



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

TESIS DE MAGISTER EN CIENCIAS AGRARIAS

FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE CRECIMIENTO DE BOVINOS SOBRE  
VERDEOS DE AVENA CON DIFERENTES ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACION

MARÍA GABRIELA VÁSQUEZ

BAHIA BLANCA  
ARGENTINA

2010

**PREFACIO**

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Agronomía durante el período comprendido entre el 8 de Septiembre de 1994 y el 19 de Marzo de 2010, bajo la dirección de Dr. Hugo Arelovich.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR  
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Estado de la Nación Argentina, que me ha permitido alcanzar la formación académica e intelectual para que esta Tesis pueda ser escrita.

Especialmente a mi director Dr. Hugo M. Arelovich, quién ha hecho el aporte fundamental con la dirección y corrección de esta tesis.

Al Ing. Agr. Martín Arzadún y al personal de la Chacra Experimental del M.A.A. de Paskan, por su valioso trabajo de ejecución y seguimiento de los ensayos de campo.

Por sus consejos y compañerismo, al personal del Laboratorio de Nutrición Animal y al de campo del Departamento de Agronomía de la UNS.

A mi esposo, compañero y colega, por su incondicional y perseverante apoyo en la concreción de la escritura de esta tesis.

A mis hijos, por ser los impulsores de mi vida.

## **RESUMEN**

El verdeo de avena (VA) es un recurso forrajero de amplia difusión, asociada tanto a su adaptación a las bajas temperaturas como a su respuesta productiva. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias se han observado bajas ganancias diarias de peso (GDP) para bovinos a pastoreo en VA. Para superarlos, los productores utilizan alimentos con alto contenido de fibra (henos) y/o alto contenido energético (concentrados) indistintamente. El objetivo general del presente estudio fue determinar las variaciones en la tasa de crecimiento y en parámetros ruminales y sanguíneos de bovinos que pastorean VA cuando son suplementados. En un primer ensayo se evaluó el impacto de la suplementación con henos de alta y baja calidad (en encierro nocturno). En otro experimento se midió el efecto de la suplementación energética y la adición de proteína de baja degradabilidad ruminal.

El primer ensayo se llevó a cabo en forma simultánea en las localidades de Pasman (84 días) (PAS, Partido de Cnel. Suárez) y Argerich (75 días) (ARG; Pdo. de Villarino), Provincia de Buenos Aires, utilizando vaquillonas Aberdeen Angus (AA, 36 y 30, respectivamente) que pastoreaban VA. Los tratamientos consistieron en tres estrategias de suplementación en el encierro: grupo control o no suplementado, (C) y la suplementación diaria "ad libitum" de los otros dos con heno de pastura (HP) o heno de sorgo de plantas enteras (HS). Se evaluaron durante el ensayo, parámetros climáticos de suelo y disponibilidad VA, composición de VA y de henos y su consumo voluntario. Sobre los animales se determinó GDP, pH y N-NH<sub>3</sub> en el rumen (a las 11 y 15 hs.) y minerales en sangre.

Las disponibilidades de MS medidas (44 y 44,3 kg/ an/ d para PAS y ARG respectivamente) no fueron consideradas limitantes para el consumo de VA. La producción de materia seca (2943 y 2717 kg /ha para PAS y ARG respectivamente) y composición de los verdeos fue similar en ambas localidades, con niveles de proteína bruta (PB) del 11 al 13 %. Los animales consumieron más heno de HP (785 g/d) que HS (684 g/d) (p <0,05) y en promedio, en PAS consumieron 2,88 veces más heno (1090 g) que en ARG (378 g) (p<0,05). En ambas localidades HP produjo mayor GDP que C (p <0,05), mientras que HS no presentó diferencias con C y HP (p> 0,10). Los valores medios de GDP en ARG (570 g) superaron a PAS (505 g). Esto puede explicarse por una condición climática más agresiva en PAS durante el ensayo.

No hubo efecto de dietas, localidades u horarios (p > 0.10), en los minerales en suero sanguíneo con contenidos que se ubicaron en el umbral de suficiencia. pH y N-NH<sub>3</sub> ruminal no presentaron diferencias entre dietas, con menor pH y mayores contenidos de N-NH<sub>3</sub> en las muestras tomadas al salir del VA (p <0.05). En ambas localidades se presentaron incrementos en N-NH<sub>3</sub> ruminal a lo largo de las fechas, probablemente vinculado a una reducción de los carbohidratos no estructurales de los VA (r<sup>2</sup> de 0,54 y 0,88, p< 0.01 para horario matutino y vespertino, respectivamente).

El segundo ensayo durante 55 días se realizó en PAS, utilizando 24 vaquillonas AA que pastoreaban VA y con tres tratamientos de suplementación diaria: grano de maíz (M), mezcla de grano de maíz y harina de gluten de maíz (MG) y control (C) sin suplementación. Y se midió disponibilidad y composición de MS en VA, composición de M y MG. En los animales se evaluó GDP, pH y N-NH<sub>3</sub> en el rumen y minerales en sangre.

La disponibilidad de MS del VA decreció de 1777 a 1209 kg/ ha a lo largo del ensayo. La concentración promedio de la MS fue del 29%, la PB del 9% y el contenido de CNE decreció del 30 al 14%. El MG presentó una GDP de 920g, superando a C (GDP=670,  $p < 0,05$ ). El MG presentó una GDP de 920 g/ animal/ día, superando a C (GDP=670 y  $p < 0,01$ ) y M (GDP= 781 y  $p < 0,05$ ) Asimismo, se verificó una tendencia a una mayor GDP en M respecto a C ( $p < 0,08$ ), con valores de 781 y 670 g , respectivamente.

pH y N-NH<sub>3</sub> ruminal no difirieron por dietas ( $p > 0,10$ ), mientras que sí lo hicieron por fechas ( $p < 0,05$ ). Los tratamientos no mostraron desbalances de minerales en sangre. La suplementación con M mejoraría la GDP. La suplementación con MG permitió un mejor aprovechamiento del VA, asociado a un adecuado balance entre energía y amino-ácidos disponibles a nivel de rumen, logrando una GDP superior a 900 g.

**PALABRAS CLAVES:** Verdeos de Avena, pastoreo de bovinos, suplementación, henos, concentrados energéticos, disponibilidad y composición de forrajes, GDP, N-NH<sub>3</sub> ruminal, mineral en suero.

**ABSTRACT**

Oat pasture (OP) is a widely used forage resource, associated both with its adaptation to low temperatures and with its productive response. However, under certain circumstances, low average daily weight gains (ADG) have been observed in cattle grazing on OP. Several supplementation strategies involving high-fiber (hays) or high-energy (concentrates) feeds, or both, are used by producers in order to overcome this problem. The general aim of this research was to determine changes in the growth rate as well as in ruminal and blood parameters of supplemented cattle grazing on OP. In a first trial, we evaluated the impact of supplementing with high and low quality hays during night penning. In a second experiment, the effect of grains with high energy density and low ruminal degradable protein was measured.

The first trial was conducted jointly in the locations of Pasman (PAS; Coronel Suárez municipality) and Argerich (ARG; Villarino municipality) using Aberdeen Angus heifers (AA; 36 and 30, respectively). The treatments involved grazing on OP and three supplementation strategies in the pen: a control or non-supplemented group (CON1) and two other groups daily and *ad libitum* supplemented with pasture hay (PH) and sorghum hay (SH) from whole plants. Weather conditions during the trial, soil fertility parameters, OP availability-composition and voluntary intake and composition of hays were evaluated. Regarding the animals, ADG, ruminal pH and N-NH<sub>3</sub> (at two different times of the day) and blood mineral levels were determined.

Dry matter (DM) availability observed or measured was not considered a limiting factor for OP intake. DM production and pasture composition were similar in both locations, with crude protein (CP) levels of 11 to 13 %. Animals ate more PH (785 g) than SH (684 g) ( $p < 0.05$ ) and, on average, they consumed 2.88 times more hay in PAS (1090 g) than in ARG (378 g), ( $p < 0.05$ ), no weight gain being registered. In both locations, PH had more ADG than CON1 ( $p < 0.05$ ) while SH did not show any differences with CON1 and PH ( $p > 0.10$ ). ADG mean values in ARG (570 g) exceeded those in PAS (505 g) for the analyzed period. This could be explained by a more severe weather condition in PAS during the trial.

Minerals in blood serum did not differ due to the effect of diets, locations or timetables ( $p > 0.10$ ), contents being at the sufficiency threshold. The parameters of ruminal pH and N-NH<sub>3</sub> did not vary among diets, with lower pH and higher contents of N-NH<sub>3</sub> in the samples taken when leaving the OP ( $p < 0.05$ ). Both locations exhibited increases in ruminal N-NH<sub>3</sub> throughout the dates, probably related to a reduction of non-structural carbohydrates (NSC) of OP ( $r^2$  of 0,54 y 0,88,  $p < 0.01$ , for the morning and afternoon times, respectively).

The second trial was carried out in PAS using 24 AA heifers grazing on OP and three treatments of daily supplementation: corn grain (CORN), a mixture of corn and corn gluten meal (CORN+GM) and a non-supplemented control group (CON2).

Analyzed variables included DM availability and composition in OP together with CORN and GM composition. Animals were analyzed for ADG, ruminal pH and N-NH<sub>3</sub> and minerals in blood.

DM availability in OP decreased from 1,777 to 1,209 kg/ha throughout the trial. The average concentration of DM was 29% and of CP, 9%; NSC content decreased from 30 to 14%. ADG for GM was 920 g/animal/day, surpassing CON2 (ADG=670,  $p < 0.05$ ). CORN (ADG= 781) showed no difference neither with CON2 nor with GM ( $p > 0.10$ ). Ruminal pH and N-NH<sub>3</sub> variables did not vary with diets ( $p > 0.10$ ) but they did with dates ( $p < 0.05$ ). No mineral unbalance in blood was found for the treatments. It seems that CORN + GM supplementation improve ADG. GM supplementation allowed a better use of OP, probably due to an adequate balance between energy and amino acids available at the rumen level, reaching an ADG >900 g.

**KEYWORDS:** oat pastures, cattle grazing, supplementation, hays, energy concentrates, forage availability and composition, ADG, ruminal N-NH<sub>3</sub>, mineral composition in cattle blood serum.

## TABLA DE CONTENIDOS

	PÁG.
PREFACIO .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
ABREVIATURAS .....	xiv
CAPITULO I: INTRODUCCION .....	1
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA	
2.1. Disponibilidad y concentración de materia seca en relación al Consumo voluntario.....	3
2. 2. Composición química del verdeo de avena.	
2.2. 1. Generalidades.....	4
2. 2. 2. Contenido de CNE.....	5
2. 2. 3. Contenido de fracciones nitrogenadas.....	6
2. 2. 4. Contenido de minerales esenciales.....	7
2. 3. Influencia del ambiente sobre el desempeño de animales a pastoreo.	
2.3. 1. Temperatura y humedad ambiental. ....	10
2.3. 2 .Interacción entre ambiente, consumo y comportamiento del animal en pastoreo.....	12
2.3. 3. Efecto de la estación de crecimiento sobre la calidad forrajera.....	13
2. 4. Suplementación de verdeos invernales.....	13
2. 4. 1. Henos como suplementos. ....	14
2. 4. 2. Suplementación con alimentos concentrados. ....	15
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	21
OBJETIVOS.....	21

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

3.1. Objetivo.....	22
3.2. Materiales y Métodos.....	22
3.2.1. Sitios experimentales.....	22
3.2.2. Caracterización Climática.....	22
3.2.3. Suelos.....	26
3.2. 4. Animales y Tratamientos.....	27
3. 2. 5. Caracterización de verdeos de avena y suplementos.....	28
3. 2.6. Determinación en los animales.....	29
3. 2.6.1. Consumo voluntario de henos y Ganancia de peso.....	29
3. 2.6. 2. Parámetros ruminales y sanguíneos.....	29
3. 2.7. Análisis Estadístico.....	30
3. 3. Resultados y discusión.....	31
3. 3. 1. Características del verdeo y suplementos.....	31
3.3. 2. Consumo voluntario de los henos y ganancia de peso.....	37
3. 3. 3. Parámetros ruminales.....	42
3. 3. 4. Concentración de minerales en suero sanguíneo.....	47
3.4. CONCLUSIONES.....	49

CAPITULO IV: Experimento II. ***Suplementación de verdeos de avena con concentrados energéticos y proteicos.***

4.1. Objetivos del experimento.....	50
4.2. Ubicación geográfica de la experiencia.....	50
4.3. Materiales y métodos.....	50
4.3.1. Tratamientos y animales.....	50
4.3.1.1. Descripción de los tratamientos.....	50
4.3.1.2. Manejo de los animales.....	51
4.3.2. Características del verdeo y suplementos.....	51
4.3.3. Evolución del peso vivo.....	51
4.3.4. Parámetros ruminales y sanguíneos.....	52
4.4. Análisis Estadístico.....	52
4.5. Resultados y discusión.....	53
4.5.1. Características del verdeo y suplementos.....	53
4.5.2. Ganancia de peso.....	57
4.5.3. Parámetros ruminales y sanguíneos.....	59
4.5.3.1. Parámetros ruminales.....	59
4.5.3.2. Parámetros sanguíneos.....	61
4.6. CONCLUSIONES.....	63
4.7. CONCLUSION GENERAL.....	63
CAPITULO V: BIBLIOGRAFIA.....	64
ANEXO 1: Tablas .....	79
ANEXO 2: Figuras .....	83
ANEXO 3: Fotografías .....	87
ANEXO 4: Trabajos publicados en relación a ésta tesis.....	91
ANEXO 5: Comunicaciones Personales.....	92

ÍNDICE DE TABLAS		PÁG.
Tabla 3. 5	Composición porcentual en materia seca del VA para la localidad de Pasma en función del tiempo .....	32
Tabla 3. 6	Composición porcentual de la materia seca del VA para la localidad de Argerich en función del tiempo.....	33
Tabla 3. 7	Concentración mineral de la materia seca del VA para la localidad de Pasma en función del tiempo.....	33
Tabla 3. 8	Concentración mineral de la materia seca del VA para la localidad de Argerich en función del tiempo.....	34
Tabla 3. 9	Composición de la materia seca de los henos de pastura y de sorgo.....	35
Tabla 3. 10	Valores medios de disponibilidad del verdeo de avena en kg de MS/ an/ día, consumo voluntario de los suplementos en las localidades de Pasma y Argerich.....	37
Tabla 4. 12	Composición porcentual en materia seca del verdeo de avena para la localidad de Pasma en función del tiempo. ....	54
Tabla 4. 13	Concentración mineral de la materia seca de los verdes de avena para la localidad de Pasma en función del tiempo.....	55
Tabla 4. 14	Composición porcentual de la materia seca de los suplementos M y MG.....	55
Tabla 4. 15	Concentración mineral de la materia seca de los suplementos M y MG.....	56
ANEXO 1	.....	80
Tabla 3. 1	Características del perfil modal de Pasma.....	80
Tabla 3. 2.	Características del perfil modal de Argerich.....	80
Tabla 3.3	Análisis químicos de los suelos para las localidades de Pasma y Argerich.....	81
Tabla 3.4	Disponibilidad de MS del verdeo de avena en kg/ ha y kg/ an/día para la localidad de Pasma y Argerich.....	81
Tabla 4. 16	Disponibilidad de MS del verdeo de avena en kg/ ha y kg/ an/día para la localidad de Pasma.....	82

ÍNDICE FIGURAS		PÁG.
Figura 3.1	Ubicación de sitios experimentales	23
Figura 3.2	Disponibilidad de MS del VA en función del tiempo para la localidad de PAS y ARG.....	31
Figura 3.3	Peso vivo en los tratamientos C, HS y HP para las localidades de Pasman y Argerich en función del tiempo.....	38
Figura 3.4	Ganancia diaria de peso para las localidades de Pasman y Argerich de los tratamientos C, HS y HP.....	39
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.....	39
Figura 3.6	Análisis de GDP para las localidades PAS y ARG en conjunto.	39
Figura 3.7	Valores medios de pH ruminal en la localidad de Pasman y Argerich, respectivamente, en distintas fechas y horarios de muestreo.....	42
Figura 3.8	Concentración de N-NH <sub>3</sub> ruminal para localidad de Pasman y Argerich, respectivamente.....	44
Figura 3.9	Relación entre N-NH <sub>3</sub> (mg/ dl) ruminal y la fracción CNE del VA analizado para las localidades PAS y ARG en conjunto.....	46
Figura 3.10	Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg/ dl en la localidad de Pasman.....	47
Figura 3.11	Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg/ dl en la localidad de Argerich.....	48
Figura 4.12	Disponibilidad de MS en kg/ ha del verdeo de avena en función del tiempo.....	53
Figura 4.13	Peso vivo medio en los tratamientos C, M y MG en función del tiempo.....	57
Figura 4.14	Ganancia diaria de peso de los tratamientos C, M y MG.....	58
Figura 4.15	Ganancia diaria de peso para el total del período de los tratamientos C, M y MG.....	58
Figura 4.16	Valores medios de pH ruminal para los distintos tratamientos y fechas de muestreo.....	61
Figura 4.17	Valores medios de N-NH <sub>3</sub> ruminal para los distintos tratamientos y	

	fechas de muestreo.....	61
Figura 4. 18	Concentración mineral media en suero sanguíneo en mg/dl de Mg, Ca, K y Na para los tratamientos C, M y MG en función del tiempo para la localidad de Pasman.....	62
ANEXO 2	.....	83
Figura 3. 19	Registros Meteorológicos. Valores medios diarios para las variables Temperatura (°C) del suelo, del aire a 0,50, 1,00 y 2,00 m y valores diarios de Radiación global incidente (Cal/cm <sup>2</sup> /día) ; Humedad relativa ambiente (%); velocidad del viento (Km/h); Temperatura absoluta del aire media, máxima y mínima para la localidad de Pasman durante el período de ensayo.....	84
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. ....	85
Figura 3. 21	Concentración de N-NH <sub>3</sub> ruminal expresado como Ln en las localidades de Pasman y Argerich, respectivamente.....	86

## ABREVIATURAS

AA	Aberdeen Angus
AAc	Amino Ácidos
Ac/Pr	Acético/Propiónico
ANOVA	Análisis de Varianza
AGV	Ácidos Grasos Volátiles
ARG	Localidad de Argerich
C	Tratamiento Control
Ca	Calcio
CE	Carbohidratos Estructurales
C/N	Relación Carbono/Nitrógeno
CNE	Carbohidratos No Estructurales
COT	Carbono Orgánico Total
EB	Energía Bruta
EM	Energía Metabolizable
FDA	Fibra Detergente Ácido
FDN	Fibra Detergente Neutro
Fr	Suelo de Textura Franca
Fr/Ar	Suelo de Textura Franca/ Arenosa
g/animal	gramos por animal
g/ día	gramos por día
GDP.	Ganancia Diaria de Peso
HCl	Ácido Clorhídrico
HP	Heno de Pastura
HS	heno de Sorgo
K	Potasio
kg/ ha	kilogramos por hectárea
LDA	Lignina Detergente Ácido
M	Tratamiento Maíz
MAA	Ministerio de Asuntos Agrarios Bs. As.
Mg	Magnesio
MG	Tratamiento Mezcla de Maíz + Harina de Gluten de maíz

mg/ dl	miligramos por unidad de decilitros
MS	Materia Seca
MO	Materia Orgánica
N	Nitrógeno
NADPH	Nicotinamida-Adenina Dinucleótido fosfato
NH <sub>3</sub>	Amoníaco
N-NH <sub>3</sub>	Nitrógeno Amoniacal
NNP	Nitrógeno No Proteico
NT	Nitrógeno Total
P	Fósforo
PAS	Localidad de Pasman
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrógeno
PV	Peso Vivo
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO	Sudoeste
VA	Verdeo de Avena