.INTA Bordenave. E.E.A.INTA Balcarce. Chacra Exp. Int. Barrow.

- Rearte, D.H., Kesler, E.M., and Hargrove, G.L., 1986. Forage growth and performance of grazing dairy cows supplemented with concentrate and chopped or long hay. *J. Dairy Sci.* Vol 69 N°4 1048-1054.
- Reynolds, C.K., and Kristensen, N.B. 2008. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. *J. Anim. Sci.* 86: E293- E305.
- Ringuelet, J.A., Cerimele, E.L. y Henning, C.P. 1987. Valor nutritivo de alimentos para rumiantes en la Provincia de Buenos Aires. Ed. Secretaría de Extensión de la Fac. Cs. Agr. y F. U.N.L.P. 18 pp.
- Rivero, E y Cruzate, G. 2008. Materia orgánica, nitrógeno y fósforo: mapas de contenido y disponibilidad en distintos suelos de la República Argentina. XXI Congreso Argentino de La Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes. San Luis. Resumen expandido en CD Rom.
- Roberts, S. D., Kerth, C.R., Branden, K. W., Rankins, D. L., Kriese-Anderson, L., and Prevatt, J. W. 2009. Finishing stress on winter annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) with varied levels of corn supplement in I: Effects on animal performance, carcass traits, and forage quality. *J. Dairy Sci.* 87: 2690-2699.
- Roy, J.H.B. 1969. Diarrhoea of nutritional origin. *Proc. Nutr. Soc.* 28: 160-170.
- Russell, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J. and Sniffen, C.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3551-3561.
- Sanchez, L.F., Amiotti, N.M. 1991. Principales series de suelos de los partidos de Villarino y Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Resúmenes de X CAPERAS, 51-52.
- Santini, F.J., Cocimano, M.R., Astibia, O.R. y Cangiano, C.A. 1984. Utilización del nitrógeno por el rumiante. 2da. Parte. Principios fisiológicos que afectan la producción de lana carne y leche cuando se usan alimentos de alta y baja calidad. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 385-397.
- Santos, L.A., Stern, M. D., and Satter, L.D., 1984. Protein degradation in the rumen and amino acid absorption in the small intestine of lactating dairy cattle fed various protein sources. *J. Anim. Sci.* 58. 244-255.
- Satter L. D. and Slyter, L. L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32:199-208.

- Schonewille, J.T., Everst, H., Jittakhot, S., and Beynen A. C. 2008. Quantitative Prediction of Magnesium Absorption in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 2008. 91: 271-278.
- Servicio Meteorológico Nacional. República Argentina. Estadísticas Climatológicas. Series 1962/1966- 1971/1980- 1981/1990.
- Shannon, L., Scott, R., Cristoperson, J., Thompson, J.R. and Baracos, V., 1993. The effect of a cold environment on protein and energy metabolism in calves. *Br. J. Nutr.* 69: 127-139.
- Shriver, B.J., Hoover, W.H., Sargent, J.P. Crawford Jr., R.J and. Thayne, W.V. 1986. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digest flow. *J. Dairy. Sci.* 69:413-419.
- Siddons, R.C., Evans, R.T. and Beever, D.E. 1979. The effect of formaldehyde treatment before ensiling on the digestion of wilted grass silage by sheep. *Br. J. Nutr.* 42:535-545.
- Smith, D. 1981. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. University of Wisconsin, College of Agriculture and Life Sci. Publication R-2107. 13 pp.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2<sup>nd</sup>. Edition. Agric. Handb. N° 436. USDA. 869 p.
- Sonneveld, A. 1965. Dry matter intake of cattle feed grass. *Gras. Res. Int.* (Hurley). Technical Report N°1, pp 1-37.
- Steel, R.G.D y Torrie, J.M. 1980. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Segunda Edición. Ed. MacGraw-Hill.
- Stern, N.D., Rode., L.M., Prange., R.W., Stauffacher R.H., and Satter, L.D. 1983. Ruminal protein degradation of corn gluten meal in lactating dairy cattle fitted with duodenal T-type cannulae. *J. Anim. Sci.* 56: 194.
- Stewart, C. S. 1977. Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl. Environ. Microbiol.* 33:497-502.
- Stobbs, T.N., Minson, D.J., and Mc Lead, M.N. 1977. The response of dairy cows grazing a nitrogen fertilized grass pasture to a supplement of protected casein. *J. Agric. Sci., Camb.* 89: 137-141.
- Stock, R., Merchen, N., Klopfenstein, T., and Poos, M., 1981. Feeding value of slowly degraded proteins. *J. Anim. Sci.* 53: 1109-1119.

- Storm, E. and Ørskov, E.R., 1983. The nutritive value of rumen microorganisms in ruminants. 1. Large scale isolation and chemical composition of rumen microorganisms. *Br. J. Nutr.* 50: 463-470.
- Susmel, P., Spanghero, M., Stefanon, B., Mills, C.R., Carnelutti, C. 1991. Effect of NDF concentration and physical form of fescue hay on rumen degradability intake and rumen tur-over of cows. *Anim. Prod.* 53:305-313.
- Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *J. Anim. Sci.* 49:1615-1630.
- Tamminga, S. 1986. Utilization of naturally occurring NPN compounds by ruminants. *Arch. Anim. Nutr., Berlin* 36: 169-175.
- Terry, R. A., Tilley, J. M. A. and Outen, G.E.. 1969. Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. *J. Sci. Food Agr.* 20:317-320.
- Theurer, C.B., 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63: 1649-1662.
- Titgmeyer, E.C., Merchen, N.R., and Berger, L. 1989. Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal, as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. *J. Anim. Sci.* 67: 262-275.
- Ulyatt, M., Mc Rae J.C., Clarke, R.T.J., and Pearce, P.D. 1975. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep iv Protein syntesis in the stomach. *J. Agr. Sci. Camb.* 84: 453-458.
- van der Stelt, B., van Vliet, P.C.J., Reij, J. W., Temminghoff, E.J.M, and van Reijndijk, W.H. 2008. Effects of Dietary Protein and Energy levels on cows manure excretion and ammonia volatilization. *J. Dairy. Sci.* 91: 4811-4821.
- Van Soest, J.P. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Cornell University 374p.
- Van Soest, J.P. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A review. *Zoo Biology*, 15: 455-479.
- Van Soest, J.P., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: Carbohydrate Methodology, Metabolism, and Nutritional Implications in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

- Van Vuuren, A.M., Tamminga, S. and Ketelaar, R.S. 1990. Ruminal availability of nitrogen and carbohydrates from fresh and preserved herbage in dairy cows. *Netherlands J. Agric. Sci.* 38:499-512.
- Van Vuuren, A.M., Tamminga S. and Ketelaar R.S. 1991. In sacco degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. *J. Agric. Sci.* 116: 429-436.
- Van Vuuren, A.M., Van der Kolen, J., Vroons-de Brunin. 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. *N. J. Agr. Sci.*, 34:457-467.
- Vèrité, R et Journet, M. 1976. Influence de la teneur en eau de la deshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour le vaches laitises. *Ann. Zoot.* 10:269- 277.
- Von Keyserlingk, G.R., and Mathison, G.W. 1993. The effect of ruminal escape protein and ambient temperature on the efficient of utilization of metabolizable energy by lambs. *J. Anim. Sci.* 71, 8: 2206-2217.
- Westra, R., Christoperson, R.J. 1976. Effects of cold on digestibility, retention time of digesta, reticulum motility and thyroid hormones in sheep. *Can J. Anim Sc.* 56: 699-708.
- Walsh, S.J., S.K. Anderson. 1978. Levels of autumn hay feeding and winter performance of steers. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 12:215-221.
- Wright, M.J. and Davison, K.L., 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* 16: 197-247.
- Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B.N., and Drochner, W. 2008. Modeling the Adequacy of Dietary Fiber in Dairy Cows Base on the Responses of Ruminal pH and Milk Fat Productions to Composition of the Diet. *J. Dairy Sci.* 91: 2046-2066.

## ANEXO 1. TABLAS

Tabla 3.1. Características del perfil de Pasman. (Información extraída del mapa de suelos del establecimiento)

Horizonte	Ap	AB	Bt	BC	lICk	Tosca
Prof. (cm)	0-23	23-32	32-50	50-60	60-70	70+
COT (%)	2,56	0,75	0,53	0,23	-	-
NT (%)	0,25	0,09	0,06	0,02	-	-
C/N	10,2	8,3	8,8	11,5	-	-
pH (1:1)	6,2	6,4	6,5	6,9	-	-
Textura	Fr	Fr-a	Fr-a	Fr	-	-

COT: Carbono Orgánico Total; NT: Nitrógeno total; C/N: Relación Carbono Nitrógeno  
pH: Potencial hidrógeno

Tabla 3.2. Características del perfil de Argerich <sup>(1)</sup>

Horizonte	Ap	A2	AC	C1	C2k	Tosca
Prof. (cm)	0-12	12-23	23-35	35-50	50-90	90-+
COT (%)	2,80	2,70	0,90	0,70	-	-
NT (%)	0,30	0,28	0,09	0,07	-	-
C/N	9,3	9,7	9,5	10	-	-
pH (1:1)	6,7	6,9	6,6	-	-	-
Textura <sup>(2)</sup>	Fr	Fr	Fr	Fr	-	-

COT: Carbono Orgánico Total; NT: Nitrógeno total; C/N: Relación Carbono Nitrógeno  
pH: Potencial hidrógeno

<sup>(1)</sup>: Descripción morfológica del perfil realizada por Oscar Bravo (docente del Área de Suelos y Aguas. Dpto. Agronomía U.N.S, Bahía Blanca).

<sup>(2)</sup>Textura al Tacto.

Tabla 3.3 - Análisis químicos de los suelos para las localidades de Pasman y Argerich.

	Pasman	Argerich
N T (%)	0,21	0,29
C.O.T. (%)	2,50	2,80
M.O. (%)	4,30	4,90
Relación C/N	12	10
P ppm	7	18
pH	6,3	6,7
Cationes solubles (meq/l)		
Ca	1,14	0,6
Mg	0,10	0,22
Na	0,24	0,76
K	1,93	1,57

COT: Carbono Orgánico Total; NT: Nitrógeno total; M.O: Materia Orgánica;  
C/N: Relación Carbono Nitrógeno

Tabla 3.4 - Disponibilidad de MS del verdeo de avena en kg /ha y kg/ animal/ día para la localidad de Pasman y Argerich

Pasman			
Fechas	kg/ ha	kg/ animales/ día	
26/6-16/7	2910	3356	52
16/7-1/8	3356	3796	44
1/8-6/9	3796	1712	36
Argerich			
Fechas	kg/ ha	kg/ animales/ día	
4/7-1/8	3037	3763	48
1/8-29/8	3763	2351	43
29/8-17/9	2351	1702	42

Tabla 4.16 - Disponibilidad de MS del verdeo de avena en kg/ha y kg por animal y por día para la localidad de Pasman.

Fechas	kg/ ha	kg/ animal/ día
23/7-11/8	1777	42
11/8-7/9	1424	24

## ANEXO 2. FIGURAS

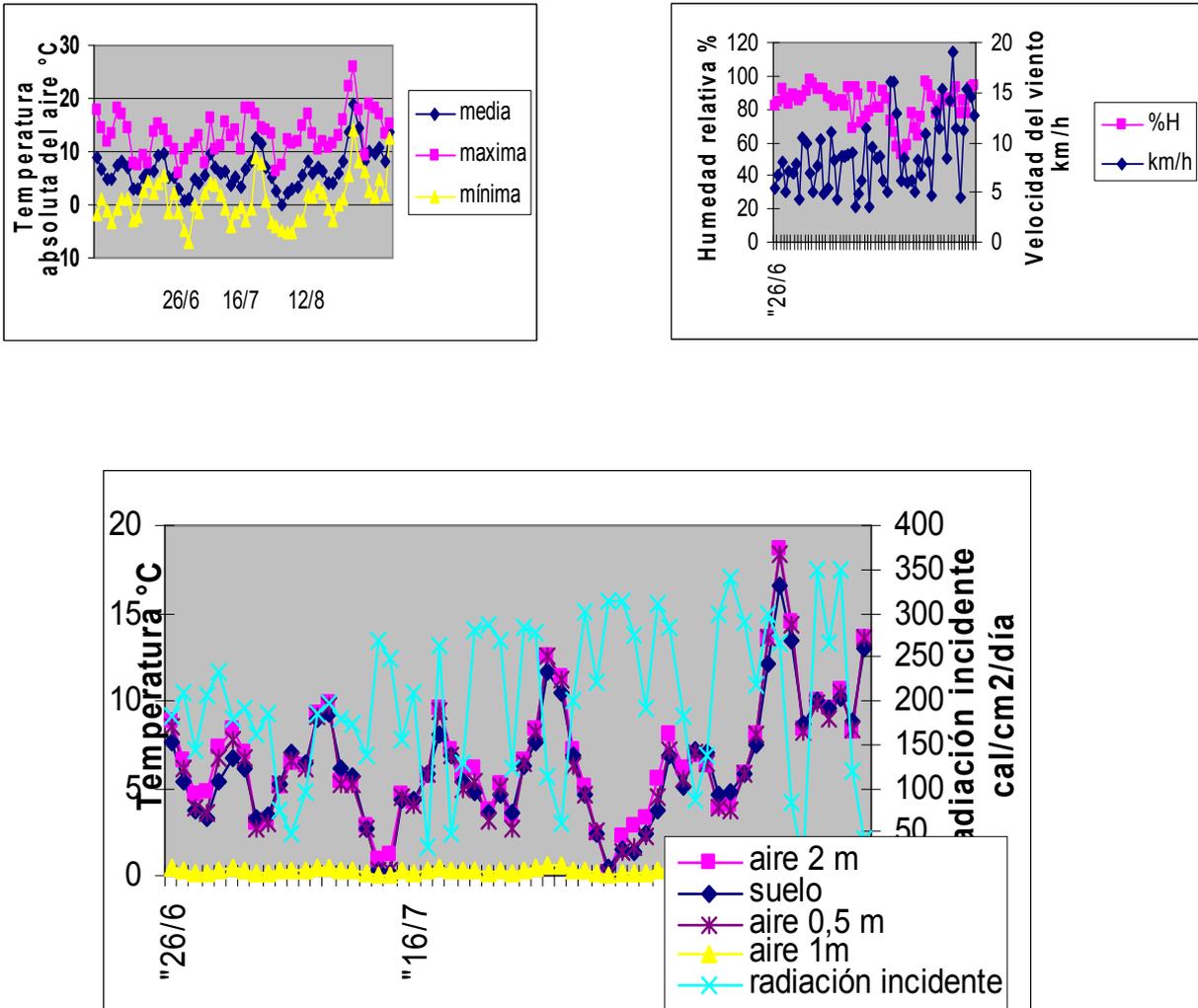


Figura 3. 19 - Registros Meteorológicos. Valores medios diarios para las variables Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) del suelo, del aire a 0,50, 1,00 y 2,00 m y valores diarios de Radiación global incidente ( $\text{Cal}/\text{cm}^2/\text{día}$ ); Humedad relativa ambiente (%); velocidad del viento ( $\text{km}/\text{h}$ ); Temperatura absoluta del aire media, máxima y mínima. Los parámetros climáticos (promedios mensuales de registros horarios) corresponden a Pasman durante el período de ensayo.

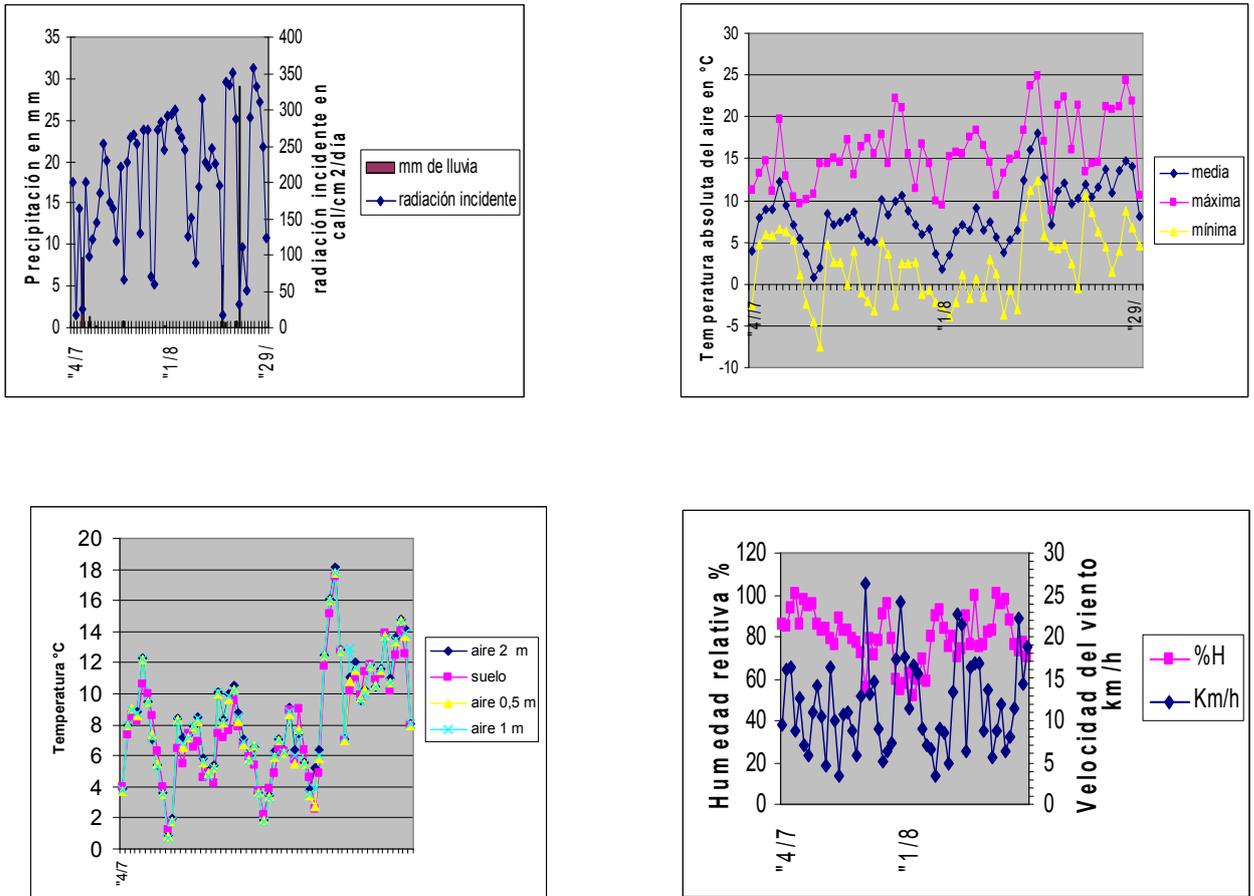


Figura 3. 20 - Registros Meteorológicos. Valores medios diarios para las variables Temperatura (°C) del suelo, del aire a 0,50, 1,00 y 2,00 m; Humedad relativa ambiente (%); velocidad del viento (km/ h); Temperatura absoluta del aire media, máxima y mínima; Precipitación (mm) y valores diarios de Radiación global incidente (Cal/ cm<sup>2</sup>/ día) para la localidad de Argerich durante el período de ensayo. Los parámetros climáticos (promedios mensuales de registros horarios) corresponden a Argerich durante el período de ensayo.

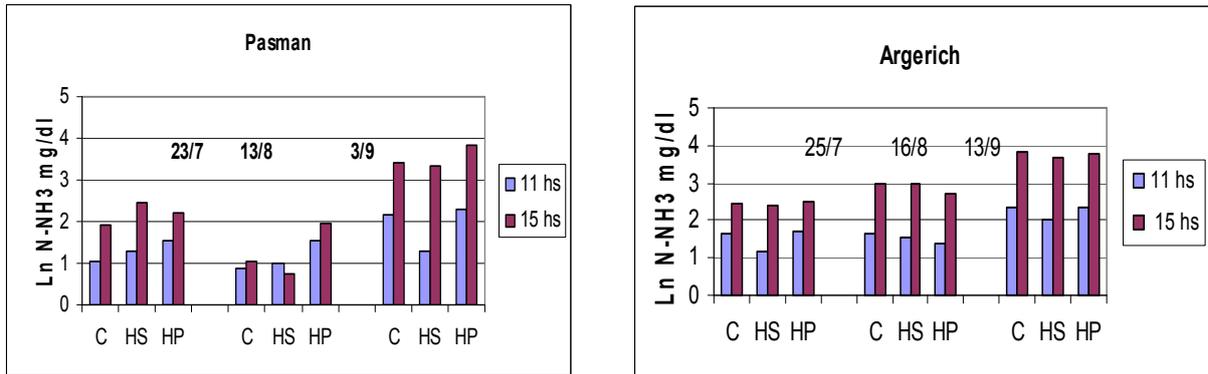


Figura 3. 21 -Concentración de N-NH<sub>3</sub> ruminal expresado como Ln en la localidad de Pasman y Argerich, respectivamente. Cada valor representa la media de 3 determinaciones. Difirieron significativamente ( $p < 0,01$ ) los suplementos, horarios y fechas. Interacciones significativas ( $p < 0,01$ ) de segundo y tercer orden.

## ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS

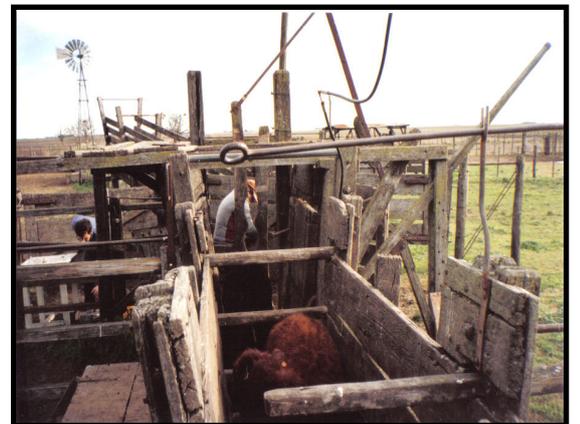


Corrales de encierre y suplementación. Pasman



Corrales de encierre y suplementación. Pasman

Verdeo de Avena. Pasman



Extracción de Sangre. Pasman



Extracción de licor ruminal con vacío. Argerich.



Equipo de determinaciones de campo.



Filtrado de líquido ruminal.



Determinación de pH en líquido ruminal.



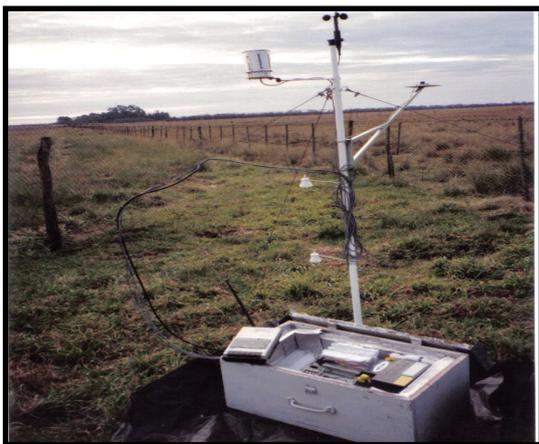
Corrales de encierre y suplementación. Argerich



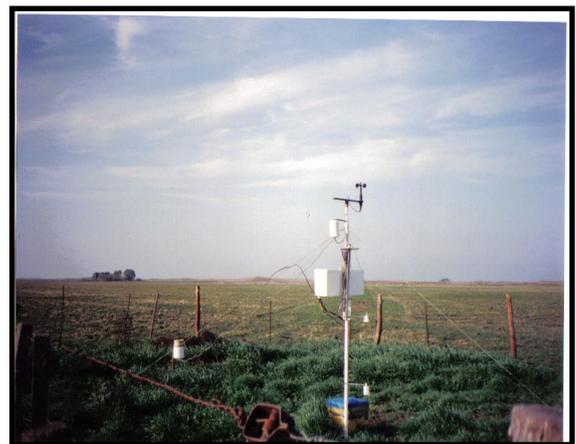
Verdeo de Avena. Argerich



Animales entrando al verdeo de Avena por la mañana. Argerich.



Estación Meteorológica. Pasman



Estación Meteorológica. Argerich

## ANEXO 4.

Trabajos publicados en revistas científicas con relación a esta Tesis

Arelovich, H.M, Arzadún, M.J. Laborde, H.E. & M.G. Vasquez. 2003. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape proteína or high quality hay. *Anim. Feed. Sci. and Tech.* 105: 29-42.

Arelovich, H.M, Laborde, H.E., Arzadún M.J. & M.G. Vasquez. 2004. Influence of hay quality and pasture location on performance of beef cattle grazing oats. *Span. J. Agr. Res.* 2 (1), 53-61.

## ANEXO 5

### Comunicaciones Personales

Arelovich, H.M. y Laborde H.E.. 1988. Observaciones sobre utilización de Avena sativa en el Partido de Cnel. Pringles. Comunicación personal. Docentes del Área Producción Animal. Dpto. Agronomía U.N.S, Bahía Blanca.

Bravo, Oscar A. 1995. Descripción morfológica del perfil Argerich. Docente del Área de Suelos y Aguas. Dpto. Agronomía U.N.S, Bahía Blanca.

Lamberto, Sergio A. 1995. Determinación de la composición del heno de pastura. Docente del Área Botánica. Dpto. Agronomía U.N.S, Bahía Blanca.