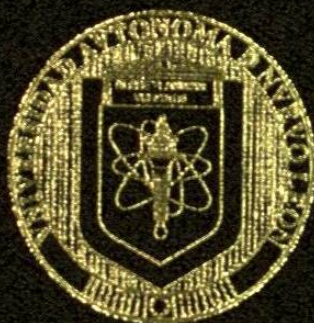


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFFECTO DEL EXCESO DE COMPUESTOS  
NITROGENADOS EN DIETAS DE BORREGOS  
PELIBUEY EN CRECIMIENTO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS  
CON ESPECIALIDAD EN  
NUTRICION ANIMAL

PRESENTA:

JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS

MARIN, N. L.

ENERO DEL 2003

TD  
Z5071  
FA  
2003  
.H8

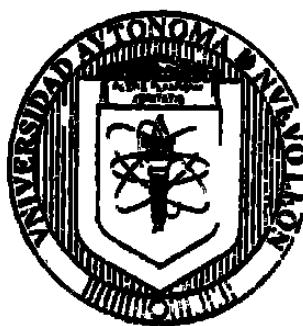


1020148575

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**EFFECTO DEL EXCESO DE COMPUESTOS  
NITROGENADOS EN DIETAS DE BORREGOS  
PELIBUEY EN CRECIMIENTO**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS PARA  
CON ESPECIALIDAD EN  
NUTRICION ANIMAL**

**PRESENTA:**

**JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS**


974177

TD  
Z5071  
FA  
2003  
.H8



**EFFECTO DEL EXCESO DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN DIETAS DE  
BORREGOS PELIBUEY EN CRECIMIENTO.**

**Aprobación de la tesis:**

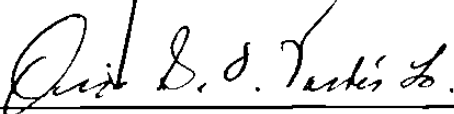
  
**Ph.D. Javier Colín Negrete** Asesor Principal

  
**Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas** Coasesor

  
**Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán** Coasesor

  
**Ph.D. Rigoberto González González** Coasesor

  
**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz** Coasesor

  
**Ph. D. Ciro G.S. Valdés Lozano**  
Subdirector de Estudios de Posgrado

## **DEDICATORIA**

A mis padres **Sr Juan B. Huerta Rendón y Sra María Dolores Cavazos de Huerta**

A mi esposa **Sandra Escamilla Cantú**, por todo ese gran apoyo en los momentos difíciles para lograr nuestros objetivos.

A mis hijos **Sandra Sarahy, Juan Manuel, Jesús Mario**, por su comprensión en los momentos de trabajo

A mis hermanos **Antonio Juan, Julia Ma. Del Refugio, Silvia Guadalupe**, en especial a ti **Toño**, por contar contigo en situaciones especiales, así como también para **Melecio Cavazos Garza**, por su apoyo y respaldo para cumplir con mi compromiso.

A mis familiares y amigos que con su palabras de aliento me fortalecieron para seguir adelante A todos ellos pero, en especial a. **Nestali Mario Gómez Ruiz, Isidro Guajardo Hernández, Francisco Uresti**, y con cariño para **Doña Tere y Male**.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:**

El Gobierno Federal que a través del El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, participa en el fomento de recursos humanos, indispensable para el desarrollo del país, por su apoyo económico.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, por el interés de desarrollar el sector agropecuario.

A la Facultad de Agronomía, por asumir su compromiso social y ofrecer estudios a el más alto nivel

A la Subdirección de Estudios de Postgrado, por mantener y desarrollar la infraestructura necesna para cumplir los objetivos de desarrollo de recursos humanos.

Al Ph D Javier Colín Negrete. Asesor Principal, por su participación directa y su apoyo durante el trabajo y culminación de la tesis

Al Ph D Erasmo Gutiérrez Omelas, Ph.D. Rigoberto González González, Dr Sc. agr. Hugo Bernal Barragán, Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, por su colaboración en el comité de tesis, así como por sus observaciones y aportaciones para la culminación del presente trabajo.



## **RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

### **JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS**

**Candidato para obtener el grado de Doctor en Ciencias  
Pecuarias con Especialidad en Nutrición Animal**

#### **Datos personales:**

Originario de Monterrey, N.L. nació el 18 de Mayo de 1963, hijo de María Dolores Cavazos Cavazos y Juan Bonifacio Huerta Rendón. Casado con Sandra Escamilla Cantú; con tres hijos, Sandra Sarahy, Juan Manuel y Jesús Mario Huerta Escamilla.

#### **Educación:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L., en 1985.

Maestro en Ciencias, en Producción Animal. (Nutrición Animal y Pastizales). Egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L., en 1991.

#### **Experiencia profesional:**

Diversas actividades en la iniciativa privada (área de ventas). Experiencia en el área bancaria (gerente agropecuario BANORTE, 1991 a 1993), así como en la docencia a nivel medio superior (Preparatoria # 22, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, 1994 y 1995), y en la docencia e investigación en licenciatura y maestría (En el departamento de Nutrición y Alimentos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2000)

## CONTENIDO

Capítulo		Página
	<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	ix
	<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
	<b>RESUMEN</b> .....	xv
	<b>SUMMARY</b> .....	xvi
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1	Hipótesis .....	4
1.2	Objetivos .....	5
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	6
2.1	Compuestos nitrogenados en la dieta de los rumiantes .....	6
2.2	Formas de nitrógeno de los alimentos .....	8
2.3	Metabolismo de las proteínas en el rumen .....	14
2.4	Síntesis de proteína microbiana .....	15
2.5	Proteínas en los animales .....	17
2.6	Metabolismo de los aminoácidos y la formación de urea .....	20
2.7	Costo energético en la utilización y excreción de los compuestos nitrogenados .....	23
2.8	Requerimientos de proteína para crecimiento .....	25
2.9	Consumo excesivo de proteína .....	26
2.10	Índices productivos de ovinos en crecimiento .....	30
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	32
3.1	Experimento # 1 Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento. (E1) .....	33
3.2	Experimento # 2 Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> de borregos Pelibuey (E2) .....	38

Capítulo	Página
3.3 Experimento # 3. Efecto de la fuente de proteína cruda y del nivel de energía sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento (E3) . . . . .	41
3.4 Experimento # 4 Efecto del nivel de energía y de proteína cruda sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> de borregos Pelibuey (E4) . . . . .	45
<b>4. RESULTADOS . . . . .</b>	<b>48</b>
4.1 Experimento # 1. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento . . . . .	48
4.1.1 Excedentes de proteína sobrepasante (T <sub>1</sub> y T <sub>2</sub> ). . . . .	49
4.1.2 Fuentes de proteína cruda . . . . .	53
4.2 Experimento # 2. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> de borregos Pelibuey. . . . .	58
4.2.1 Excedentes de proteína sobrepasante. . . . .	58
4.2.2 Efecto de la fuente de proteína cruda. . . . .	61
4.3 Experimento # 3. Efecto de la fuente de proteína cruda y del nivel de energía sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento. . .	64
4.3.1 Efecto de la fuente de proteína cruda. . . . .	65
4.3.2 Efecto del nivel de energía . . . . .	68
4.4 Experimento # 4. Efecto del nivel de energía y de proteína cruda sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> de borregos Pelibuey. . . . .	70
4.4.1 Efecto del nivel de proteína cruda. . . . .	71
4.4.2 Efecto del nivel de energía. . . . .	74

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>77</b>
5.1 Consumo de materia seca y materia orgánica. ....	77
5.2 Consumo de proteína cruda. ....	81
5.3 Ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. ....	82
5.4 Nivel de glucosa en sangre. ....	84
5.5 Nivel de urea en sangre. ....	86
5.6 Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia seca, materia orgánica y retención de nitrógeno. ....	89
<b>6. CONCLUSIONES.</b> .....	<b>96</b>
<b>7. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>98</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Raciones ofrecidas (BS) a borregos Pelibuey, con diferentes niveles y fuentes de proteína cruda, experimento # 1 (E1) . . . . .	34
2. Raciones ofrecidas (BS) (7d) con diferentes nivel y fuente de proteína cruda y su análisis calculado para determinar su digestibilidad en borregos Pelibuey durante el experimento # 2 (E2). . . . .	38
3. Análisis calculado de las raciones ofrecidas (BS) del experimento # 3 (E3). . . . .	42
4. Raciones y su análisis calculado, experimento # 4 (E4), con diferentes niveles de energía y proteína (BS), ofrecidas a borregos Pelibuey para determinar su digestibilidad <i>in vivo</i> . . . . .	45
5. Análisis de laboratorio de los alimentos, para los borregos Pelibuey en crecimiento (E1) . . . . .	48
6. Efecto del exceso de PS ( $T_2$ y $T_3$ ) sobre los consumos de borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	49
7. Efecto del exceso de PS ( $T_2$ y $T_3$ ) sobre la ganancia de peso de borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	50
8. Promedios de glucosa y urea en suero sanguíneo, para los excedentes de PS, de los borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	52

9	Efecto de la fuente de PC sobre los consumos en borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	54
10	Efecto de la fuente de PC sobre las características de aumentos de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	55
11	Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, en tratamientos con diferentes fuente de PC, en borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	57
12.	Efecto de los tratamientos con exceso de PS sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> en borregos Pelibuey (E2). . . . .	58
13	Efecto de los tratamientos con exceso de PS sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E2) . . . . .	59
14	Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según los tratamientos con excedentes de PS, en borregos Pelibuey (E2). . . . .	61
15	Efecto de la fuente de PC sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> en borregos Pelibuey (E2). . . . .	61
16.	Efecto de la fuente de PC sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E2). . . . .	62
17.	Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según la fuente de PC, en borregos Pelibuey (E2). . . . .	63

18. Analisis de laboratorio de los alimentos, para borregos Pelibuey en crecimiento (E3) . . . . .	64
19. Efecto de la fuente de PC sobre los consumos en borregos Pelibuey en crecimiento (E3). . . . .	65
20. Nivel de glucosa y urea en suero sanguíneo según la fuente de PC (E3). . . . .	67
21. Efecto del nivel de energía sobre el consumo y ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E3). . . . .	68
22. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo según los niveles de energía (E3). . . . .	69
23. Análisis de laboratorio de los alimentos para borregos Pelibuey en crecimiento (E4). . . . .	70
24. Efecto del nivel de PC sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> en borregos Pelibuey (E4). . . . .	71
25. Efecto del nivel de PC sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E4). . . . .	72
26. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según el nivel de PC (E4) . . . . .	73
27. Efecto del nivel de energía metabolizable sobre la digestibilidad <i>in vivo</i> en borregos Pelibuey (E4). . . . .	74
28. Efecto del nivel de energía metabolizable sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E4) . . . . .	75

29 Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo según el nivel de energía metabolizable (E4) . . . . .	76
30 Consumos de materia seca (g/d) propuestos por varios autores, y ejemplos para borregos en crecimiento con pesos de 15 y 30 kg . . . . .	78



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ganancia diaria de peso del testigo ( $T_1$ ) y los excedentes ( $T_2$ y $T_3$ ) de PS en borregos Pelibuey en crecimiento (E1) . . . . .	51
2. Conversión alimenticia del testigo ( $T_1$ ) y los excedentes de PS ( $T_2$ y $T_3$ ) en borregos Pelibuey en crecimiento (E1). . . . .	52
3. Ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E1), según la fuente de PC . . . . .	56
4. Conversión alimenticia en borregos Pelibuey en crecimiento (E1), según la fuente de PC. . . . .	56
5. Comportamiento de la partición de PC en el animal para los excedentes de PS, en borregos Pelibuey (E2). . . . .	60
6. Comportamiento de la partición de PC (según la fuente de PC), en borregos Pelibuey (E2). . . . .	63
7. Efecto de la fuente de PC sobre la ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E3). . . . .	66
8. Efecto de la fuente de PC para la conversión alimenticia en borregos Pelibuey en crecimiento (E3). . . . .	67

9. Efecto del nivel de energía sobre la CA en borregos Pelibuey en crecimiento (E3). . . . .	69
10. Comportamiento de la partición de PC por efecto de nivel de PC, en borregos Pelibuey. . . . .	73
11. Consumos de materia seca del experimento # 1. (Y = 214.3 + 30.4Xi R <sup>2</sup> = 0.87). . . . .	78

## RESUMEN

### Efecto del exceso de compuestos nitrogenados en dietas de borregos Pelibuey

Se realizaron cuatro experimentos que incluyeron dos pruebas de comportamiento y dos pruebas de digestibilidad *in vivo*.

**Experimento # 1** Prueba de comportamiento. Veintidos borregos Pelibuey de 13.5 kg peso vivo (PV) promedio, fueron usados para determinar el efecto del nivel y la fuente de proteína cruda (PC). El 100% del requerimiento de PC para una ganancia de  $200 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$  fue el tratamiento 1 ( $T_1$ ), para  $T_2$  y  $T_3$  se incrementó en 3% y 6% la PC, a base de proteína sobrepasante (PS), y para  $T_4$ , se aumentó 6% de PC con proteína degradable en el rumen (PDR), ajustándose 4 raciones a tres periodos (para 15, 20 y 25 kg PV, cada uno de 20 d). Para PS ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ), la ganancia diaria de peso (GDP) en el tercer periodo y promedio, fue diferente ( $P < 0.05$ ) ( $204$ ,  $268$  y  $259 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$  y  $207$ ,  $251$  y  $237 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ ). En la conversión alimenticia (CA) del tercer periodo y promedio se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) ( $5.03$ ,  $4.01$  y  $4.14 \text{ kg}$  y  $4.35$ ,  $3.64$  y  $3.82 \text{ kg}$ ). En la urea en suero sanguíneo (USS), se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) ( $54.42$ ,  $71.65$  y  $72.74 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ). Para la fuente de PC (PS ( $T_2$  y  $T_3$ ) vs. PDR ( $T_4$ )), el consumo de materia seca para el segundo, tercer periodo y promedio, se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ), siendo menor  $T_4$ , en 12.9%, 8.3% y 7.6% respectivamente. En la GDP se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) en los dos primeros periodos y promedio ( $225$  y  $154 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ ;  $244$  y  $190 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ ;  $244$  y  $191 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$  respectivamente). La CA en el primer periodo y promedio se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) ( $3.46$  y  $6.81 \text{ kg}$ ;  $3.73$  y  $4.54 \text{ kg}$ ). En la USS se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) ( $72.2$  y  $60.1 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ). En los niveles de PC del 21%; 19%; y 17%; (PS), se observó la mejor GDP y CA. Niveles altos de PC, ocasionan que USS se incremente. El efecto de la fuente de PC fue mayor al inicio de la prueba.

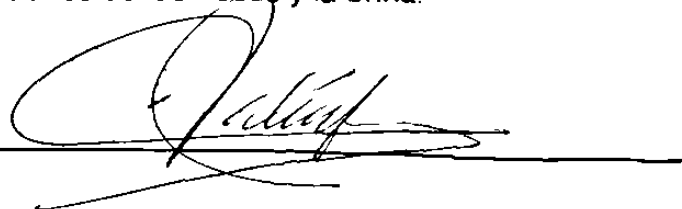
**Experimento # 2.** Prueba de digestibilidad, con 20 borregos Pelibuey (28.8 kg PV promedio), fueron usados para determinar el efecto del nivel y la fuente de proteína cruda (PC) sobre la digestibilidad *in vivo*. El requerimiento de PC, fue el tratamiento (T):  $T_1$ , 14%,  $T_2$ , 17%; y  $T_3$ , 20%, los excedentes de PC a base de proteína sobrepasante (PS). Para  $T_4$ , 20% a base de proteína degradable en el rumen (PDR), (urea). Para PS ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ), la PC en la orina y retención de PC, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ); del consumo de PC, se perdió el 50.5, 39.0 y 49.7% a través de la orina, en las heces el 35.3, 34.7 y 29.6%, y la retención de PC fue del 14.1, 26.3 y 20.7%, para el 14, 17 y 20%, respectivamente. Para los niveles de urea en suero sanguíneo (SS) se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) ( $31.6$ ,  $27.8$  y  $43.6 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$  respectivamente). Para la fuente de PC (PS ( $T_2$  y  $T_3$ ) vs. PDR ( $T_4$ )), el Consumo PC  $183$  y  $197 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ , la PC en la orina fue  $82.1$  y  $108.4 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$  respectivamente, encontrándose diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), teniendo una pérdida importante de PC por esta vía. Respecto a la urea en SS ( $35.7$  y  $50.9 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$  respectivamente) se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), teniendo una mayor concentración a base de PDR. La digestibilidad de la materia seca y orgánica no se ve afectada por los

niveles y fuentes de PC, la digestibilidad de la PC fue mayor para PDR, sin embargo, se tuvo una mejor retención de PC, en el nivel intermedio y alto de PS.

**Experimento # 3.** Prueba de comportamiento consistente en, 26 borregos Pelibuey (12.1 kg PV promedio), usados para determinar su respuesta a diferentes fuentes de proteína cruda (PC) y niveles de energía en el crecimiento. En dos periodos, cuatro tratamientos (T), con PC en 21% PC para el primer periodo y 19% para el segundo periodo, como fuente de PC (proteína sobrepasante PS y proteína degradable en el rumen PDR) y el nivel de energía (2.8 y 3.2 Mcal EM•Kg<sup>-1</sup>). Para el T<sub>1</sub> PS y 2.8; T<sub>2</sub> PDR y 2.8; T<sub>3</sub> PS y 3.2 y T<sub>4</sub> PDR y 3.2 Mcal EM•Kg<sup>-1</sup>. Las variables fueron consumo de materia seca (CMS), consumo de materia orgánica (CMO), consumo de proteína cruda (CPC), conversión alimenticia (CA) y ganancia diaria de peso (GDP). Para la fuente de PC (PS vs. PDR), en el periodo 2 y el promedio de periodos, se encontró diferencia significativa (P<0.05), en la GDP (229 vs. 181 g•d<sup>-1</sup> y 216 vs. 186 g•d<sup>-1</sup> respectivamente) y en la CA (3.52 vs. 4.54 kg y 3.35 vs. 3.89 kg respectivamente). Para el nivel de energía, en el segundo periodo, el CMO mostró diferencia (P = 0.06) (663 vs. 640 g•d<sup>-1</sup>), y en el CPC en segundo periodo y promedio de periodos se encontró diferencia significativa (P<0.05), (162 vs. 149 g•d<sup>-1</sup> y 147 vs. 141 g•d<sup>-1</sup>), y en la CA, en el segundo periodo se encontró diferencia significativa (P < 0.05) (4.35 vs. 3.64 kg respectivamente). Se observa que los borregos tienen una mejor respuesta a mayores niveles de energía y a una fuente de PC de mejor calidad.

**Experimento # 4.** Prueba de digestibilidad con 20 borregos Pelibuey (29.4 kg PV promedio), fueron usados para determinar el efecto del nivel de energía y de proteína cruda (PC) sobre la digestibilidad *in vivo*. Los factores fueron niveles de PC (14 y 20%) y niveles de energía (2.8 y 3.2 Mcal EM•kg<sup>-1</sup>). Los tratamientos (T) consistieron en: T<sub>1</sub>, 14% PC y 2.8 Mcal EM•kg<sup>-1</sup>; T<sub>2</sub>, 14% PC y 3.2 Mcal EM•kg<sup>-1</sup>; T<sub>3</sub>, 20% PC y 2.8 Mcal EM•kg<sup>-1</sup> y T<sub>4</sub>, 20% PC y 3.2 Mcal EM•kg<sup>-1</sup>. Para los niveles de PC, se encontró diferencia significativa (P<0.05) en DIGMS, DIGMO y DIGPC aparente. En el CMS y CMO, se encontró diferencia significativa (P<0.05), donde el nivel del 14% tuvo valores superiores. En las heces, el contenido de MS, MO y PC, se encontró diferencia significativa (P<0.05), siendo el nivel de 14% PC el que tuvo valores superiores, pero en el contenido PC en la orina, se encontró diferencia significativa (P<0.05), donde el nivel del 20% tuvo la mayor pérdida. Para la concentración de urea en suero sanguíneo (USS), se encontró diferencia significativa (P<0.05). Para el nivel de energía, no se encontró diferencia (P>0.05) en la mayoría de las variables, excepto para el contenido de MS y MO en las heces y en la concentración de USS se encontró diferencia significativa (P<0.05), observándose en el nivel de 3.2 Mcal EM•kg<sup>-1</sup>; la mayor cantidad. La digestibilidad *in vivo* de PC, aumentó con el nivel alto de PC, sin embargo, se observó una pérdida importante de PC a través de las heces y la orina.

Firma del Asesor Principal



## ABSTRACT

### Effect the nitrogen compound excess on diets of Pelibuey growing lambs.

This work includes four experiments integrated by two of performance and two of digestibility *in vivo* trails.

**Experiment # 1.** Performance trail. Twenty two Pelibuey lambs (13.5 kg BW), were used to determine the effect of level and source of crude protein (CP). The CP requirements to gain 200 g weight daily was treatment 1 ( $T_1$ );  $T_2$  and  $T_3$  were based on 3% and 6% more of CP requirements respectively with undegradable protein (UDP), and  $T_4$  was 6% more CP requirements with degradable protein in the rumen (DPR). Diets were adjusted to BW three times, as soon as lambs reached 15, 20 and 25 kg BW within a 20 d period of time respectively. For UDP ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ ), the average daily gain (ADG) during the third period and general mean of periods, were different ( $P < 0.05$ ) (204, 268 and 259  $g \cdot d^{-1}$  and 207, 251 and 237  $g \cdot d^{-1}$ ). Feed conversion (FC) during the third period and general mean of periods were different ( $P < 0.05$ ) (5.03, 4.01, 4.14 kg and 4.35, 3.64 3.82 kg respectively). Blood serum urea (BSU), was found different ( $P < 0.05$ ) (54.42, 71.65 and 72.74  $mg \cdot dL^{-1}$ ). The CP sources (UDP ( $T_2 + T_3$ ) vs. DPR ( $T_4$ )), and the DM intake on second and third period and general mean of periods were different ( $P < 0.05$ ), being smaller DPR, in 12.9%, 8.3% and 7.6% than UDP. The ADG was different ( $P < 0.05$ ) during the first two periods and general mean of periods (225 and 154  $g \cdot d^{-1}$ ; 244 and 190  $g \cdot d^{-1}$ ; 244 and 191  $g \cdot d^{-1}$ ). FC during first period and general mean of periods were different ( $P < 0.05$ ) (3.46 and 6.81 kg; 3.73 and 4.54 kg respectively). BSU was different ( $P < 0.05$ ) (72.2 and 60.1  $mg \cdot dL^{-1}$ ). As a conclusion was observed that levels of CP of 21%; 19%; and 17%; (UDP), had better ADG and FC. High CP caused BSU increased. Additionally, source of CP effect was higher at the beginning of the trail.

**Experiment # 2.** Digestibility trail. twenty Pelibuey lambs, (28.8 kg BW). were used to determine the effect of level and the CP source on digestibility *in vivo*. Four treatments (T) were based on CP level as follows:  $T_1 = 14\%$ ;  $T_2 = 17\%$  and  $T_3 = 20\%$ , where CP exceedings were based on UDP.  $T_4$ , had 20% CP based on DPR - UREA. For UDP ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ ), CP in the urine and retention were significantly different ( $P < 0.05$ ). From CP intake were loss 50.5, 39.0 and 49.7% respectively, in the urine, and in feces 35.3, 34.7 and 29.6%; the retention of CP were 14.1, 26.3 and 20.7%, for 14, 17 and 20% CP treatments, respectively. BSU levels were also different ( $P < 0.05$ ) (31.6, 27.8 and 43.6  $mg \cdot dL^{-1}$ , respectively). Related to source CP (UDP vs DPR) from CP intake that were 183 and 197  $g \cdot d^{-1}$ , respectively; CP in the urine were 82.1 and 108.4  $g \cdot d^{-1}$  respectively, being significantly different ( $P < 0.05$ ), suffering an important loss this way. BSU 35.7 and 50.9  $mg \cdot dL^{-1}$  were significantly different ( $P < 0.05$ ), being higher in DPR. DM and OM digestibilities were not affected by source and levels of CP. CP digestibility was higher in DPR, however, CP retention was higher on higher levels of UDP.

**Experiment # 3.** Performance trail Twenty six Pelibuey lambs (12.1 kg BW), were used to determine the effect of two different sources of CP and two different levels of metabolizable energy (ME), during two different periods, 25 days each. Treatments (T), being CP in 21% (first period) and 19% (second period); as source CP (UDP and DPR) and the level ME (2.8 and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>). For T<sub>1</sub> PS and 2.8 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>; T<sub>2</sub> PDR and 2.8 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>; T<sub>3</sub> PS and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup> and T<sub>4</sub> PDR and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>. Variables studied were dry matter intake (DMI), organic matter intake (OMI), crude protein intake (CPI), and ADG and FC. For source of CP (UDP vs. DPR), on second period and general mean of periods, were found significantly (P<0.05), ADG (229 vs. 181 g•d<sup>-1</sup> y 216 vs. 186 g•d<sup>-1</sup> respectively) and FC (3.52 vs. 4.54 kg y 3.35 vs. 3.89 kg, respectively). For energy levels, on second period the OMI was found different (P = 0.06) (663 vs. 640 g•d<sup>-1</sup>), and the CPI on second period and general mean of periods were found significant (P<0.05) (162 vs. 149 g•d<sup>-1</sup> y 147 vs. 141 g•d<sup>-1</sup> respectively) and FC, on second period was also found significant (P < 0.05) (4.35 vs. 3.64 kg, respectively). As a conclusion was observed that lambs performed better with higher levels of ME and with a better source of crude protein (UDP).

**Experiment # 4.** Digestibility trail. Twenty Pelibuey lambs (29.4 kg BW), were used to determine the effect of energy level, and the CP on the digestibility *in vivo*. Factors were CP levels, 14 and 20% and energy levels were 2.8 and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup> BW. Treatments (T) were: T<sub>1</sub>, CP 14% and 2.8 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>; T<sub>2</sub>, CP 14% and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>, CP 20% and 2.8 Mcal ME•kg<sup>-1</sup> and T<sub>4</sub>, CP 20% and 3.2 Mcal ME•kg<sup>-1</sup>. In relation to CP levels, were significantly different (P<0.05) in DM digestibility, OM digestibility and CP digestibility. DMI, OMI and CPI, were also significantly different (P<0.05), being CP 14% level the best. On feces content of DM, OM and CP were also significantly different (P<0.05), being the best level of CP 14%, whereas CP in urine was different (P<0.05) at 20% level, demonstrating increased loss, and finally BSU was significant (P<0.05). Related to ME level were also different all of the variables, except in DM and OM content in feces, but BSU concentration was significant (P<0.05), observing at 3.2 Mcal of ME level, the highest urea quantity. As a conclusion, the digestibility *in vivo* of CP was higher when CP level increased. However, in this trial was observed an important CP loss throughout feces and urine.

## 1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento del uso de los nutrientes es indispensable para poder evaluar los alimentos o para definir los requerimientos en el desarrollo de patrones de alimentación para los animales. Esto es necesario para tener una mejor productividad en la producción animal.

Los nutrientes consumidos por el ganado son utilizados para cubrir las demandas de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción en general. Esta repartición de nutrientes se establece en forma prioritaria y depende de la cantidad y calidad de los nutrientes disponibles.

Yi Chen *et al.* (1996) mencionan que el desarrollo de nuevas técnicas para mejorar la exactitud en la determinación de los requerimientos de nutrientes, dentro de los programas de alimentación, es necesario por varias razones: 1) la sobrealimentación y la subalimentación reducen la utilización eficiente de los nutrientes e incrementan los costos de alimentación; 2) los aspectos ecológicos relacionados, tratando de minimizar el exceso de nutrientes y 3) el continuo mejoramiento genético para un crecimiento más rápido, hacen necesaria una reevaluación más frecuente de los requerimientos de nutrientes.

La proteína es necesaria para la producción de leche, músculo, lana y pelo, así como para reemplazar la proteína que se pierde en el mantenimiento del cuerpo (Minson, 1990).

El NRC (1981) menciona que las proteínas son constituyentes primordiales del cuerpo de los animales y su inclusión en los alimentos es necesaria para utilizarse en la restauración de las células y en la síntesis de los productos bioquímicos fisiológicos. La transformación de la proteína del alimento en proteína corporal es uno de los procesos más importantes del metabolismo. La formulación de raciones en el ganado, ha girado durante años en torno a la proteína cruda.

En los rumiantes, los componentes nitrogenados de la dieta mantienen el metabolismo de la proteína de los microorganismos y del animal hospedero (Van Soest, 1994). El uso y aprovechamiento de las proteínas es complejo y se dificulta por la naturaleza del rumen (Galyean, 1996). El NRC (1985a) señala que los rumiantes obtienen su proteína de dos fuentes: de los microbios, producida a partir de la fermentación de los compuestos nitrogenados en el rumen, y del alimento, proteína no degradada en el rumen y aprovechada en el intestino delgado, o sea la proteína sobrepasante.



El estudio de la proteína en la nutrición animal ha sido un tema que ha suscitado un gran interés desde la década de los 80's. Esto se ha apoyado en los grandes avances obtenidos en el conocimiento y con las mejores técnicas de investigación en los estudios de nutrición de los rumiantes (Ørskov, 1988).

El efecto de la proteína en cantidades bajas o adecuadas en la alimentación, sobre el consumo de alimento, las características productivas y el metabolismo del nitrógeno en los rumiantes, ha sido estudiado por Fenderson y Bergen, (1976).

En otros trabajos se ha estudiado el efecto de los altos consumos de proteína cruda, en las características de crecimiento y la calidad de la canal de borregos de lana (Beauchemin *et al.*, 1995), en la capacidad de selección de la dieta en borregos de lana (Kynazakis y Oldham, 1993), en la digestión y metabolismo en el rumen en borregas (Balcells *et al.*, 1993), en el metabolismo del nitrógeno y el consumo de alimento en novillos en crecimiento (Fenderson y Bergen, 1976) y en la determinación de los requerimientos para el crecimiento de novillos (Wessels y Titgemeyer, 1997).

Sin embargo, Church y Pond (1977) destacaron la necesidad de conocer más sobre los efectos adversos del consumo excesivo de cualquier nutriente. Siendo la proteína esencial en la alimentación de ovinos, motivó enfocar el desarrollo de este trabajo, a medir el efecto de su excedente, considerando la necesidad de la

información para borregos Pelibuey en crecimiento, en el cual se plantean las siguientes hipótesis y objetivos.

### **HIPÓTESIS:**

1.- Cuando se aumentan los niveles de nitrógeno en la dieta de borregos Pelibuey, y se exceden los requerimientos, se afecta la ganancia diaria de peso, la digestibilidad de la materia seca, la digestibilidad de la materia orgánica y la retención de nitrógeno.

2.- Los efectos del exceso de nitrógeno en la dieta de borregos Pelibuey dependen de su etapa de crecimiento.

3.- El crecimiento de los borregos Pelibuey depende de la fuente de nitrógeno dietético excedente.

## OBJETIVOS:

- ⇒ Determinar el efecto de los excesos de compuestos nitrogenados en la dieta de borregos Pelibuey en crecimiento, sobre la ganancia diaria de peso, la digestibilidad de la materia seca, la digestibilidad de la materia orgánica y la retención de nitrógeno.
- ⇒ Cuantificar los niveles de compuestos nitrogenados en la sangre de borregos Pelibuey en crecimiento, cuando son alimentados con cantidades elevadas de proteína cruda
- ⇒ Determinar si el efecto de exceso de compuestos nitrogenados varía dependiendo de la etapa de crecimiento en los borregos Pelibuey.
- ⇒ Proponer requerimientos máximos de proteína cruda en borregos en crecimiento
- ⇒ Determinar si existe diferencia en los efectos del nitrógeno excedente debida a las fuentes de nitrógeno proteico y no proteico.
- ⇒ Determinar la digestibilidad de las dietas de los borregos Pelibuey, por su nivel de proteína y su nivel de energía.
- ⇒ Determinar si existe interacción entre las fuentes de proteína y los niveles de energía, en la dieta de los borregos Pelibuey en crecimiento.

## 2.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Compuestos nitrogenados en la dieta de los rumiantes

El nitrógeno (N), es un gas incoloro, inodoro e insípido que constituye alrededor del 75% en peso y 78% en volumen de la atmósfera. Los compuestos de N solo constituyen una porción minoritaria de la corteza terrestre. Sin embargo, toda la materia viva contiene N (Whitten y Gailey, 1989).

González (1999) menciona que todos los compuestos de N encontrados en la naturaleza están de alguna forma inter ligados, formando lo que comúnmente se conoce como "El ciclo del N", el cual consiste en una compleja serie de reacciones mediante las cuales el N es continuamente reciclado en la atmósfera, litosfera e hidrosfera (Chang, 1992).

Gran parte del ciclo del N ocurre principalmente en la capa superficial de los suelos, con varios mecanismos de entrada y salida de N; el N está siempre acompañado de transformaciones bastante complejas, formando diversas reacciones de naturaleza bioquímica (González, 1999).

Solo ciertas bacterias llamadas fijadoras libres y simbióticas son capaces de transformar el N de la atmósfera en  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , que las plantas pueden metabolizar (González, 1999), para producir aminoácidos y proteínas. Éstas a su

vez, son consumidas por los animales, siendo metabolizadas y excretadas en forma de compuestos nitrogenados como la urea y sales de amonio (Chang, 1992).

En la dieta de los rumiantes, se pueden proporcionar diferentes compuestos nitrogenados (Van Soest, 1994), ya que tienen la habilidad de subsistir y producir sin una fuente de proteína, debido a la síntesis de proteína microbial dentro del rumen (Owens y Zinn, 1988).

Shirley (1986) menciona que el término "nitrógeno" en lugar de "proteína" en la dieta, es comúnmente usado en los rumiantes. Debido a la capacidad de los microorganismos de utilizar nitrógeno no proteico (NNP), Owens y Zinn (1988) señalan que la fuente de N que usan los microorganismos para la síntesis de sus proteínas, consiste en proteína de la dieta y NNP, así como el N reciclado al rumen para su reutilización.

Minson (1990) señala que la concentración de la PC en los forrajes en crecimiento ha sido determinada en diferentes formas y que el contenido de estos varía desde 30 a 270 g/kg, con una media de 142 g/kg de materia seca (MS). Existe una gran diversidad de factores que influyen en el contenido de PC de las plantas, tales como sus diferentes partes, el estado de crecimiento, la fertilidad del suelo, el clima, la variación dentro de las épocas del año, la temperatura, el estrés hídrico y la forma de conservación, secas o ensiladas. El contenido de PC en las diferentes

plantas es variable, por ejemplo, los pastos contienen 115 g/kg y las leguminosas, 170 g/kg. Los pastos de climas templados contienen 129 g de PC/kg, pero los pastos de climas tropicales contienen 100 g de PC/kg. Algunas especies de zacate varían independiente mente de la fecha de floración, por ejemplo *Dactylis glomerata* contiene de 5 a 20 g/kg de PC en la MS más que el *Lolium perenne*, que contiene 86 g/kg.

## **2.2 Formas de nitrógeno de los alimentos**

La proteína cruda (PC) de un alimento es calculada a partir de su contenido de N, determinado por la técnica de Kjeldahl (A.O.A.C., 1980), la cual proporciona una estimación de la mayoría de las formas de N, aunque los nitritos, nitratos y ciertos compuestos nitrogenados cíclicos requieren técnicas especiales para su total recuperación (McDonald *et al.*, 1988).

Las formas de N que ingieren los rumiantes, esencialmente son formas elaboradas por las plantas. La proteína verdadera (PV) constituye alrededor del 60 al 80% del total del N de la planta, además del NNP y pequeñas cantidades de N lignificado. Las plantas tienen comparativamente bajo contenido de ácidos nucleicos. La fermentación ruminal de estos produce del 4 al 5% del total del N. Esto mejora la materia microbial. El calor puede disminuir la disponibilidad de la PV para los microorganismos y el animal hospedero (Van Soest, 1994).

Van Soest (1994) menciona que la proteína de las hojas de las plantas es de alta calidad pero menor que la proteína que proveen las semillas, que además contiene cantidades variables de NNP. Más del 90% de la PV de la hojas de alfalfa puede ser constituyente de complejos de enzimas fotosintéticas. Las proteínas de las hojas se pueden dividir en proteínas citoplasmáticas y cloroplásticas, proteínas del núcleo y las proteínas de las paredes celulares.

Las pruebas para evaluar la proteína de los forrajes para los rumiantes son particularmente difíciles. El valor de la proteína debe ser determinado por la capacidad del alimento para promover la síntesis de proteína microbial y por la cantidad de proteína que escapa a la degradación de los microorganismos del rumen, así como también para proveer proteína y aminoácidos esenciales para la absorción en el intestino delgado (Ørskov y Miller, 1987).

La PC que entra al retículo – rumen puede ser degradada por las bacterias y protozoanos, involucrando básicamente dos pasos: 1) hidrólisis de los enlaces peptídicos (proteólisis) para producir péptidos y aminoácidos libres; y 2) desaminación y degradación de aminoácidos (NRC, 1985a), esta fracción de PC es considerada como proteína degradable en el rumen (PDR).

El NRC (1985) señala que la proteína de la dieta en parte es digerida en el rumen, o llega indigerida al omaso y abomaso. Si no es digerida en el rumen, se le llama

proteína “sobrepasante” o de “escape”. La proteína sobrepasante es en parte digerida en el intestino delgado, o es excretada en las heces.

Van Soest, (1994) divide al N del alimento en dos categorías, N insoluble y N soluble en el rumen. Tal división no distingue al NNP de la PV en la fracción soluble de la proteína, ni tampoco considera el N no disponible en la fracción insoluble. También asume la característica de baja degradabilidad como insolubilidad. Las proteínas en las hojas de alfalfa se desnaturalizan cuando se cosecha el heno, pero lo que queda es rápidamente degradado, mientras que las de origen sanguíneo que son solubles, (por ejemplo, la albúmina del suero) son lentamente degradadas. Por estas razones la solubilidad debe ser interpretada con cuidado y la aplicación debe restringirse a la fuente de proteína verdadera únicamente.

Kandyliis y Nikokyris (1997) mencionan que los alimentos que se usan en la alimentación de los rumiantes, son probados por la solubilidad del N en diferentes solventes. Por ejemplo, Devant *et al.* (2000) mencionan que cuando se proporciona una fuente de baja degradabilidad ruminal y/o baja concentración de PC, la concentración de NH<sub>3</sub> ruminal es baja (5 mg/100 mL).

Owens y Zinn (1988) señalan que la solubilidad es más usada como un índice de la tasa de proteólisis, que como grado de proteólisis. Kandyliis y Nikokyris (1997) determinaron que la solubilidad de la proteína fue más baja para los subproductos



de semillas de oleaginosas, los subproductos de origen animal y de pescado (<10% de total de N), mientras que para algunos cereales fue mediana (15-30% de total de N), en tanto que para algunas variedades de trigo y proteínas de origen vegetal fue alta (35-45% del total de N).

Debido a la gran variación en la PC en los forrajes, se realizan intentos por mejorar el aprovechamiento de éstos con la utilización de diferentes fuentes de PC. Mathis *et al.* (2000) trabajando con forrajes de mediana y baja calidad, encontraron que la suplementación con proteína degradable en el rumen puede tener beneficios en el uso del forraje de baja calidad y en las características de los animales. Sin embargo, concluyeron que se observa una variación significativa, entre forrajes y la cantidad necesaria de PDR para maximizar el consumo y la digestibilidad de la materia orgánica.

Klopfenstein *et al.* (2000) destacan que las proteínas de los forrajes son altamente degradables por los microorganismos del rumen, por lo que es necesario proporcionar cantidades pequeñas de proteína no degradable al ganado, ya que los animales jóvenes tienen requerimientos altos de proteína metabolizable.

Van Soest (1994) señala que la fracción de NNP del forraje fresco está compuesta de péptidos, nitratos y aminoácidos no esenciales, como la glutamina, asparagina y ácido amino butírico. La fracción de NNP se ve incrementada a costa de las proteínas, especialmente en las cosechas fermentadas tales como

los ensilajes. También, cuando se realizan fertilizaciones con N se puede alterar la distribución del mismo en la planta. Las bajas temperaturas ambientales y el incremento del nitrato y aminoácidos causan que las proporciones de NNP se incrementen en pastos fertilizados con N.

Van Soest (1994) señala que la principal fuente de suplementación de proteínas para la alimentación de los animales es de origen vegetal, como derivados de tortas o hannas, que son el residuo después de la extracción del aceite de las semillas. Las leguminosas, tienden a contener sustancias inhibitoras de la tripsina, que pueden ser destruidas con calor o removidas con la extracción, siendo mejorada la calidad nutritiva con el tratamiento por calor.

Otras fuentes importantes de proteína, son los productos de origen animal, entre los cuales se encuentran, la harina de carne y hueso, la harina de sangre, la hanna de subproductos de aves y la harina de pluma hidrolizada, producidos por la industria del reciclamiento de subproductos animales. Los subproductos de industrias empacadoras y procesadoras de carne, son utilizados como materia prima y son una fuente muy concentrada de proteína no degradable en el rumen (NRA, 1995).

Bohnert *et al* (1993), en un estudio *in situ* comparando la solubilidad, tasa de degradación y escape ruminal, concluyen que los subproductos de pollo pueden reemplazar a la pasta de soya, como una fuente de N para los novillos.

Bohnert *et al.* (1999) realizando una evaluación nutricional de subproductos de pollo como fuente de proteína en novillos, confirmaron que cuando se proporcionan diferentes fuentes de proteína para suplementar N, la desaparición diaria de aminoácidos desde el intestino delgado, fue muy similar en todos los tratamientos.

McDonald *et al.* (1988) señala que los subproductos de origen animal se proporcionan en cantidades más pequeñas que los derivados de semillas de oleaginosas, ya que no se usan como fuentes primarias de proteína, sino únicamente para suplir las deficiencias de algunos aminoácidos en animales no rumiantes alimentados con dietas proteicas vegetales. Otra razón por la que estos productos se dan en cantidades limitadas, es su elevado costo, que hace antieconómico su uso en gran escala.

Los subproductos de origen vegetal y animal pasan por diferentes procesos, por lo que es importante monitorear su calidad, ya que por ejemplo Plaisance *et al.* (1997), comparando la harina de pescado contra la harina de canola (HC) y la harina de canola sobrecalentada (HCS), reportaron que la HC tuvo una degradabilidad de la PC del 78.5%, mientras que en HCS fue del 19.8%, concluyendo que calentar la HC disminuye la disponibilidad de PC.

### 2.3 Metabolismo de las proteínas en el rumen

Los nutrientes que ingiere el animal rumiante son expuestos a una fermentación digestiva por los microorganismos y una digestión hidrolítica por el propio sistema enzimático del animal (Chalupa, 1988).

Van Soest (1994) define que los compuestos solubles en el rumen, son atacados más rápidamente y digeridos más completamente que otros compuestos insolubles, debido en parte a las diferencias en el acceso de los microorganismos sobre ellos.

Obara *et al.* (1991) señalan que muchas publicaciones sobre la digestión del N y el metabolismo de la urea en rumiantes, reflejan el grado de complejidad de su sistema digestivo. El metabolismo del N en el rumen está influenciado por la cantidad de carbohidratos, el N en la dieta y los niveles de consumo. Mencionan además, que hay cambios que ocurren en la absorción del amoníaco y el reciclaje de la urea. Por ejemplo, si se provee una adecuada cantidad de energía en la dieta se tendrá una actividad y crecimiento adecuado de los microorganismos, ya que la cinética del amoníaco y el metabolismo de la urea en el rumen tienen una relación lineal y positiva respecto a los niveles de N en la dieta. Los mismos autores (Obara *et al.*, 1991) mencionan que las diferencias entre las dietas pueden ser atribuidas a la cantidad de los carbohidratos realmente fermentables (CRF) en la ración, así como también a la relación de CRF con los carbohidratos

estructurales y el grado de protección de la proteína de la dieta contra la degradación ruminal.

Goetsch *et al.* (1990) estudiaron la tasa de digestión y la ganancia de peso vivo en ganado de carne alimentando con pasto bermuda y un suplemento a base de grano con diferentes ingredientes altos en proteína, y concluyeron que el flujo duodenal y la desaparición de nitrógeno, fue similar para las fuentes de proteínas, pero la ganancia de peso vivo en vaquillas se incrementó cuando se usó un suplemento a base de maíz y una mezcla proteínica de baja degradabilidad ruminal

#### **2.4 Síntesis de proteína microbiana**

Maynard *et al* (1981) señalan que a medida que las bacterias se multiplican, sintetizan proteínas para construir sus propias células, obteniendo las materias primas a partir del alimento que ingiere el animal. El NRC (1985) reporta que no obstante la gran variabilidad de microorganismos (bacterias, protozoarios y hongos) que habitan en el rumen, las bacterias son las más activas en la digestión y síntesis de proteína microbiana. Las bacterias degradan la proteína en el rumen a compuestos simples de nitrógeno tales como amonio, aminoácidos y péptidos e incorporan estos materiales a su proteína celular. La proteína bacteriana que se forma en el rumen se digiere posteriormente en el estómago o abomaso y en el intestino (Maynard *et al* , 1981).

Owens y Zinn (1988) señalan que los protozoarios y los hongos son activos en la degradación del alimento en el rumen, y posteriormente éstos son considerados parte de la PC microbial. Los protozoarios tienen un porcentaje del 40% de PC con un rango del 20 al 60%, y usualmente la proteína aportada por los protozoarios es alrededor de un 10%, siendo proporcional a su población en el rumen.

El INRA (1981) y Ørskov (1988) mencionan que la población microbiana del rumen es altamente proteolítica, y obtiene de la degradación de los componentes nitrogenados del alimento, péptidos, aminoácidos y sobre todo amoníaco, que también puede provenir de la urea endógena. El amoníaco es necesario para el crecimiento y la proliferación microbiana.

Weimer (1998) sostiene que el rumen en sí mismo es un ecosistema abierto, en donde el alimento consumido por el rumiante, es fermentado a ácidos grasos volátiles y biomasa microbial que sirven al animal como fuente de energía y proteína.

Volden (1999) menciona que el nivel de alimentación y la cantidad de proteína no degradable en el rumen, altera la cantidad y la composición de los aminoácidos presentes a nivel sanguíneo en las vacas.

Buttery y Foulds (1988) señalan que la síntesis de proteína microbiana provee del 60 al 85% del total de aminoácidos que llegan al intestino delgado. Nocek y Russell (1988) establecen que aun cuando el contenido de NNP en la dieta sea bajo, del 50 al 80% de nitrógeno que llega al intestino delgado es de origen microbiano.

Owens y Zinn (1988) señalan que la proteína cruda microbiana es de alto valor biológico, pero no es la proteína de calidad ideal con valor de 100. Su valor se encuentra entre 66 a 87. Storm y Ørskov (1984) mencionan que la composición de aminoácidos de la proteína microbiana es relativamente constante.

Shain *et al.* (1998) determinando el efecto de la proteína degradable en el rumen (PDR) en la dieta de finalización para novillos a base de maíz rolo, reportan que si la dieta no contiene una suplementación de N, se puede presentar una deficiencia de PDR para los microorganismos, por lo que sugieren que se puede proporcionar PDR de una fuente extra, para mejorar la productividad de los animales.

## **2.5 Proteínas en los animales**

Las proteínas varían ampliamente en composición química, propiedades físicas, tamaño, forma, solubilidad y funciones biológicas (Church y Pond, 1977 y 1990).

Las proteínas juegan un papel clave en todos los procesos biológicos. Las proteínas facilitan funciones diversas, como el transporte de sustancias vitales, movimiento coordinado, soporte mecánico, protección contra enfermedades y como catalizador de las reacciones bioquímicas (Chang, 1992).

Las unidades estructurales básicas de las proteínas son los aminoácidos. Un aminoácido es un compuesto que contiene por lo menos un grupo amino ( $-NH_2$ ) y por lo menos un grupo carboxilo ( $-COOH$ ). El aminoácido más simple es la glicina. Su fórmula abreviada se escribe  $NH_2CH_2COOH$ . Veinte aminoácidos distintos constituyen las unidades para la construcción de las decenas de miles de proteínas distintas en el cuerpo humano (Chang, 1992).

Rodwell (1994) señala que 20 L-alfa-aminoácidos forman las unidades monoméricas con las cuales se construyen las proteínas. El tipo de aminoácidos, el orden en que se unen y su relación espacial mutua, dictan las estructuras tridimensionales y las propiedades biológicas de las proteínas simples y son determinantes de la estructura y función de las proteínas complejas que contienen además de aminoácidos, hem, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos y otros.

Las características comunes a todas las proteínas incluyen restricciones en su conformación por enlaces covalentes y no covalentes, órdenes de su estructura y métodos fisicoquímicos usados para determinar su composición. Además, las



proteínas específicas exhiben estructuras y propiedades únicas que llevan a cabo funciones biológicas determinadas (Rodwell, 1994).

Church y Pond (1990) destacan que la proteína es uno de los componentes más importantes de los tejidos animales, ya que es uno de los nutrientes que aparece con mayor concentración en el tejido muscular. Todas las células sintetizan proteína durante una parte o la totalidad de su ciclo vital y sin la síntesis de ella no podría existir la vida. Maynard *et al.* (1981) mencionan que se requiere de una provisión abundante y continua de proteína en el alimento durante toda la vida para crecimiento y reposición.

Lobley (1993) señala que todos los animales, incluyendo los rumiantes, continuamente degradan y sintetizan proteínas en el cuerpo. Por su parte, McDonald *et al.* (1988) señalan que todas las células contienen proteínas ligadas a todas las fases de la actividad de la vida de la célula. Cada especie animal tiene sus proteínas específicas, y un solo organismo tiene muchas diferentes proteínas en las células y tejidos.

Swanson *et al.* (1999) señalan que investigaciones en no rumiantes han mostrado que la ingestión de dietas *ad libitum* con alta cantidad de proteína, pueden incrementar la masa de hígado y el peso del tracto gastrointestinal.

## 2.6 Metabolismo de los aminoácidos y la formación de urea

Nocek y Russell (1988) mencionan que los tejidos de rumiantes requieren de aminoácidos igualmente que los monogástricos. Sin embargo, los rumiantes pueden utilizar NNP en la dieta, y los monogástricos no.

Los aminoácidos se obtienen como productos finales de la hidrólisis de las proteínas, cuando se calientan con ácidos fuertes o cuando sobre ellas actúan ciertas enzimas. Los aminoácidos son productos finales de la digestión y del catabolismo de las proteínas (Maynard *et al.*, 1981).

Aunque existen en la naturaleza aproximadamente 200 aminoácidos, se estima que únicamente 20 de éstos son componentes de las proteínas. McDonald *et al.* (1988) clasifican a los aminoácidos en esenciales, los cuales deben ser consumidos por los organismos, y los no esenciales los cuales son producidos por los propios organismos

Los aminoácidos en forma de proteínas realizan funciones estructurales, hormonales y catalíticas esenciales para la vida. Además, de sus actividades como proteínas, los L-aminoácidos y sus derivados participan en funciones intracelulares tan diversas como funciones nerviosas, regulación del desarrollo celular y en la biosíntesis de urea (Rodwell, 1994).

Las proteasas intracelulares hidrolizan enlaces peptídicos internos de proteínas, formando péptidos. Luego, éstos péptidos son degradados a aminoácidos libres por peptidasas. Las endopeptidasas separan enlaces internos en los péptidos más cortos. Más adelante, aminopeptidasas y carboxipeptidasas remueven aminoácidos de los extremos N y C de los péptidos. El último producto son los aminoácidos libres (Rodwell, 1994).

Allen (1977) y Rodwell (1994) mencionan que en numerosas proteínas intracelulares con la adherencia de moléculas de ubiquitina son señaladas para ser degradadas. Los aminoácidos liberados por el catabolismo proteínico o ingeridos en exceso en la alimentación, son degradados, no almacenados. Cuando los aminoácidos ocurren en exceso a las necesidades metabólicas, sus esqueletos de carbono son catabolizados a compuestos intermedios para usarse como energéticos o como sustratos para la biosíntesis de carbohidratos y lípidos

Por su parte, Church y Pond (1990) mencionan que desaminación incluye la liberación del grupo amino del esqueleto carbonado del aminoácido. El grupo amino es introducido al ciclo de la urea. Dado que normalmente el hígado remueve con prontitud el amoniaco de la sangre portal, la circulación periférica está libre del mismo. Esto es esencial, ya que inclusive pequeñas cantidades de amoniaco pueden ser tóxicas para el sistema nervioso central.

Los animales excretan el nitrógeno de los aminoácidos y otras fuentes como amoníaco (acuáticos), ácido úrico (aves) o urea (mamíferos). En los animales ureotelicos, la biosíntesis de la urea se puede dividir en cuatro etapas; 1) transaminación, 2) desaminación oxidativa, 3) transporte de amoníaco y 4) reacciones del ciclo de la urea (Rodwell, 1994).

Las bacterias del rumen aportan aminoácidos en la proteína microbial, pero se pueden fermentar y ser una fuente de energía. La fermentación de los aminoácidos también puede elevar el  $\text{NH}_3$  del rumen. Si el  $\text{NH}_3$  se absorbe en el rumen, se incrementa la actividad del ciclo de la urea (ureagénesis) en el hígado y riñón. Esto es necesario para proteger al animal de una intoxicación potencial (Nocek y Russell, 1988)

Hibbit (1988) señala que los altos consumos de proteína cruda van a ser digeridos rápidamente en el rumen, y que también las altas cantidades de NNP elevan los niveles de amoníaco principalmente, lo cual puede interferir con el metabolismo intermediano. Los altos niveles de amoníaco pueden influir en el funcionamiento normal del ciclo del ácido cítrico y se interfiere el metabolismo de la energía en el hígado. Animales con dietas que contienen altos niveles de PDR o NNP, absorben más amoníaco, y la síntesis de urea en el hígado se incrementa.

La gluconeogénesis y la síntesis de urea están relacionadas, siendo necesario ATP para llevarse a cabo, y por lo tanto hay una competencia por las fuentes de

energía Cuando la tasa de gluconeogénesis y de síntesis de urea son muy altas, puede darse una inhibición de la gluconeogénesis, no así de la síntesis de la urea, porque esta depende más de la presencia de los altos niveles de iones amonio. En vacas altamente productoras, alimentadas con dietas con altos contenidos de PDR y/o NNP, se da una alta concentración de amonio en la sangre portal, por lo que, la energía disponible para los procesos de síntesis es probablemente limitada, y la gluconeogénesis puede ser disminuida. Sobre éstas condiciones se pueden esperar bajos niveles de oxalacetato, y disminuir la actividad del ciclo del ácido tricarboxílico, teniendo con ello una baja disponibilidad de ATP (Hibbit, 1988).

## **2.7 Costo energético en la utilización y excreción de los compuestos nitrogenados**

Kelly *et al.* (1993) mencionan que el metabolismo de la proteína se vincula íntimamente con el metabolismo de energía. El mayor gasto energético del animal está asociado al mantenimiento y funcionamiento intra y extracelular del cuerpo. Granner (1994) menciona que la conservación de gradientes electroquímicos en los sistemas biológicos es tan importante que gasta quizá de 30 al 40% de la energía total consumida en una célula. El transporte de los productos nitrogenados a la célula, es transporte activo, por que se realiza en contra del gradiente de concentración y conlleva gasto de energía.

Todas las proteínas dentro del cuerpo están en un estado dinámico, con el recambio proteico, y la síntesis y degradación de los enlaces peptídicos, con su

consiguiente costo energético. El resultado neto es en el mantenimiento de las necesidades y flujo de la proteína. En rumiantes, a través de varios métodos se ha tratado de estimar el costo energético en la síntesis de los enlaces peptídicos y en la degradación de proteína, sin resultados definidos. Del gasto de energía de todo el cuerpo, se estima un significativo valor para la síntesis de proteínas (Kelly *et al.*, 1993).

También, mencionan que se requiere 4 ATP por cada mol de urea producida. Sin embargo, Rodwell (1994) dice que la síntesis de 1 mol de urea requiere de 3 moles de ATP, un mol de amoníaco y otro de biotinil-CO<sub>2</sub>, así como el nitrógeno del amino alfa del aspartato. Beitz (1999) considera que la síntesis de urea es un proceso que consume energía y requiere el desdoblamiento de cuatro enlaces fosfato de alta energía, como sigue:  $\text{NH}_3^+ + \text{CO}_2 + 3 \text{ATP} + \text{aspartato} \longrightarrow \text{urea} + \text{fumarato} + 2 \text{ADP} + \text{P} \sim \text{P} + 2 \text{Pi}$ .

Doepel *et al.* (2000) determinando la interacción de la proteína y la energía en el periodo seco de vacas lecheras y el metabolismo de los lípidos, encontraron que en dietas con nivel alto de proteína y de energía, disminuyen los ácidos grasos no esterificados en los fluidos corporales, y con dietas de nivel alto de proteína y bajo de energía se aumentan

## 2.8 Requerimientos de proteína para crecimiento

Schingoethe *et al.* (1988) definen cuatro fases para el crecimiento dentro de los sistemas de manejo y alimentación en los rumiantes. Estas son: crecimiento fetal; del nacimiento al destete, del destete a la pubertad o al año y finalización o crecimiento eventual (animales maduros). Nutricionalmente las diferencias conciernen a los estados fisiológicos, reflejando el cambio de las necesidades de los animales, las diferentes tasas de crecimiento.

Los requerimientos proteicos para cabras del NRC (1981) muestran cifras que representan los niveles mínimos seguros para la alimentación de animales durante periodos prolongados.

En la práctica, estos requerimientos deben ser lo suficientemente elevados para cubrir por completo las necesidades proteicas con las raciones que varían en su valor biológico, y también para proveer una relación proteína - energía que no sea tan amplia que disminuya la eficiencia de la ración completa (Maynard *et al.*, 1981).

Al proporcionar los requerimientos de proteína para el crecimiento también se debe considerar la cantidad necesaria para mantenimiento. La proporción de ésta última aumenta con el tamaño corporal, pero la demanda, para crecimiento disminuye con la edad y tamaño corporal (Maynard *et al.*, 1981).

El NRC (1985) recomienda para borregos en crecimiento (15 a 30 kg de PV) para ganancia de peso de 200 g/d un contenido de proteína cruda de 134 - 151 g/d en animales de 15 kg hasta 154 - 173 g/d en animales de 30 kg dependiendo del genotipo

El INRA (1981) recomienda para cordero macho en crecimiento y cebado (15 a 30 kg de PV), para una ganancia de 200 g/d, materias nitrogenadas digestibles (MND) en cantidades de 84 y 90 g/d respectivamente, así como proteína verdadera realmente digestible en el intestino (PDI) a razón de 78 y 86 g/d respectivamente

McDonald *et al* (1988) recomiendan para borregos en crecimiento de 15 kg para una ganancia de 200 g/d, la cantidad de 79 g/d de proteína cruda digestible (PCD) y para animales de 30 kg, 84 g/d de PCD.

## **2.9 Consumo excesivo de proteína**

Los altos niveles de proteína pueden ser la causa principal de desórdenes metabólicos. Bajo ciertas condiciones, estos desórdenes se asocian con un alto contenido de proteína en el alimento y/o cuando los animales que reciben una dieta con un nivel bajo de energía, por la relación proteína - energía (Hibbit, 1988)



El exceso de proteína puede ser costoso y representa una fuente ineficiente de energía, pero cuando el exceso en el alimento es grande, puede producir una toxicidad aguda (Fenderson y Bergen, 1976). El exceso de NNP o de altas cantidades de proteína soluble en las dietas de los rumiantes pueden producir una intoxicación por amoníaco (NRC, 1985).

Fenderson y Bergen (1976) trataron de medir el efecto tóxico de la proteína en novillos Holstein al darles por 14 días dietas de hasta 40% de PC. A pesar de la corta duración del estudio se observó un descenso (13.3 y 27%) en el consumo de alimento para los niveles de 32.5 y 40% de PC respectivamente. También observaron un aumento en la concentración de urea en el plasma sanguíneo a 21.0 mg/100 ml (200%) y el aumento de NH<sub>3</sub> en el rumen a 81.9 mg/100 ml. (606%) para el nivel más alto respecto al testigo. Esto posiblemente cause problemas metabólicos para tratar de manejar los excesos de proteína.

Ferguson y Chalupa (1989) señalan que algunos mecanismos del efecto de las proteínas en la fertilidad pueden estar basados en el metabolismo de las mismas. Estos incluyen: 1) toxicidad de productos del metabolismo del N, provenientes del rumen, los cuales pueden afectar a los espermatozoides, a los óvulos o la supervivencia del embrión, 2) desbalances en la proteína y energía, que pueden afectar la eficiencia en el metabolismo de la energía; y 3) los productos del N, o la eficiencia de la utilización de la energía, pueden alterar las funciones del eje

hipotálamo - hipofisario - gonadal. Los efectos no son mutuamente excluyentes y pueden ocurrir juntos en forma aditiva o en una etapa de sinergismo.

Sahlu *et al* (1991) alimentaron durante 105 días con 4 dietas isocalóricas (2.4 Mcal EM/kg MS) 28 cabras Angora lactantes de primer parto, variando el contenido de proteína cruda (PC) de 9, 12, 15 y 18% respectivamente. El consumo de materia seca (MS) fue de 1.54, 1.59, 1.58 y 1.55 kg/d respectivamente para cada tratamiento, no mostrando diferencia significativa. Pero la producción de leche fue de: 3.82, 4.28, 6.43 y 5.33 kg / semana, para el 9, 12, 15 y 18 % de PC respectivamente, observándose entonces un descenso en la producción de la leche de un 17%, cuando se aumenta la PC de 15 a 18%.

En un estudio en vacas lecheras realizado por Hibbit (1988) al proporcionar concentrado con 31% de proteína cruda, se observó una gran incidencia de cetosis en casi todos los animales, así como una reducción en la producción de leche. La presencia de cetosis se atribuyó a una necesidad alta de energía, siendo necesario obtenerla de las reservas corporales. Para manejar los excedentes de nitrógeno, los animales requieren excretar el nitrógeno en forma de urea, proceso que implica un gasto de energía.

Rusche *et al* (1993) estudiando la influencia de la cantidad y la fuente de proteína en aspectos productivos en vaquillas en crecimiento mencionan que la cantidad y la fuente de proteína cruda afectan la ganancia de peso, siendo la cantidad lo que

influye hasta un 22 2% más que la fuente. Datos similares son reportados por DeGarcía y Ward (1991)

Galyean (1996) realizando una revisión de los niveles de proteína en ganado en finalización, deduce que la respuesta a la suplementación de proteína debe ser mejor con proteína degradable en el rumen que con la no degradable.

Shain *et al* (1998) manejando diferente nivel de proteína degradable en ganado en finalización, concluyeron que el uso excesivo de urea como proteína degradable, no mejora las condiciones del animal y puede causar una excreción excesiva de nitrógeno y volatilización de amonio al ambiente. Datos similares son reportados por Milton y Brandt (1994a, 1995) citados por Shain *et al.* (1998).

Por otra parte, Wright y Davison (1964) consideran que la abundancia y la movilización del ion nitrato tienen una posición de primera importancia para el metabolismo normal de las plantas. El nitrato es absorbido y asimilado rápidamente, elevando la concentración del ion. Cuando se alimenta a los animales con un alto contenido de nitrato, se puede causar envenenamiento en el ganado borregos y otros rumiantes, provocando muertes, colapsos y abortos. La provisión de agua contaminada con nitrato, a los animales también puede contribuir a su envenenamiento

## 2.10 Índices productivos de ovinos en crecimiento

A la diversidad de sistemas de explotación de las ovejas se añaden los sistemas de crecimiento y finalización y/o cebo (INRA, 1981).

Fraser y Stamp (1989) describen que en el ganado ovino, la curva de crecimiento tiene forma sigmoidea, hasta alcanzar la madurez, es decir, el crecimiento es rápido durante los primeros meses de vida y posteriormente es lento hasta alcanzar la madurez. Además obtuvieron en ovinos estabulados, para Hampshire una ganancia de, 200 a 280 g/d; para Oxford, 200 a 340 g/d; para Rambouillet, 200 a 300 g/d y Shropshire, de 120 a 300 g/d, por lo que concluyeron que la ganancia diaria varía en mayor medida entre los individuos que entre razas.

Haresign (1989) estudiando el efecto de dos procesos de dos diferentes cereales, para raciones de corderos sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia, encontró los siguientes valores 238 g/d y 3.3 para la avena sin moler y 347 g/d y 2.8 para la cebada sin moler, respectivamente.

Tapia y Gutiérrez (1993) en borregos Pelibuey estabulados en crecimiento, emplearon niveles de cerdaza de 12 y 20% con tratamiento químico (NaOH) de la misma, y además con monensina sódica. Se tuvieron ganancias de 150 a 166 g/d, y conversión alimenticia de 4.8 a 5.6. Gutiérrez y Lara (1993) en un estudio de engorda de borregas estabuladas, con altos niveles de grano de sorgo entero y

sin forraje, empleando tres razas Pelibuey, Rambouillet y Suffolk, tuvieron ganancias de 172, 170 y 223 g/d, respectivamente.

Church (1974) en un trabajo con corderos de 11 a 27 kg PV, con dietas de 14, 17 y 20% de proteína bruta (PB), con diferentes niveles de energía, encontraron, que la GDP en el primer periodo de seis semanas fue de 200, 230 y 240 g/d, fue mejor ( $P < 0.05$ ) la dieta con 20% PB. No se apreciaron diferencias ( $P > 0.05$ ) durante el segundo periodo con 280, 260 y 270 g/d de aumento. La CA fue de 3.02, 3.24 y 2.91 para el primer periodo y de 3.72, 3.74 y 3.76 para el segundo periodo, respectivamente. En el promedio final se tuvieron GDP de 240, 250 y 260 g/d y la CA fue de 3.50, 3.35 y 3.26 respectivamente.

### 3.- MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Unidad Metabólica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Km. 17 de la carretera Zuazua-Marín, en Marín N.L., encontrándose localizada entre las coordenadas geográficas 25°53' latitud Norte y 100°02' longitud Oeste, con una altura de 400 msnm (INEGI, 1996).

El clima, de acuerdo a la clasificación de Koppen modificado por García (1973), es semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (A)Cx'. La precipitación tiene un rango promedio anual es de 600 a 800 mm, con una máxima mensual en septiembre (160 a 170 mm), y en enero la mínima (15 a 20 mm) La temperatura media anual de 22 a 24°C, presentando en julio la temperatura media más alta, 29 a 30°C con días extremos de 40°C; y la temperatura menor se observa en diciembre y enero, entre 14 y 15°C, con días extremos de -6°C (INEGI, 1996).

Se realizaron cuatro experimentos que incluyeron dos pruebas de comportamiento y dos pruebas de digestibilidad *in vivo*.

### **3.1 Experimento # 1. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento (E1)**

Se utilizaron 22 borregos Pelibuey, machos enteros de tres meses de edad y con un peso vivo (PV) promedio de 13.5 kg.  $\pm$  1.9. Fueron sometidos a la prueba de comportamiento en jaulas individuales 1 x 1.5 m, y con alimento calculado individualmente en base al PV para consumo en un periodo de 24 horas.

Se consideraron los requerimientos de proteína cruda, de McDonald (1988), del INRA (1981) y del NRC (1985) para borregos de lana en crecimiento, utilizando un factor de corrección de 0.6 g de N/d (por tratarse de ovinos de pelo) para los requerimientos de la lana del INRA (1981), y se tomó el promedio de las tres fuentes como el porcentaje de los requerimientos de proteína cruda (PC) para una ganancia diaria de 200 g/d.

Se determinó el porcentaje del cálculo anterior como el tratamiento 1 (T<sub>1</sub>). A partir de éste se tomaron niveles de PC aumentándose en 3 y 6 puntos porcentuales, a base de proteína sobrepasante (PS) para los tratamientos 2 y 3 (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>), respectivamente. Para el tratamiento 4 (T<sub>4</sub>) se diseñó igual que el T<sub>3</sub> pero el aumento de PC en 6 puntos porcentuales respecto al T<sub>1</sub> fue a base de proteína degradable en el rumen (PDR), usando nitrógeno no proteico (NNP), específicamente urea.

Considerando el aumento de los requerimientos de PC y el consumo de materia seca (CMS) en gramos por día, conforme el animal aumentó de peso, se ajustaron las 4 raciones a tres periodos de crecimiento en los borregos siendo éstos de 15 a 20, de 20 a 25 y de 25 a 30 kg PV, como se muestra en el Cuadro 1. Todos los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de 15 días, recibiendo el alimento del periodo 1. Las raciones fueron ofrecidas en base seca (BS) a los borregos en tres periodos de 20 días cada uno. La prueba duró 75 días.

**Cuadro 1. Raciones ofrecidas (BS) a borregos Pelibuey, con diferentes niveles y fuentes de proteína cruda, experimento # 1 (E1).**

Ingrediente	PERIODO 1 (20 d)				PERIODO 2 (20 d)				PERIODO 3 (20 d)			
	18	21PS	24PS	24PDR	16	19PS	21PS	21PDR	14	17PS	20PS	20PDR
Sorgo	53.5	48.2	46.0	48.9	51.5	49.4	49.4	52.1	50.0	50.0	50.0	50.0
Cama pollo	4.3	4.3	0.0	5.7	4.2	4.2	4.2	4.2	10.0	9.4	1.9	10.0
Alfalfa	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.0	20.0	20.0	20.0
Harina de sangre	2.9	5.0	7.3	3.0	1.6	3.8	5.1	1.4	0.39	2.7	4.4	0.39
Gluten de maíz	5.8	10.4	14.1	6.1	3.3	7.30	10.1	3.5	0.77	4.4	9.0	0.77
Sebo	3.3	2.9	2.9	4.4	3.8	3.4	2.8	4.2	4.32	2.6	1.9	4.52
Melaza	7.6	7.6	7.6	7.6	7.3	6.24	6.2	7.3	5.0	4.4	5.0	5.9
Cascarilla de algodón	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	4.1	0.80	3.36	7.7	5.0	6.5	4.5
Urea	0.65	0.11	0.0	2.63	0.93	0.47	0.15	2.7	0.8	0.36	0.36	2.9
Ortofosfato <sup>1</sup>	0.65	0.58	1.0	0.58	0.24	0.28	0.28	0.28	0.0	0.0	0.59	0.0
Premezcla <sup>2</sup>	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.58
Sal	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.58
	Análisis calculado											
PC	18.0	21.0	24.0	24.0	16.0	19.0	21.0	21.0	14.0	17.0	20.0	20.0
PS	7.8	10.8	13.8	7.84	5.85	8.86	10.8	5.8	4.0	7.0	10.0	4.0
PDR	10.2	10.2	10.2	16.16	10.2	10.2	10.2	15.2	10.0	10.0	10.0	16.0

BS = Base seca. PC = Proteína Cruda, PS = proteína sobrepasante, PDR = proteína degradable en el rumen.

1.-Ortofosfato de calcio (Fosfato tricálcico): Ca 38.76% y P 19.97% Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

2.- Premezcla de vitaminas y minerales. Cada 5 kg contiene como mínimo: Vit A 7,500,000 UI; Vit D 1,000,000 UI; Vit E 2500 UI; Riboflavina 0.45 g; DL-Pantotenato de Calcio 1.0 g; Niacina 1.75 g; B.H.T. 25 g; Mn 25 g; Zn 20 g; Fe 30 g; Cu 5 g; Co 0.10 g; I 0.5 g; Mg 20 g y Se 0.025 g.



Los animales se seleccionaron por su peso, y fueron asignados al azar a los tratamientos, con diferentes número de repeticiones, siendo T<sub>1</sub> (n = 5), T<sub>2</sub> (n = 6), T<sub>3</sub> (n = 6) y T<sub>4</sub> (n = 5) Fueron identificados con el número de jaula.

Los animales fueron pesados cada 10 días por las mañanas, ajustándose la cantidad del alimento cada 5 días, de acuerdo a la ganancia diaria de peso estimada Las dietas fueron isocalóricas con 2 80 Mcal EM/kg

La MS para consumo de los animales se calculó en base al PV de cada uno utilizando la siguiente ecuación  $CMS\ g/d = (91 * PV^{0.75})$ .

Se tomaron muestras de alimento, cada vez que se elaboró el mismo, las cuales fueron procesadas en un molino Willey y cribadas con malla de 2 mm. Se almacenaron en refrigeración hasta su análisis. En el laboratorio se determinó: materia seca, cenizas, materia orgánica y proteína cruda (A.O.A.C., 1990).

Al inicio de la prueba (día 0) fueron desparasitados con Valbazen<sup>®1</sup> y vitaminados con Synt-ADE<sup>® 2</sup> El alimento se pesó y proporcionó una vez al día a las 0800 horas en forma individual, y se registro el rechazo diario. Los animales tuvieron libre acceso al agua

<sup>1</sup> Valbazen<sup>®</sup> PFIZER S.A. DE C.V. km 63 carr. México - Toluca, Toluca, Edo. De México. México.

<sup>2</sup> Synt-ADE<sup>®</sup> FORT DODGE. Sevilla # 821. Col. Portales, México, D.F. México.

Se tomaron muestras de sangre al inicio y al final de la prueba, en tubos vacutainer de 10 ml sin anticoagulante. Después de un reposo de 1 hora las muestras fueron centrifugadas a 400 x g (rotor 9.6 cm de radio) por 15 minutos. Se recolectó el suero y se almacenó en viales de 2 cc en congelación a -20°C para su posterior análisis

Se evaluaron la concentración de glucosa y urea en suero sanguíneo en el laboratorio. Para la glucosa se siguió la técnica en suero por determinación cuantitativa, con el reactivo para Glucosa Oxidasa del laboratorio TECO DIAGNOSTICS<sup>3</sup> en el espectrofotómetro, calculando  $\text{Glucosa mg/dl} = (\text{Absorbancia de la muestra} / \text{Absorbancia del estándar}) \times \text{concentración del estándar}$

Para la urea se siguieron los procedimientos utilizados por Diagnóstica MERCK<sup>4</sup> 3334 UREA<sup>4</sup>, reacción de Berthelot, la cual se fundamenta en que la ureasa transforma a la urea cuantitativamente en carbonato de amonio, en cuya presencia el fenol puede ser oxidado dando una coloración azul, por el hipoclorito sódico. La concentración del colorante formado, que se determina fotométricamente, es proporcional a la concentración de amoníaco, y por lo tanto, de urea

---

<sup>3</sup> TECO DIAGNOSTICS<sup>®</sup> 911 Via Rodeo Placentia, CA., USA.92670

<sup>4</sup> Diagnóstica MERCK<sup>®</sup> 3334 UREA Calle 5 #7, Naucalpan de Juárez, Edo. De México 53370

Las variables a medir fueron: consumo de materia seca (CMS), consumo como % de peso vivo (C%PV), consumo de proteína cruda (CPC), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y peso final (PF), así como los niveles sanguíneos de glucosa y urea, en cada periodo de 20 días.

**Estadística** El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. El análisis se realizó como ANOVA con diferente número de repeticiones, utilizando el PI como covariable, así como la comparación de medias bajo DMS utilizando para estos cálculos, el paquete estadístico SPSS para Windows (1992). También se realizó una comparación de medias entre el promedio de los tratamientos 2 y 3 vs 4, con el mismo paquete estadístico

### 3.2 Experimento # 2. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre la digestibilidad *in vivo* de borregos Pelibuey (E2)

Se utilizaron 20 borregos Pelibuey, machos enteros de 5 a 6 meses de edad con un PV promedio de 28.8 kg  $\pm$  2.1. Se les proporcionó agua y alimento *ad libitum*, confinados en jaulas metabólicas 1 x 1.5 m.

**Cuadro 2. Raciones ofrecidas (BS) (7d) con diferentes nivel y fuente de proteína y su análisis calculado para determinar su digestibilidad en borregos Pelibuey durante el experimento # 2 (E2).**

Ingrediente	% Proteína Cruda			
	14	17PS	20PS	20PDR
Sorgo	50.0	50.0	50.0	50.0
Cama pollo	10.0	9.4	1.9	10.0
Alfalfa	20.0	20.0	20.0	20.0
Harina de sangre	0.39	2.7	4.4	0.39
Gluten de maíz	0.77	4.4	9.0	0.77
Sebo	4.32	2.6	1.9	4.52
Melaza	5.0	4.4	5.0	5.9
Cascarilla de algodón	7.7	5.0	6.5	4.5
Urea	0.8	0.36	0.36	2.9
Ortofosfato <sup>1</sup>	0.0	0.0	0.59	0.0
Premezcla <sup>2</sup>	0.50	0.50	0.50	0.58
Sal	0.50	0.50	0.50	0.58
		Análisis calculado		
PC	14.0	17.0	20.0	20.0
PS	4.0	7.0	10.0	4.0
PDR	10.0	10.0	10.0	16.0

PC Proteína Cruda, PS proteína sobrepasante, PDR proteína degradable en el rumen

1 -Ortofosfato de calcio (Fosfato tricalcico) Ca 38.76% y P 19.97% Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

2 - Premezcla de vitaminas y minerales. Cada 5 kg contiene como mínimo Vit A 7,500,000 UI, Vit D 1,000,000 UI, Vit E 2500 UI, Riboflavina 0.45 g, DL-Pantotenato de Calcio 1.0 g, Niacina 1.75 g, B<sub>12</sub> 25 g, Mn 25 g, Zn 20 g, Fe 30 g, Cu 5 g, Co 0.10 g, I 0.5 g, Mg 20 g y Se 0.025 g

Se consideraron los requerimientos de proteína cruda, de McDonald (1988), del INRA (1981) y del NRC (1985) para borregos de lana en crecimiento, por lo que se utilizó un factor de corrección de 0.6 g de N/d para los requerimientos de la lana del INRA, (1981) y se tomó el promedio de las tres fuentes como el porcentaje de

los requerimientos de proteína cruda (PC) para una ganancia diaria de 200 g/d Determinándose como el tratamiento 1 (T<sub>1</sub>), para el T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, se usaron las dietas de la etapa 3 del E1

La MS que habrían de consumir los animales se calculó en base al PV de cada animal utilizando la siguiente ecuación  $CMS\ g/d = (91 * PV^{0.75})$  (Gutiérrez y Tapia, 1995) Las dietas fueron isocalóricas con 2 80 Mcal EM/kg.

Se tomaron muestras del alimento proporcionado a los animales en las jaulas. Se manejó, se almacenó y se analizó de acuerdo al procedimiento del Experimento # 1

Los animales fueron asignados completamente al azar a cada uno de los 4 tratamientos con igual número de repeticiones (n = 5). Los animales se sometieron a un periodo de adaptación a las jaulas y al alimento de 15 días. El periodo de la prueba de digestibilidad (Experimento # 2) fue de 7 días.

Al inicio de la prueba los animales fueron desparasitados con Valbazen<sup>®5</sup> y vitaminados con Synt- ADE<sup>®6</sup>. El alimento se pesó y proporcionó una vez al día a las 0800 horas en forma individual, y se registró el rechazo diario. Se cuantificó el agua proporcionada y se determinó el consumo. Se recolectaron las heces totales

---

<sup>5</sup> Valbazen<sup>®</sup> PFIZER S.A. DE C.V. km 63 carr. México - Toluca, Toluca, Edo. De México, México.

<sup>6</sup> Synt-ADE<sup>®</sup>. FORT DODGE. Sevilla # 821. Col. Portales, México, D.F. México.

y la orina total por día, y se almacenaron en refrigeración para su posterior análisis. Se tomaron muestras de sangre, se manejaron y se determinaron en forma igual que en el experimento # 1.

Las variables que se determinaron fueron: consumo de materia seca (CMS), consumo de materia orgánica (CMO), consumo de proteína cruda (CPC), consumo de agua (CAG), producción de heces (PH), materia seca en las heces (MSH) materia orgánica en las heces (MOH), proteína cruda en las heces (PCH), producción de orina (PO) y proteína cruda en la orina (PCO). Con los datos anteriores se calcularon la digestibilidad *in vivo* de proteína cruda (DIVPC), la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DIVMS), y la digestibilidad *in vivo* de materia orgánica (DIVMO) Igualmente se calculó la retención de proteína cruda (RPC)

**Estadística.** El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. El análisis se realizó como ANOVA con igual número de repeticiones, utilizando PI como covariable, así como la comparación de medias bajo DMS utilizando para estos cálculos, el paquete estadístico SPSS para Windows (1992). También se realizó una comparación de medias entre el promedio de los tratamientos 2 y 3 vs.

### **3.3 Experimento # 3. Efecto de la fuente de proteína cruda y del nivel de energía sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento (E3)**

Se utilizaron 26 borregos Pelibuey, machos enteros de 3 meses de edad y con un PV promedio de  $12.1 \text{ kg} \pm 2.4$ . Fueron sometidos a la prueba de comportamiento en jaulas individuales (1 x 1.5 m), y con alimento calculado individualmente en función del peso consumido en un periodo de 24 horas. La duración total de la prueba fue de 55 días.

Con base a los niveles de 21 y 19% PC, de los primeros dos periodos del Experimento 1, se diseñaron cuatro tratamientos para un primer periodo de 25 d, con los niveles de energía 2.8 y 3.2 Mcal EM/kg. Las fuentes de PC fueron: gluten de maíz y harina de sangre, para PS; y cama de pollo y urea, para PDR. Los tratamientos fueron: T<sub>1</sub>, 2.8 Mcal EM/kg con PS (21% PC); T<sub>2</sub>, 2.8 Mcal EM/kg con PDR (21% PC), T<sub>3</sub>, 3.2 Mcal EM/kg con PS (21% PC) y T<sub>4</sub>, 3.2 Mcal EM/kg con PDR (21% PC, ver Cuadro 3). Para el segundo periodo de 30 d, los tratamientos fueron: T<sub>1</sub>, 2.8 Mcal EM/kg con PS (19% PC); T<sub>2</sub>, 2.8 Mcal EM/kg con PDR (19% PC), T<sub>3</sub>, 3.2 Mcal EM/kg con PS (19% PC) y T<sub>4</sub>, 3.2 Mcal EM/kg con PDR (19% PC, ver Cuadro 3).

Considerando el aumento de los requerimientos de PC en gramos por día, conforme el animal aumenta de peso y el aumento en el consumo de materia seca

(CMS), se ajustaron las 4 raciones a dos rangos de peso del crecimiento en los borregos, siendo las raciones para los rangos de 15 a 20, y de 20 a 25 kg PV.

El CMS se asigna en forma similar a la prueba de comportamiento 1 (Experimento # 1) Los animales fueron pesados por las mañanas cada 10 días, ajustándose el CMS en el alimento cada 5 días, de acuerdo al aumento detectado.

**Cuadro 3. Análisis calculado de las Raciones ofrecidas (BS) del experimento #3 (E3).**

Ingrediente %	PERIODO 1 (25 d)				PERIODO 2 (30 d)			
	Tratamientos							
	PS 2.8 T <sub>1</sub>	PDR 2.8 T <sub>2</sub>	PS 3.2 T <sub>3</sub>	PDR 3.2 T <sub>4</sub>	PS 2.8 T <sub>1</sub>	PDR 2.8 T <sub>2</sub>	PS 3.2 T <sub>3</sub>	PDR 3.2 T <sub>4</sub>
Sorgo	47.9	48.2	46.7	47.0	46.7	46.7	46.7	46.7
Cama pollo	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	6.4
Alfalfa	20.1	20.9	19.8	20.4	20.1	20.1	20.1	20.0
Soya	0.0	11.4	0.0	11.3	0.0	1.5	0.0	1.5
Harina de sangre	5.0	0.0	5.0	0.0	3.7	0.0	3.7	0.0
Gluten de maíz	10.4	0.0	10.3	0.0	7.5	0.0	7.5	0.0
Sebo	2.9	4.0	2.8	4.0	5.0	5.1	5.1	5.1
Melaza	7.6	7.6	7.5	7.5	7.1	8.0	8.4	8.4
Cascarilla de Algodón	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	7.4	0.8	1.6
Urea	0.1	2.1	0.5	2.4	0.7	2.8	0.8	2.9
Ortofosfato <sup>1</sup>	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0
Golden flakes	0.0	0.0	5.7	5.8	0.0	1.02	5.3	6.3
Premezcla <sup>2</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
CaCO <sub>3</sub>	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.1	0.5	0.2
	<b>Análisis calculado</b>							
PC	21.0	21.0	21.0	21.0	19.0	19.0	19.0	19.0
PS	10.8	5.4	10.8	5.4	8.9	3.4	8.9	3.4
PDR	10.2	15.6	10.2	15.6	10.1	15.6	10.1	15.6
EM Mcal/kg	2.83	2.83	3.20	3.20	2.80	2.80	3.22	3.22

EM Energía Metabolizable, BS base seca PS Proteína sobrepasante, PDR proteína degradable en el rumen, PC porcentaje de proteína cruda

1 -Ortofosfato de calcio (Fosfato Tricálcico) Ca 38.76%, P 19.97%, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

2 - es una premezcla de vitaminas y minerales el análisis de 5 kg contiene como mínimo Vit A 7,500,000 UI, Vit D 1,000,000 UI Vit E 2500 UI Riboflavina 0.45 g DL-Pantotenato de Calcio 1.0 g Niacina 1.75 g, BHT 25 g, Mn 25 g Zn 20 g Fe 30 g Cu 5 g Co 0.10 g, I 0.5 g Mg 20 g y Se 0.025 g



Los animales se seleccionaron por su peso, y fueron asignados al azar a los tratamientos, con diferentes número de repeticiones siendo T<sub>1</sub> (n = 7), T<sub>2</sub> (n = 7), T<sub>3</sub> (n = 6) y T<sub>4</sub> (n = 6)

Los animales se sometieron a un periodo de adaptación al alimento de 10 días, en los cuales se les proporcionó la ración con 2.8 Mcal EM/kg y PS (21% PC) del periodo 1 (cuadro 3)

Se tomaron muestras del alimento proporcionado a los animales en las jaulas. Se manejó, se almacenó y se analizó de acuerdo al procedimiento al Experimento # 1.

Los borregos fueron desparasitados al inicio de la prueba con Valbazen<sup>®7</sup> y vitaminados con Synt- ADE<sup>®8</sup>. El alimento se pesó y proporcionó una vez por día a las 0800 horas en forma individual, y se registró el rechazo diario. Los animales tuvieron libre acceso al agua.

Se tomaron muestras de sangre al inicio y al final de la prueba, siendo similar el manejo al Experimento # 1

<sup>7</sup> Valbazen<sup>®</sup> PFIZER S.A. DE C.V. km 63 carr. México - Toluca, Toluca, Edo. De México. México.

<sup>8</sup> Synt-ADE<sup>®</sup>. FORT DODGE. Sevilla # 821. Col. Portales, México, D.F. México.

En el análisis del laboratorio para las muestras de sangre se realizaron los procedimientos y metodologías, previamente reportadas para la primera prueba de comportamiento en la determinación de glucosa y urea.

Las variables fueron CMS, CPC, GDP, CA y PF. Así como también el nivel de la concentración de glucosa y urea en suero sanguíneo, al inicio y final de la prueba.

**Estadística.** El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x2) siendo los factores fuente de proteína y niveles de energía, utilizando el PI como covariable. El análisis se realizó como ANOVA con diferente número de repeticiones, así como la comparación de medias bajo DMS, utilizando para estos cálculos el paquete estadístico SPSS para Windows (1992).

### 3.4 Experimento # 4. Efecto del nivel de energía y de proteína cruda sobre la digestibilidad *in vivo* de borregos Pelibuey (E4)

Se utilizaron 20 borregos Pelibuey, machos enteros de 5 meses de edad y con PV promedio de 29.4 kg  $\pm$  2.9. Se les proporcionó agua y alimento *ad libitum* siendo confinados en jaulas metabólicas (1 x 1.5 m).

**Cuadro 4. Raciones y su análisis calculado, experimento # 4 (E4), con diferentes niveles de energía y proteína (BS), ofrecidas a borregos Pelibuey para determinar su digestibilidad *in vivo*.**

Ingrediente	%Proteína Cruda y Energía Metabolizable Mcal/kg			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
	14 - 2.8	14 - 3.2	20 - 2.8	20 - 3.2
Sorgo	50.00	50.00	50.00	50.00
Cama pollo	10.00	10.00	0	0
Alfalfa	20.00	20.00	20.00	20.00
Harina de sangre	0.47	0.47	4.42	4.42
Gluten de maíz	0.95	0.95	8.72	8.72
Sebo	4.32	4.32	3.93	3.93
Melaza	5.00	5.00	5.01	5.01
Cascarilla de Algodón	7.21	1.81	5.78	0.49
Urea	0.59	0.67	0.50	0.58
Golden flakes	0.40	5.73	0	5.21
Premezcla <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50
CaCO <sub>3</sub>	0	0	0.59	0.59
	<b>Análisis calculado</b>			
PC	14.0	14.0	20.0	20.0
PS	4.0	4.0	10.0	10.0
PDR	10.0	10.0	10.0	10.0
EM Mcal/kg	2.80	3.20	2.80	3.20

EM Energía Metabolizable, BS base seca PS Proteína sobrepasante,  
PDR proteína degradable en el rumen PC porcentaje de proteína cruda

<sup>1</sup> Premezcla de vitaminas y minerales. Cada 5 kg contiene como mínimo Vit A 7,500,000 UI, Vit D 1,000,000 UI, Vit E 2500 UI, Riboflavina 0.45 g, DL-Pantotenato de Calcio 1.0 g, Niacina 1.75 g, Vit H 1.25 g, Mn 25 g, Zn 20 g, Fe 30 g, Cu 5 g, Co 0.10 g, I 0.5 g, Mg 20 g y Se 0.025 g

Los factores fueron niveles de PC (14 y 20%) y niveles de energía (2.8 y 3.2 Mcal EM/kg) y los tratamientos consistieron en: T<sub>1</sub>, 14% - 2.8 Mcal EM/kg; T<sub>2</sub>, 14% - 3.2 Mcal EM/kg, T<sub>3</sub>, 20% - 2.8 Mcal EM/kg y T<sub>4</sub>, 20% - 3.2 Mcal EM/kg, donde el aumento de proteína fue hecho a base de PS (Cuadro 4).

Todos los animales se sometieron a un periodo de adaptación al alimento y a las jaulas por 15 días. El periodo de prueba de la digestibilidad fue de 5 días.

El alimento se pesó y proporcionó una vez por día a las 0800 horas en forma individual, y se registró el rechazo diario. Se cuantificó el agua proporcionada y se determinó el consumo. Se recolectaron las heces y la orina por día. Se almacenaron en refrigeración para su posterior análisis. Al inicio de la prueba los animales fueron desparasitados con Valbazen<sup>®9</sup> y vitaminados con Synt-ADE<sup>®10</sup>.

Se tomaron muestras del alimento proporcionado a los animales en las jaulas. Se manejó, se almacenó y se analizó, igualmente al procedimiento del Experimento # 1

Se tomaron muestras de sangre, se manejaron y se determinaron siguiendo los mismos procedimientos que en el Experimento # 1.

---

<sup>9</sup> Valbazen<sup>®</sup> PFIZER S A. DE C.V. km 63 carr. México - Toluca, Toluca, Edo. De México. México.

Synt-ADE<sup>®</sup>. FORT DODGE. Sevilla # 821. Col. Portales, México, D.F. México.

En el análisis del laboratorio para las muestras de sangre, para determinación de la glucosa y urea se realizaron los procedimientos y metodologías, previamente reportadas en la primera prueba de comportamiento (E1).

Las variables que se determinaron fueron: consumo de materia seca (CMS), consumo como % del peso vivo (CPV%), consumo de materia orgánica (CMO), consumo de proteína cruda (CPC), consumo de agua (CAG), producción de heces (PH), materia seca en las heces (MSH), materia orgánica en las heces (MOH), proteína cruda en las heces (PCH), producción de orina (PO), proteína cruda en la orina (PCO) Con los datos anteriores se calcularon digestibilidad *in vivo* de proteína cruda (DIVPC), digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DIVMS), y digestibilidad *in vivo* de materia orgánica (DIVMO). Igualmente se calculó la retención de proteína cruda (RPC).

**Estadística.** El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x2) siendo los factores fuente de proteína y niveles de energía. El análisis se realizó como ANOVA con diferente número de repeticiones, utilizando el PI como covariable, así como la comparación de medias bajo DMS utilizando para estos cálculos, el paquete estadístico SPSS para Windows (1992).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Experimento # 1. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento

En el Cuadro 5, se presentan los resultados de los análisis de alimentos utilizados en el Experimento # 1, así como la diferencia entre el análisis calculado contra el determinado en el laboratorio, para PC.

**Cuadro 5. Análisis de laboratorio de los alimentos, para los borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

Tratamiento #	MS %	Cenizas %	MO %	PC %*	PC Calc*	Diferencia
<b>Período 1</b>						
1 18% Testigo	91.61	5.59	93.89	18.67	18.00	0.67
2 21% PS	90.65	5.70	93.71	19.37	21.00	-1.63
3 24% PS	90.81	5.25	94.21	24.10	24.00	0.10
4 24% PDR	90.53	5.33	94.11	21.48	24.00	-2.52
<b>Período 2</b>						
1 16% Trestigo	89.85	5.81	93.53	16.25	16.00	0.25
2 19% PS	89.76	5.70	93.64	20.34	19.00	1.34
3 22% PS	90.02	5.57	93.81	20.61	22.00	-1.39
4 22% PDR	89.16	5.46	93.87	20.95	22.00	-1.05
<b>Período 3</b>						
1 14% Trestigo	89.03	5.71	93.58	15.18	14.00	1.18
2 17% PS	89.49	5.80	93.51	17.56	17.00	0.56
3 20% PS	89.48	4.28	95.21	19.77	20.00	-0.23
4 20% PDR	89.17	5.58	93.74	19.80	20.00	-0.20

MS Matena Seca, MO Matena Organica, PC Proteina Cruda (Determinados en el laboratorio) Calc = calculados, \* Los valores son en base seca

Se puede considerar que entre lo formulado y lo determinado existe poca diferencia, salvo para el tratamiento 4 dentro del periodo 1, en el cual se observó una diferencia negativa considerable.

#### 4.1.1 Excedentes de proteína sobrepasante (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>)

No se encontró diferencia significativa (P>0.05) en todos los periodos, para el efecto de la PS sobre el CMS. Para el CPC, se observó diferencia altamente significativa (P<0.01), en los tres periodos. Los tratamientos 2 y 3 con PS, resultaron con un mayor CPC comparados con el testigo, coincidiendo con los objetivos de proporcionar exceso de proteína cruda para incrementar el CPC de los borregos Pelibuey en crecimiento (Cuadro 6).

**Cuadro 6.- Efecto del exceso de PS (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) sobre los consumos de borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

Tratamiento	Peso inicial kg	CMS g/d	CPC g/d	CMS en % de Peso Vivo
-----Periodo 1, 15-20 kg-----				
1 18	16.4	793	148a	4.84
2 21 PS	15.6	765	148a	4.90
3 24 PS	16.0	764	184b	4.78
<i>Sig. F.</i>		0.43	0.001	
-----Periodo 2, 20-25 kg-----				
1 16	20.3	923	150a	4.55
2 19 PS	20.2	927	189b	4.59
3 22 PS	20.4	920	190b	4.51
<i>Sig. F.</i>		0.42	0.001	
-----Periodo 3, 25-30 kg-----				
1 14	24.7	1010	153a	4.09
2 17 PS	25.3	1070	188b	4.23
3 20 PS	25.0	1055	209c	4.22
<i>Sig. F.</i>		0.18	0.001	
-----Promedio de periodos, 15-30 kg-----				
1	16.4	899	151a	5.48
2	15.6	911	175b	5.84
3	16.0	903	194c	5.64
<i>Sig. F.</i>		0.35	0.001	

CMS Consumo de materia seca, CPC Consumo de proteína cruda a, b, c, letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes (P<0.05) dentro de cada periodo

En el primer y segundo periodo no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en GDP y CA (Cuadro 7) Sin embargo, durante el tercer periodo y en el promedio de los periodos se encontro diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para estas variables. Las mayores ganancias y mejores conversiones se observaron en los tratamientos con los niveles intermedio y alto de PS ( $T_2$  y  $T_3$ ). En el PF no se encontró diferencia ( $P = 0.07$ ) en el promedio de los tres periodos, sin embargo, se observaron mayores pesos en los tratamientos con PS, siendo numéricamente mayor el  $T_2$

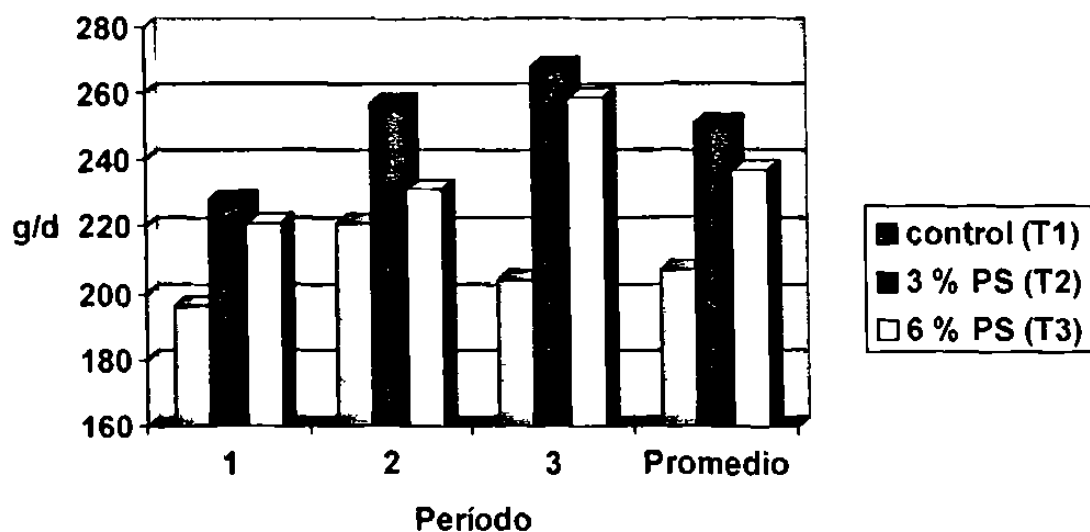
**Cuadro 7.- Efecto del exceso de PS ( $T_2$  y  $T_3$ ) sobre la ganancia de peso de borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

Tratamiento Base PC	Peso Inicial kg	Ganancia de peso g/d	Conversión Alimenticia kg	Peso Final kg
-----Periodo 1, %PC 15-20 kg-----				
1 18	16.4	196	4.22	
2 21 PS	15.6	228	3.44	
3 24 PS	16.0	221	3.49	
<i>Sig. F.</i>		0.31	0.17	
-----Periodo 2, % PC 20-25 kg-----				
1 16	20.3	221	4.29	
2 19 PS	20.2	257	3.63	
3 22 PS	20.4	231	4.02	
<i>Sig. F.</i>		0.20	0.32	
-----Periodo 3, % PC 25-30 kg-----				
1 14	24.7	204 <sup>b</sup>	5.03 <sup>b</sup>	
2 17 PS	25.3	268 <sup>a</sup>	4.01 <sup>a</sup>	
3 20 PS	25.0	259 <sup>a</sup>	4.14 <sup>a</sup>	
<i>Sig. F.</i>		0.01	0.01	
-----Promedio de periodos, % PC 15-30 kg-----				
1	16.4	207 <sup>b</sup>	4.35 <sup>b</sup>	28.8
2	15.6	251 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>	30.7
3	16.0	237 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	30.2
<i>Sig. F.</i>		0.007	0.001	0.07

a, b c. letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) dentro de cada periodo



En el experimento # 1, para los excedentes de PS ( $T_2$  y  $T_3$ ), se puede observar que la GDP (Figura 1) presentó un efecto cuadrático. Aunque en los primeros dos periodos no se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ), en el tercero y en el promedio de los periodos sí la hubo ( $P < 0.05$ )



**Figura 1. Ganancia diaria de peso del testigo ( $T_1$ ) y los excedentes ( $T_2$  y  $T_3$ ) de PS en borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

En cuanto a la CA (Figura 2) se observó que en el nivel intermedio de proteína, también hubo un mejor comportamiento, semejante a lo observado con la GDP

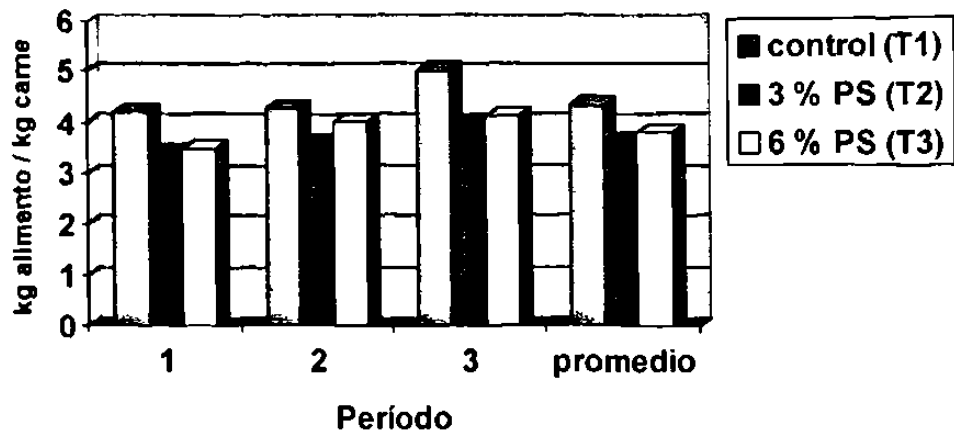


Figura 2. Conversión alimenticia del testigo (T<sub>1</sub>) y los excedentes de PS (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) en borregos Pelibuey en crecimiento (E1).

Los análisis de glucosa mostraron que ésta no se vio afectada por los tratamientos con PS ( $P > 0.05$ ). Sin embargo para el caso de la urea en suero sanguíneo, se encontró que los tratamientos con PS tuvieron una mayor concentración que el testigo (Cuadro 8)

Cuadro 8. Promedios de glucosa y urea en suero sanguíneo, para los excedentes de PS, de los borregos Pelibuey en crecimiento (E1).

Tratamiento	Glucosa inicio	Glucosa final	Urea inicio	Urea final
	mg/dL			
1	70.43	75.98	41.50	54.42 <sup>a</sup>
2	75.74	77.50	47.89	71.65 <sup>b</sup>
3	72.79	89.27	50.56	72.74 <sup>b</sup>
<i>Sig. F</i>		0.13		0.04

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

#### 4.1.2 Fuentes de proteína cruda

Para evaluar el efecto de la fuente de PC (Cuadro 9), se utilizó la información de los tratamientos 2, 3 y 4 en donde el promedio de los tratamientos 2 y 3 (PS) fue comparado con el promedio del tratamiento 4 (PDR). No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para el CMS en el primer periodo, pero a partir del segundo periodo y en el promedio de los tres periodos, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos. El CMS fue menor para el tratamiento a base de PDR y/o NNP en 12.9, 8.3 y 7.6% en los periodos 2, 3 y total, respectivamente.

La diferencia entre las fuentes de PC, en cuanto a CPC se debieron a que los animales en el tratamiento de PS tuvieron un mayor CMS (Cuadro 9) dado que ambos tratamientos tuvieron porcentajes de PC similares (Cuadro 5).

Estas diferencias fueron debidas a que dentro de los mismos periodos se observó una disminución en el CMS ya que, los porcentajes de PC determinados en el laboratorio (Cuadro 5) son muy similares.

**Cuadro 9.- Efecto de la fuente de PC sobre los consumos en borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso inicial kg</b>	<b>CMS g/d</b>	<b>CPC g/d</b>	<b>% PesoVivo</b>
	-----Periodo 1, 15-20 kg-----			
<b>*PS</b>	<i>15.8</i>	<i>764</i>	<i>166</i>	<i>4.84</i>
<b>**PDR</b>	<i>16.5</i>	<i>750</i>	<i>161</i>	<i>4.55</i>
<b>Sig F.</b>		<i>0.32</i>	<i>0.33</i>	
	-----Periodo 2, 20-25 kg-----			
<b>*PS</b>	<i>20.3</i>	<i>924<sup>a</sup></i>	<i>189<sup>a</sup></i>	<i>4.55</i>
<b>**PDR</b>	<i>19.6</i>	<i>805<sup>b</sup></i>	<i>169<sup>b</sup></i>	<i>4.11</i>
<b>Sig F.</b>		<i>0.01</i>	<i>0.02</i>	
	-----Periodo 3, 25-30 kg-----			
<b>*PS</b>	<i>25.2</i>	<i>1062<sup>a</sup></i>	<i>198</i>	<i>4.21</i>
<b>**PDR</b>	<i>23.3</i>	<i>974<sup>b</sup></i>	<i>193</i>	<i>4.18</i>
<b>Sig F.</b>		<i>0.006</i>	<i>0.24</i>	
	-----Promedio de periodos, 15-30 kg-----			
<b>*PS</b>	<i>15.8</i>	<i>907<sup>a</sup></i>	<i>185<sup>a</sup></i>	<i>5.74</i>
<b>**PDR</b>	<i>16.5</i>	<i>838<sup>b</sup></i>	<i>174<sup>b</sup></i>	<i>5.08</i>
<b>Sig F.</b>		<i>0.006</i>	<i>0.04</i>	

CMS Consum de Materia Seca, CPC Consumo de Proteina Cruda

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes (P<0.05) dentro de cada periodo \*PS (T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>), \*\* PDR (T<sub>3</sub>)

La fuente de PC (Cuadro 10) tuvo un efecto en la GDP en los dos primeros periodos y en la suma de los tres periodos. En cuanto a la CA, las diferencias fueron observadas en el primer periodo y en el promedio de los tres periodos. El peso final también fue diferenciado significativamente por la fuente de proteína cruda

En todos los periodos en donde se encontró diferencia significativa, las raciones con PS tuvieron mayores ganancias de peso (Figura 3), mejor conversión alimenticia (Figura 4) y mayor peso final

**Cuadro 10.- Efecto de la fuente de PC sobre las características de aumentos en peso de borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

Tratamiento	Peso inicial kg	Ganancia g/d	Conversión	Peso Final kg
	-----Periodo 1, 15-20 kg-----			
*PS	15.8	225 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	
**PDR	16.5	154 <sup>b</sup>	6.81 <sup>b</sup>	
<i>Sig F.</i>		0.01	0.05	
	-----Periodo 2, 20-25 kg-----			
*PS	20.3	244 <sup>a</sup>	3.82	
**PDR	19.6	190 <sup>b</sup>	4.29	
<i>Sig F.</i>		0.002	0.17	
	-----Periodo 3, 25-30 kg-----			
*PS	25.2	264	4.08	
**PDR	23.3	229	4.34	
<i>Sig F.</i>		0.10	0.51	
	-----Promedio de periodos, % PC 15-30 kg-----			
*PS	15.8	244 <sup>a</sup>	3.73 <sup>a</sup>	30.4 <sup>a</sup>
**PDR	16.5	191 <sup>b</sup>	4.54 <sup>b</sup>	27.9 <sup>b</sup>
<i>Sig F.</i>		0.002	0.02	0.01

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes (P<0.05), dentro de cada periodo, \*PS (T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>) \*\* PDR (T<sub>4</sub>)

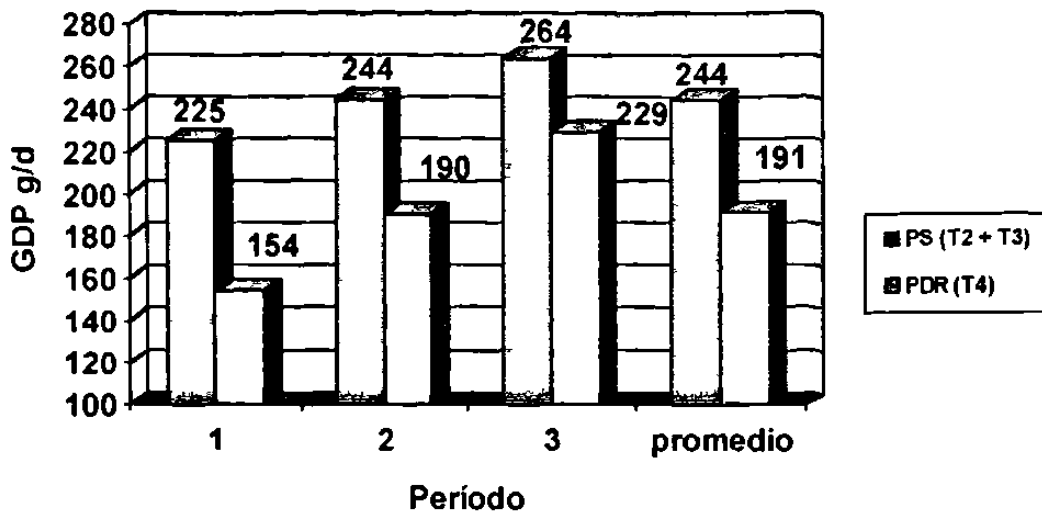


Figura 3. Ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E1), según la fuente de PC.

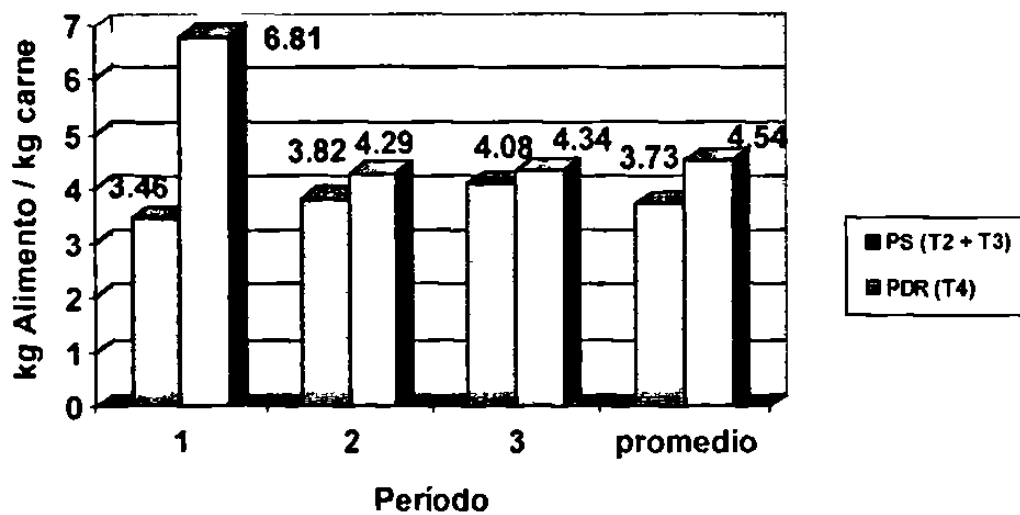


Figura 4. Conversión alimenticia en borregos Pelibuey en crecimiento (E1), según la fuente de PC.

Por efecto de la fuente de PC (Cuadro 11) no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para la glucosa en suero sanguíneo. Para la urea se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) al final de la prueba, resultando mayor concentración en los animales alimentados con raciones a base de PS ( $T_2$  y  $T_3$ ).

**Cuadro 11. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, en tratamientos con diferentes fuente de PC, en borregos Pelibuey en crecimiento (E1).**

Tratamiento	Glucosa inicio	Glucosa final	Urea inicio	Urea final
	-----mg/dL-----			
PS ( $T_2$ y $T_3$ )	74.26	83.38	49.22	72.20 <sup>a</sup>
PDR ( $T_4$ )	66.89	85.95	66.13	60.12 <sup>b</sup>
<i>Sig. F</i>		0.89		0.05

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

## 4.2 Experimento # 2. Efecto del nivel y la fuente de proteína cruda sobre la digestibilidad *in vivo* de borregos Pelibuey

### 4.2.1 Excedentes de proteína sobrepasante

Utilizando las raciones con 14, 17 y 20% de PC (Cuadro 12), se determinaron tres tratamientos con excedentes a base de PS.

Se realizó una prueba de digestibilidad *in vivo*, en la cual no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos para DIGMS, DIGMO y DIGPC aparente

**Cuadro 12.- Efecto de los tratamientos con exceso de PS sobre la digestibilidad *in vivo* en borregos Pelibuey (E2).**

	<i>Tratamientos</i>			<i>Sig F.</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
	Digestibilidad %			
Materia Seca	72.5	72.7	74.5	0.67
Materia Orgánica	74.0	74.0	75.4	0.70
PC	64.8	65.0	70.9	0.16



Sin embargo para las variables CPC, PC en la orina y retención de PC, se encontro diferencia significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 13).

**Cuadro 13.- Efecto de los tratamientos con exceso de PS sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E2).**

	<i>Tratamientos</i>			<i>Sig F.</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Peso inicial kg	28.2	30.6	30.7	
<b>Consumo:</b>	g/d			
Materia seca	920	920	1000	0.63
Materia orgánica	852	856	952	0.56
PC	131 <sup>a</sup>	166 <sup>b</sup>	200 <sup>c</sup>	0.03
	L/d			
Consumo de agua	3.36	3.24	3.09	0.42
<b>Producción heces:</b>	g/d			
Materia seca	254	250	259	0.92
Materia orgánica	223	224	237	0.93
PC	46.3	57.6	59.2	0.34
	L/d			
Producción orina	1.24	1.22	0.72	0.20
PC en la orina g/d	66.2 <sup>a</sup>	64.8 <sup>a</sup>	99.4 <sup>b</sup>	0.001
<b>Retención:</b>	g/d			
PC	18.5 <sup>a</sup>	43.6 <sup>b</sup>	41.4 <sup>b</sup>	0.05

a, b, c letras diferentes en el mismo renglon indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

*1* requerimientos de PC, *2* + 3% de PC, *3* + 6% de PC (a base de PS) PC proteína cruda

De la PC consumida se tuvo pérdida de 50.5, 39.0 y 49.7% a través de la orina, mientras que en las heces se perdió el 35.3, 34.7 y 29.6%, y la retención de PC fue solo del 14.1, 26.3 y 20.7% del CPC, para las dietas con el 14, 17 y 20% de PC, respectivamente (Figura 5)

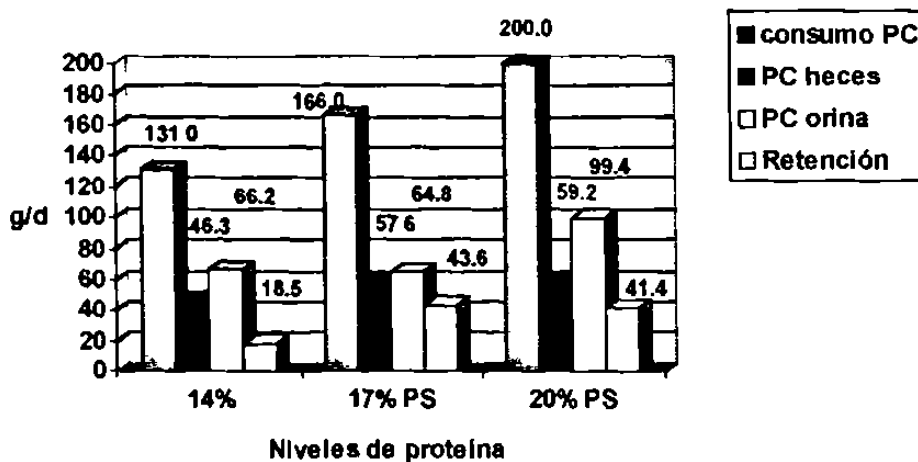


Figura 5. Comportamiento de la partición de PC en el animal para los excedentes de PS, en borregos Pelibuey (E2).

Los niveles de glucosa en suero sanguíneo (Cuadro 14), no se vieron afectados ( $P > 0.05$ ), teniendo un rango de 52.27 a 62.30 mg/dL. Para los niveles de urea en suero sanguíneo se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), entre los tratamientos, con un mayor contenido de urea en animales que consumieron dietas con 20% de PC

**Cuadro 14. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según los tratamientos con excedentes de PS, en borregos Pelibuey (E2).**

Tratamiento	Glucosa mg/dL	Urea mg/dL
14% PC	52.27	31.65 <sup>b</sup>
17% PS	58.85	27.80 <sup>b</sup>
20% PS	62.30	43.60 <sup>a</sup>
Sig. F	0.27	0.03

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

#### 4.2.2 Efecto de la fuente de proteína cruda

Para analizar el efecto de la fuente de PC en la digestibilidad *in vivo* de los borregos Pelibuey se consideró el promedio de los tratamientos 2 y 3 como PS, y el tratamiento 4 como PDR. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en la DIGMS y DIGMO, excepto para DIGPC aparente (Cuadro 15).

**Cuadro 15.- Efecto de la fuente de PC sobre la digestibilidad *in vivo* en borregos Pelibuey (E2).**

	Tratamiento		Sig. F.
	PS	PDR	
	-----Digestibilidad %-----		
Materia seca	73.6	74.1	0.32
Materia orgánica	74.6	75.5	0.20
PC	67.9 <sup>a</sup>	74.2 <sup>b</sup>	0.007

a, b letras diferentes en el mismo reglón indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
PS (T<sub>2</sub> + T<sub>3</sub>) PDR (T<sub>4</sub>)

Los tratamientos no mostraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en las variables CMS, CMO, CPC consumo de agua producción de heces, contenido de PC en las heces y producción de orina. Mientras que en el contenido de PC en la orina se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, propiciado una pérdida importante de PC por esta vía lo que probablemente sea la razón de los aumentos de peso menores en niveles altos de proteína degradable en el rumen (Cuadro 16 y Figura 6).

**Cuadro 16.- Efecto de la fuente de PC sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E2).**

	<i>Tratamientos</i>		<i>Sig F.</i>
	<i>PS</i>	<i>PDR</i>	
<b>Peso inicial kg</b>	29.8	29.1	
<b>Consumo:</b>	g/d		
Materia seca	960	940	0.73
Materia orgánica	904	882	0.78
PC	183	197	0.31
<b>Consumo de agua</b>	L/d		
	3.17	3.27	0.26
<b>Producción heces:</b>	g/d		
Materia seca	256	243	0.85
Materia orgánica	230	215	0.71
PC	58.4	50.1	0.29
<b>Producción orina</b>	L/d		
	0.96	1.18	0.22
<b>PC en la orina g/d</b>	82.1 <sup>a</sup>	108.4 <sup>b</sup>	0.01
<b>Retención:</b>	g/d		
PC	42.5	38.5	0.98

a, b, c letras diferentes en la misma fila indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
 PS (T<sub>2</sub> + T<sub>3</sub>) PDR (T<sub>4</sub>) PC proteína cruda

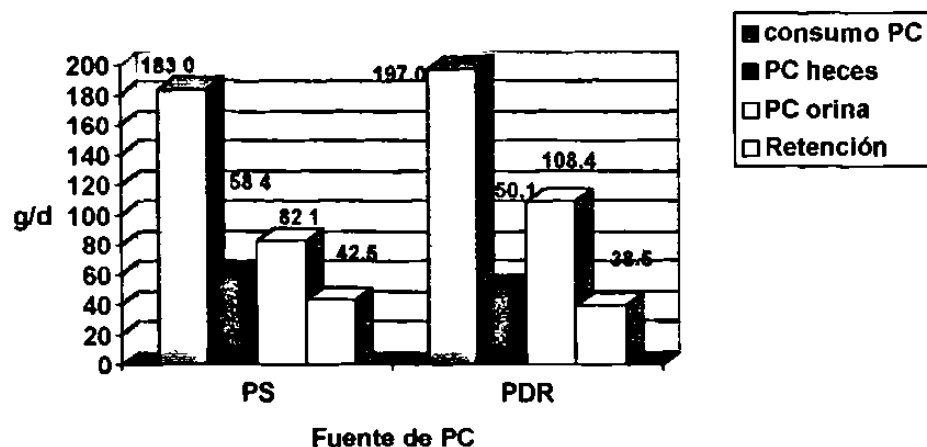


Figura 6. Comportamiento de la partición de PC (según la fuente de PC), en borregos Pelibuey (E2).

Respecto a los niveles de glucosa en sangre (Cuadro 17), no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) Para la urea se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) teniendo una mayor concentración de urea en suero sanguíneo el tratamiento a base de PDR

Cuadro 17. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según la fuente de PC, en borregos Pelibuey (E2).

Tratamiento	Glucosa mg/dL	Urea mg/dL
PS	60.58	35.70 <sup>a</sup>
PDR	54.75	50.95 <sup>b</sup>
<i>Sig. F</i>	<i>0.36</i>	<i>0.04</i>

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
 PS (T + T) PDR (T<sub>1</sub>)

### 4.3 Experimento # 3. Efecto de la fuente de proteína cruda y del nivel de energía sobre el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento

Investigando la relación entre la proteína y la energía, se planteó el experimento 3, donde se proporcionaron dos fuentes de proteína cruda con el mismo porcentaje y dos niveles de energía, a borregos Pelibuey en crecimiento.

En el cuadro 18 se describe el nivel de PC, la fuente de PC y el nivel de energía, para las raciones utilizadas en el experimento 3. También, se presentan los resultados de los análisis de alimentos, por tratamiento en cada periodo, así como la diferencia entre PC determinada en el laboratorio y la PC calculada en las raciones, de acuerdo a los valores tabulares del NRC.

**Cuadro 18. Análisis de laboratorio de los alimentos, para borregos Pelibuey en crecimiento (E3).**

Tratamiento	%MS	%CENIZAS	%MO	%PC*	C*	D
-----Periodo 1-----						
1 21% PS 2.8	90.10	6.48	93.52	20.52	21.00	-0.48
2 21% PDR 2.8	89.93	7.04	92.96	21.07	21.00	0.07
3 21% PS 3.2	91.18	6.03	93.97	19.86	21.00	-1.14
4 21% PDR 3.2	90.09	7.70	92.30	21.04	21.00	0.04
-----Periodo 2-----						
1 19% PS 2.8	88.21	4.60	95.40	20.10	19.00	1.10
2 19% PDR 2.8	88.95	6.24	93.76	20.91	19.00	1.91
3 19% PS 3.2	85.57	5.29	94.71	19.08	19.00	0.08
4 19% PDR 3.2	87.08	5.83	94.17	18.90	19.00	-0.01

MS Materia Seca, MO Materia Organica, PC Proteina Cruda 2 8 y 3 2 Mcal/kg Energia Metabolizable C Calculado D Diferencia \*Los valores son en base seca

Se puede considerar que las diferencias entre lo determinado en el laboratorio y lo calculado fueron minimas en cuanto a los niveles de PC.

Los análisis de varianza mostraron diferencia significativa en algunas de las variables en los efectos principales, sin embargo, no se encontraron efectos de interacción entre las fuentes de proteína cruda y los niveles de energía en las variables estudiadas

#### 4.3.1 Efecto de la fuente de proteína cruda

Para el efecto de la fuente de PC (Cuadro 19), los tratamientos no mostraron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en las variables CMS, CMO y CPC, para los dos periodos y en el promedio de ellos.

**Cuadro 19.- Efecto de la fuente de PC sobre los consumos en borregos Pelibuey en crecimiento (E3)\*.**

Tratamiento Fuente PC	Peso inicial Kg	Consumos: g/d		
		MS	MO	PC
-----Periodo 1-----				
PS	12.3	623	584	126
PDR	11.9	636	589	134
<i>Sig F.</i>		0.40	0.58	0.07
-----Periodo 2-----				
PS	17.3	796	658	156
PDR	16.7	778	643	155
<i>Sig F.</i>		0.78	0.81	0.81
-----Promedio de periodos-----				
PS	24.2	717	624	142
PDR	22.2	713	619	145
<i>Sig F.</i>		6.78	0.86	0.27

\* Medias ajustadas por la covariable peso inicial en la adaptación MS Materia Seca, MO Materia Organica, PC Proteina Cruda PS (T<sub>1</sub> + T<sub>3</sub>), PDR (T<sub>2</sub> + T<sub>4</sub>)

En las variables GDP y CA (Figura 7 y 8), en el periodo 2 y en el promedio de los periodos, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las fuentes de PC, observándose un mejor comportamiento para el tratamiento a base de PS.

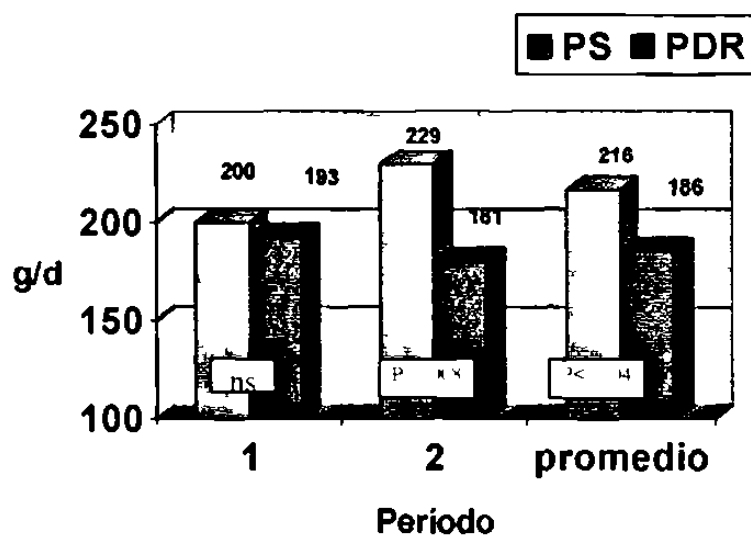


Figura 7. Efecto de la fuente de PC para la ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E3).



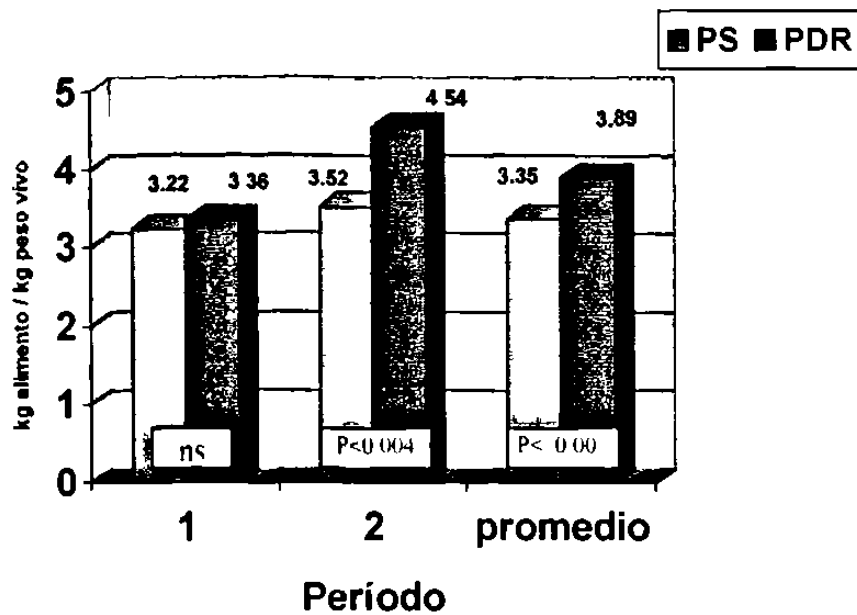


Figura 8. Efecto de la fuente de PC para la conversión alimenticia en borregos Pelibuey en crecimiento (E3).

Para el efecto de las fuentes de PC, con respecto a la concentración de glucosa y urea en suero sanguíneo al inicio y al final del experimento (Cuadro 20), no se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ )

Cuadro 20. Nivel de glucosa y urea en suero sanguíneo según la fuente de PC (E3).

Tratamiento	Glucosa inicio	Glucosa final	Urea inicio	Urea final
	mg/dL			
PS	70.92	57.54	44.67	39.06
PDR	75.32	62.35	43.25	36.99
<i>Sig. F</i>		0.17		0.62

PS (T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>) PDR (T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>)

### 4.3.2 Efecto del nivel de energía.

Para el efecto del nivel de energía (Cuadro 21), en la variable CMS en todos los periodos, no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), así como también para el CMO en el primer periodo y el promedio de los periodos. Sin embargo, en el segundo periodo el CMO mostró una diferencia ( $P = 0.06$ ). Para CPC, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para el segundo periodo y en el promedio de ellos

**Cuadro 21.- Efecto del nivel de energía sobre el consumo y ganancia diaria de peso en borregos Pelibuey en crecimiento (E3).**

Tratamiento EM Mcal/kg	Peso Inicial Kg	Consumos: g/d *			GDP g/d
		MS	MO	PC	
-----Periodo 1-----					
2.8	11.7	618	576	128	203
3.2	12.5	640	596	131	190
<i>Sig F.</i>		0.81	0.83	0.84	0.33
-----Periodo 2-----					
2.8	16.7	791	663	162	192
3.2	17.3	785	640	149	222
<i>Sig F.</i>		0.33	0.06	0.003	0.09
-----Promedio de periodos-----					
2.8	22.5	712	623	147	197
3.2	23.9	719	620	141	207
<i>Sig F.</i>		0.66	0.37	0.05	0.56

\* Medias ajustadas por la covariable peso inicial en la adaptación EM - Energía Metabolizable MS Materia Seca, MO Materia Orgánica, PC Proteína Cruda a, b, letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

2 8 (T + T<sub>2</sub>) 3 2 (T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>)

No obstante, para la variable GDP (Cuadro 21), no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), en ninguno de los periodos y en el promedio de ellos.

En la variable CA (Figura 9) dentro del segundo periodo se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) teniendo hasta un 19.5% mayor CA el nivel de 2.8 Mcal EM/kg respecto al nivel de 3.2 Mcal EM/kg.

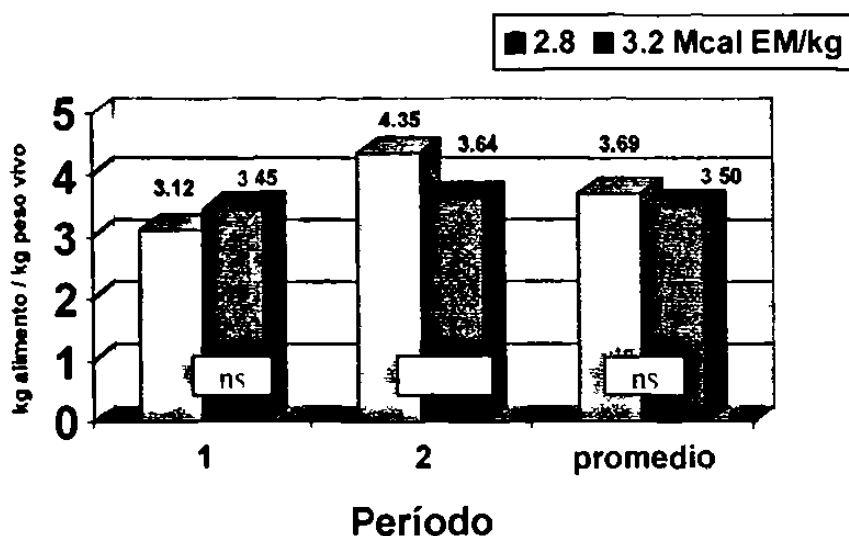


Figura 9. Efecto del nivel de energía sobre la CA en borregos Pelibuey en crecimiento (E3).

Para el efecto del nivel de energía, con respecto a la concentración de glucosa y urea en suero sanguíneo al inicio y al final del experimento (Cuadro 22), no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ )

Cuadro 22. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo según los niveles de energía (E3).

Tratamiento FM Mcal/kg	Glucosa Inicio	Glucosa Final	Urea Inicio	Urea Final
2.8	70.37	58.33	44.52	36.55
3.2	75.16	60.76	43.61	39.84
<i>Sig. F</i>		0.14		0.44

EM Energía Metabolizable 2.8 (T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>), 3.2 (T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>)

#### 4.4 Experimento # 4. Efecto del nivel de energía y proteína cruda sobre la digestibilidad *in vivo* de borregos Pelibuey.

Para estudiar el efecto de la energía y la PC cruda en la digestibilidad *in vivo* y la retención de PC en borregos Pelibuey, se diseñó el experimento 4, donde se consideraron dos niveles de energía y dos niveles de proteína cruda en un arreglo factorial 2 x 2

En el Cuadro 23, se describen los tratamientos, y se presentan los resultados de los análisis de las raciones determinados en el laboratorio para cada tratamiento, así como la diferencia entre el análisis determinado y el calculado en base a los valores de las tablas de la NRC

**Cuadro 23. Análisis de laboratorio de los alimentos para borregos Pelibuey en crecimiento (E4).**

Tratamientos	%MS	%CENIZAS	%MO	%PC*	C*	D
1 14% PC 2.8	89.5	6.1	93.9	14.9	14.0	0.9
2 14% PC 3.2	89.0	5.7	94.3	16.0	14.0	2.0
3 20% PC 2.8	89.9	6.0	94.0	20.5	20.0	0.5
4 20% PC 3.2	89.2	5.2	94.8	19.9	20.0	-0.1

MS Materia Seca, MO Materia Organica, PC Proteina Cruda, 2 8 y 3 2 Mcal/kg Energia Metabolizable C Calculado D Diferencia \* Los valores son en base seca

#### 4.4.1 Efecto del nivel de proteína cruda.

Al analizar el efecto del nivel de PC en la digestibilidad *in vivo* de los borregos Pelibuey (Cuadro 24) se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la DIGMS, la DIGMO y la DIGPC aparente.

**Cuadro 24.- Efecto del nivel de PC sobre la digestibilidad *in vivo* en borregos Pelibuey (E4).**

	<i>Tratamiento</i>		<i>Sig F.</i>
	<i>14% PC (T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>)</i>	<i>20% PC (T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>)</i>	
	<b>Digestibilidad %</b>		
<b>Materia seca</b>	<b>74.74<sup>a</sup></b>	<b>79.44<sup>b</sup></b>	<b>0.008</b>
<b>Materia orgánica</b>	<b>75.77<sup>a</sup></b>	<b>80.14<sup>b</sup></b>	<b>0.01</b>
<b>PC aparente</b>	<b>59.94<sup>a</sup></b>	<b>73.09<sup>b</sup></b>	<b>0.001</b>

a, b letras diferentes en el mismo reglon indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Comparado el efecto del nivel de PC sobre el CMS, CMO y CPC, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), mostrando el nivel de 14% PC valores superiores, excepto el CPC, (Cuadro 25). Para el consumo de agua, no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ )

El contenido de MS, MO y PC en las heces, fue diferente con valores más altos ( $P < 0.05$ ), de estas variables para los animales alimentados con el nivel del 14% PC (Cuadro 25)

En la produccion de onna, no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, en el contenido PC en la onna se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), siendo el nivel del 20% donde se presenta la mayor pérdida (Cuadro 25).

Para el efecto del nivel de PC en la retención de la misma, no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) Observándose una pérdida importante de PC a través de las heces y la orina (Cuadro 25 y Figura 10).

**Cuadro 25.- Efecto del nivel de PC sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E4).**

	<i>Tratamientos</i>		<i>Sig F.</i>
	<i>14° PC (T1 + T2)</i>	<i>20° PC (T3 + T4)</i>	
<b>Peso inicial kg.</b>	29.9	30.1	
<b>Consumo:</b>	g/d		
<b>Materia seca</b>	1127 <sup>a</sup>	982 <sup>b</sup>	0.004
<b>Materia orgánica</b>	1061 <sup>a</sup>	927 <sup>b</sup>	0.004
<b>PC</b>	175 <sup>a</sup>	199 <sup>b</sup>	0.01
<b>Consumo de agua</b>	L/d		
	4.73	4.52	0.75
<b>Producción heces:</b>	g/d		
<b>Materia seca</b>	286 <sup>a</sup>	203 <sup>b</sup>	0.001
<b>Materia orgánica</b>	258 <sup>a</sup>	185 <sup>b</sup>	0.001
<b>PC</b>	70.1 <sup>a</sup>	53.9 <sup>b</sup>	0.02
<b>Producción orina</b>	L/d		
	1.41	1.51	0.82
<b>PC en la orina g/d</b>	73.6 <sup>a</sup>	107.0 <sup>b</sup>	0.02
<b>Retención:</b>	g/d		
<b>PC</b>	31.3	38.0	0.68

a, b letras diferentes en el mismo renglón indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )  
 PC proteína ruda

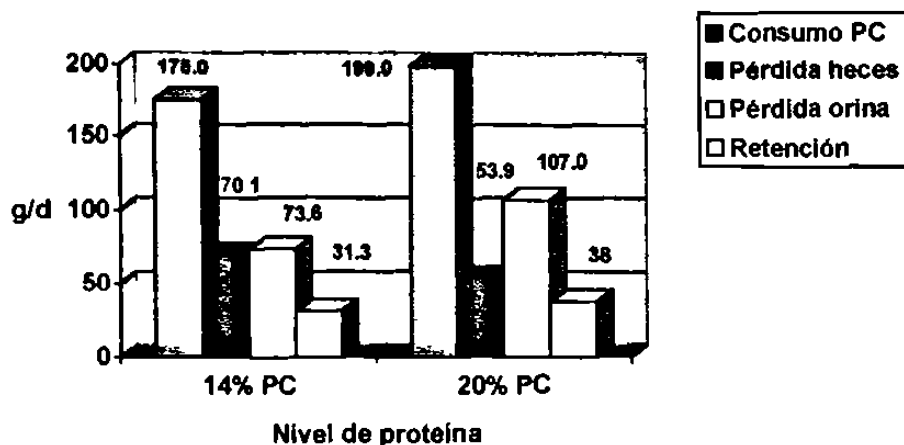


Figura 10. Comportamiento de la partición de PC por efecto de nivel de PC, en borregos Pelibuey.

Con respecto a la concentración de glucosa en suero sanguíneo (Cuadro 26), no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) debido al efecto del nivel de PC. Sin embargo, para la concentración de urea en suero sanguíneo se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

Cuadro 26. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo, según el nivel de PC (E4).

	Glucosa mg/dL	Urea mg/dL
14% PC ( $T_1 + T_2$ )	55.97	48.35 <sup>a</sup>
20% PC ( $T_3 + T_4$ )	51.77	58.43 <sup>b</sup>
<i>Sig. F</i>	0.42	0.05

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

#### 4.4.2 Efecto del nivel de energía.

Comparando el efecto del nivel de energía metabolizable en la digestibilidad *in vivo* y la retención de PC en los borregos Pelibuey (Cuadro 27) no se observó diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) para las variables DIGMS, DIGMO y DIGPC aparente

**Cuadro 27.- Efecto del nivel de energía metabolizable sobre la digestibilidad *in vivo* en borregos Pelibuey (E4).**

	2.8 Mcal EM/kg	3.2 Mcal EM/kg	Sig F.
	————— Digestibilidad % —————		
<b>Materia seca</b>	<b>75.88</b>	<b>78.30</b>	<b>0.13</b>
<b>Materia orgánica</b>	<b>76.70</b>	<b>79.20</b>	<b>0.11</b>
<b>PC aparente</b>	<b>64.14</b>	<b>68.89</b>	<b>0.15</b>

PC proteína cruda 2.8 (T1 + T3) 3.2 (T2 + T4)



Examinando los niveles de energía metabolizable en la digestibilidad *in vivo*, no se encontro diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en la mayoría de las variables (Cuadro 28) excepto para las variables producción de MS en las heces y MO en las heces

**Cuadro 28.- Efecto del nivel de energía metabolizable sobre el consumo, producción de heces, orina y retención de PC en borregos Pelibuey (E4).**

	<i>Tratamientos</i>		<i>Sig F.</i>
	<i>2.8 Mcal EM/kg</i>	<i>3.2 Mcal EM/kg</i>	
<b>Peso inicial kg</b>	29.8	30.2	
<b>Consumo:</b>	g/d		
Materia seca	1088	1022	0.11
Materia organica	1022	966	0.14
PC	192	182	0.19
	L/d		
Consumo de agua	3.99	5.26	0.09
<b>Producción heces:</b>	g/d		
Materia seca	265 <sup>a</sup>	224 <sup>b</sup>	0.05
Materia organica	240 <sup>a</sup>	203 <sup>b</sup>	0.05
PC	67.2	56.9	0.11
	L/d		
Produccion orina	1.08	1.84	0.11
PC g/d	89.4	91.3	0.93
<b>Retención:</b>	g/d		
PC	35.2	34.0	0.92

a, b letras diferentes en el mismo region indican medias significativamente diferentes ( $P<0.05$ ) PC proteina ruda 2 8 (T1 + T3) 3 2 (T2 + T4)

Por lo que corresponde a la concentración de glucosa en suero sanguíneo (Cuadro 29) con respecto al efecto del nivel de energía metabolizable, no se encontro diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Pero, en la concentración de urea en suero sanguineo se encontro diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), observándose en el nivel de 3.2 Mcal/kg de energía la mayor cantidad de urea.

**Cuadro 29. Niveles de glucosa y urea en suero sanguíneo según el nivel de energía metabolizable (E4).**

EM	Glucosa mg/dL	Urea mg/dL
2.8Mcal/kg	56.01	47.96 <sup>a</sup>
3.2Mcal/kg	51.36	59.98 <sup>b</sup>
<i>Sig. F</i>	<i>0.20</i>	<i>0.02</i>

a, b letras diferentes en la misma columna indican medias significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) EM Energía Metabolizable  
 2.8 (T1 + T3) 3.2 (T2 + T4)

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Consumo de materia seca y materia orgánica

Numerosos estudios se han realizado para determinar los factores del consumo de alimento en los rumiantes. Estos estudios incluyen características como: especie, peso, estado fisiológico, características del alimento, valor energético, método de conservación y/o procesamiento, y factores ambientales como duración del día y temperatura (ARC 1980).

Grovum (1988) comenta que la producción animal puede ser incrementada si el consumo de alimento aumenta o la digestión y el metabolismo se hacen más eficientes. Desgraciadamente, el entendimiento de lo que controla el consumo del alimento en rumiantes es aún pobre. Esto es en cierto modo, por el mecanismo que es extremadamente complejo, y que el consumo es altamente variable dentro del animal y entre los animales.

Estudiando los factores que limitan el consumo de forrajes en rumiantes, Sekine *et al* (1996) concluyeron que la combinación de la densidad, la fracción de fibra y la PC, son los responsables del consumo de forraje en los rumiantes.

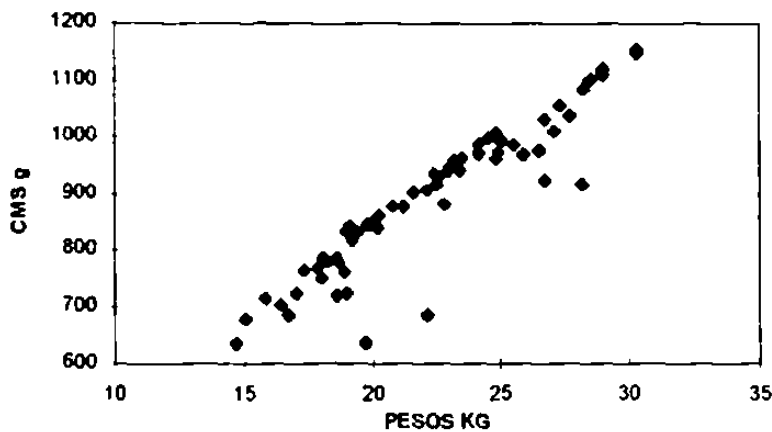
En los borregos en crecimiento, los CMS propuestos en diferentes investigaciones por varios autores son muy equivalentes (Cuadro 30)

**Cuadro 30. Consumos de materia seca (g/d) propuestos por varios autores, y ejemplos para borregos en crecimiento con pesos de 15 y 30 kg.**

<i>Autores</i>	<i>Ecuaciones</i>		<i>15 kg</i>	<i>30 kg</i>
I.N.R.A. 1981	$Y = 51.53 + 38.66X_i$	$R^2 = 0.99$	631	1211
McDonald 1981	$Y = 400.85 + 27.15X_i$	$R^2 = 0.98$	808	1215
N.R.C. 1985	$Y = 231.3 + 30.93X_i$	$R^2 = 0.99$	690	1159
Gutiérrez y Tapia, 1995	$91.0 * PV^{0.75}$	$R^2 = 0.75$	693	1170
ARC, 1980*	$83.5 \text{ a } 103.1 * PV^{0.75}$		689	1160
Presente trabajo	$Y = 214.3 + 30.4X_i$	$R^2 = 0.87$	670	1126

\*Dependiendo de la energía en la dieta y el peso vivo  $X_i$  peso vivo (PV) en Kg.

En el Figura 11 se presenta una regresión lineal entre el CMS y el PV, en todo el experimento # 1, observándose valores similares a los presentados en el cuadro 30



**Figura 11. Consumos de materia seca del experimento # 1. ( $Y = 214.3 + 30.4X_1$   $R^2 = 0.87$ ).**

Sin embargo dentro del experimento # 1, al comparar las fuentes de PC (Cuadro 9) en el tratamiento a base de PDR y/o NNP, se presenta una disminución del CMS con respecto al grupo de tratamientos ( $T_2 + T_3$ ) a base de PS, en un 12.9, 8.3 y 7.6% en los periodos 2, 3 y para la suma de los periodos, respectivamente, existiendo similitud a la conclusión de Owens y Zinn (1988) que mencionan el exceso de NNP (fuente de PC), puede reducir el CMS o incrementar la pérdida de energía del animal. Así como, la PC consumida en exceso puede alterar el consumo de alimento, de esta manera puede alterar la eficiencia en la producción.

Por su parte Park (1985) en vaquillas en crecimiento alimentadas con altos niveles de PC (25%), encontró una disminución en el CMS, teniendo una pérdida en la eficiencia de crecimiento. Por otro lado, Fenderson y Bergen (1976), apreciaron con novillos que el CMS disminuyó un 21% en el nivel más alto de PC (40%) con respecto al testigo.

De la misma manera en el experimento # 4 manejando diferente nivel de PC, se observa que el CMS y CMO, para el nivel del 20% PC tiene una disminución de hasta 12.8% y 12.6% con respecto al nivel del 14% de PC (Cuadro 25).

Por otra parte, Pathak y Sharma (1991) en cabras y Warly *et al.* (1994) en borregos reportan que el CMS no se ve afectado entre los tratamientos manejando niveles de PC sin especificar la fuente de la misma. Efectos similares

fueron encontrados en los experimento # 1 (comportamiento) y # 2 (digestibilidad) para los excedentes de PS (Cuadros 6 y 13 respectivamente). Así como en el experimento # 2 (Cuadro 16) y el experimento # 3 (Cuadro 19) para la fuente de PC, donde no se observaron diferencias en el CMS y CMO, no quedando claro si existe un efecto negativo debido a los niveles altos y/o a las fuentes de PC, sobre el CMS y CMO

En los experimento # 3 (comportamiento) y # 4 (digestibilidad), considerando los niveles de energía no se encontraron diferencia en los CMS y CMO. Sin embargo, existen algunos estudios en los cuales se tiene evidencia de que el CMS es menor cuando se proporcionan niveles altos de energía. Casey y Webb (1995) señalan hasta un 33% menos de CMS en borregos castrados, alimentados con dietas isoproteicas (14.5%) y diferentes niveles de energía metabolizable (2.45 y 2.84 Mcal/kg)

Resultados similares fueron encontrados por Ayala *et al.* (1997) evaluando el rendimiento productivo de ovinos de raza Rambouillet en distintos periodos de tiempo consumiendo dietas con niveles de energía y proteína sobrepasante, en donde el CMS fue 18.4% menor para el nivel alto de energía. Para el experimento # 4 (digestibilidad) posiblemente el periodo o tiempo de la prueba, no permitió que se apreciara una diferencia en el CMS

## 5.2 Consumo de proteína cruda

El consumo de proteína se ha considerado como una limitante al crecimiento (ARC 1980) Sin embargo, las dietas prácticas para crecimiento y finalización son típicamente formuladas en base al contenido de PC (Galyean, 1996).

Van Soest (1994) señala que los compuestos nitrogenados de la dieta participan en el metabolismo de las proteínas de los microorganismos del rumen y del animal hospedero, por lo que determinar los requerimientos netos de proteína para el animal es complejo

Hibbit (1988) menciona que los altos niveles de PC, puede ser la causa principal de desórdenes metabólicos. Esto puede suceder más fácilmente en los animales que reciben una dieta con un nivel bajo de energía. Sin embargo, en los experimentos 1, 2, 3 y 4 de este trabajo, no se manifestaron desórdenes metabólicos aparentes

Owens y Zinn (1988) mencionan que el rumiante tiene la habilidad de subsistir y producir sin una fuente de proteína dietética específica, debido a la síntesis de proteína microbiana dentro del rumen.

En los experimentos se proporcionaron raciones con diferente nivel de PC (Cuadro 1, 2, 3 y 4) a base de PS y PDR (fuentes de PC) para las diferentes investigaciones. Las dietas fueron diseñadas para observar su efecto en el comportamiento y la digestibilidad de los borregos Pelibuey en crecimiento.

Los CPC, en un rango de 15 a 30 kg de peso vivo, fueron muy similares a los recomendados por el NRC (1985), así como la información reportada por diferentes investigadores (Karalazos y Liamades, 1991; Lason y Mantecon, 1993; Kynazakis y Oldham 1993 y Beauchemin *et al.*, 1995).

### **5.3 Ganancia diaria de peso y conversión alimenticia**

En la producción intensiva de carne, lo más importante a considerar es la tasa de crecimiento. El crecimiento verdadero comprende un aumento en los tejidos estructurales, pero se debe diferenciar del incremento en la deposición de grasa, proteína y agua (Maynard *et al.*, 1981).

En investigación con animales en crecimiento, la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA), son las principales variables a considerar.

En el experimento # 1, las mayores ganancias y mejores conversiones se observaron en los tratamientos con el nivel intermedio y alto de PS (Figura 1 y 2). Datos similares son los reportados por Church (1974), manejando niveles de PC



de 14.17 y 20% y energía 2.64, 3.08 y 3.52 Mcal/kg en borregos en crecimiento, reportando la GDP en 200, 230 y 240 g/d y CA 3.02, 3.24 y 2.91, respectivamente.

Beauchemin *et al.* (1995) estudiando en borregos canadienses de 15 a 40 kg, la fuente y el nivel de proteína (15 y 18% de PC) al mismo nivel de energía, obtuvieron ganancias sin diferencia estadística en un rango de 357 a 368 g/d, concluyendo que el efecto de las dietas en las características de crecimiento fue debido más a la concentración de energía, que al nivel de proteína o la degradabilidad de la fuente de proteína. Igualmente, también reportan conversiones en un rango de 3.52 a 4.14 sin diferencia estadística.

En el presente trabajo, en el experimento # 3 manejando fuentes de PC y niveles de energía se puede observar el mejor comportamiento en la GDP y CA para el tratamiento a base de PS (Figura 7 y 8), sin encontrar diferencias para crecimiento entre los tratamientos con diferente nivel de energía (Cuadro 21 y Figura 9).

Datos similares fueron encontrados por (Salisbury *et al.*, 1997) estudiando el efecto de la fuente de proteína y las características de borregos Rambouillet, donde concluyen que la dieta a base de harina de pescado (PS) fue la más eficiente para la GDP que las dietas a base de PDR.

Hopkins y Whitlow (2000) estudiando el crecimiento en vaquillas lecheras, con niveles de PS encontraron que con la dieta del 15% de PC y 50% de PS, la GDP y la CA tuvieron la mejor respuesta. Cole *et al.* (2000) proporcionando cantidades variables de PS y PDR en vaquillas lecheras, encontraron diferencias estadísticas para la GDP (0.94 vs 0.86 kg/d) y la CA, siendo hasta un 8.5 % mejor la respuesta para los tratamientos a base de PS.

En el peso final dentro de los excedentes de PS, no se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 7) No obstante, para el tratamiento con diferente fuente de PC se observa un mejor comportamiento para la PS (Cuadro 10), siendo un 9% superior. Datos similares fueron obtenidos por Beauchemin *et al.* (1995). Esto puede ser debido a la baja calidad de la proteína dietética o a la necesidad de desviar el uso de energía para excretar el nitrógeno excedente en forma de urea, de aquel o aquellos tratamientos con PDR.

#### **5.4 Nivel de glucosa en sangre**

En los 4 experimentos de este trabajo, no existieron diferencias en los niveles de glucosa (Cuadro 8, 11, 14, 17, 20, 22, 26, 29), considerando entonces que no hay un efecto de los niveles y fuentes de PC, y de los niveles de energía sobre la concentración de glucosa en la sangre de los borregos en crecimiento.

En los mamíferos el exceso de aminoácidos en la dieta es convertido a glucosa y el nitrógeno es excretado en forma de urea (Van der Walt, 1993). Beitz (1999)

señala que el carbohidrato característico de la sangre y otros líquidos tisulares es la glucosa. Las células de todo el organismo incorporan la glucosa para producir energía útil por lo que, el mantenimiento de concentraciones estables en la sangre es un mecanismo de regulación precisa.

En los rumiantes el nivel de glucosa depende principalmente de la gluconeogénesis. Mayes (1994) menciona que los principales sustratos para la gluconeogénesis son, los aminoácidos gluconeogénicos, lactato, glicerol y propionato (en los rumiantes). A su vez, Van Soest (1994) señala que los productos finales de la fermentación del alimento por los microorganismos del rumen son ácidos grasos volátiles (AGV), principalmente acético, propiónico y butírico. Así mismo la concentración de los AGV depende del tipo de alimento.

El nivel de glucosa en sangre en ovinos reportados por Swenson (1999), es de 40 a 80 mg/dL y por el manual de Merck (1986) es de 30 a 60 mg/dL. Destacando que el nivel de los monogástricos es más alto que el de los rumiantes, por ejemplo, el de los cerdos 57 a 150 mg/dL (Swenson, 1999).

Observando que en los datos obtenidos en los 4 experimentos, aún y cuando no se observaron diferencias estadísticas, los niveles de glucosa se mantuvieron dentro de los rangos citados.

Sin embargo se presentaron diferencias entre las concentraciones de la glucosa al inicio y al final de los experimentos, esto puede ser debido a lo que menciona Swenson (1999) quien destaca que la diferencia en los análisis químicos y físicos muestra que la composición del plasma, suero y sangre total es extremadamente

compleja Pero que la edad y la actividad del animal son factores importantes que alteran valores sanguíneos

Fenderson y Bergen (1976) y Lee *et al* (1978) sugieren que las determinaciones de glucosa y urea en sangre pueden ser usadas para detectar cantidades inadecuadas en los consumos de energía y proteína. Sin embargo, en la presente investigación no se encontraron elementos para poder sustentar dicha sugerencia.

### **5.5 Nivel de urea en sangre.**

Los microorganismos del rumen pueden convertir al NNP a proteína de alta calidad (Van Soest 1994) Las fuentes de N que los microorganismos usan para la síntesis de su proteína puede ser NNP o la proteína de la dieta (Owens y Zinn, 1988) Storm y Ørskov (1983) señalan que la digestibilidad verdadera de los microorganismos del rumen es 81.3% y la excreción de N urinario es de 32.9%.

Van Soest (1994) destaca que cuando existe nivel alto de PC en la dieta de los rumiantes e exceso de amonio es absorbido a través de las paredes de rumen, pasando a torrente sanguíneo elevando la concentración de amonio en la sangre, activando con esto el ciclo de la urea en hígado y riñón, que es necesario para proteger al animal de una intoxicación potencial con amonio.

Christopher y Maltby (1994) encontraron que el consumo de N en bovinos, tiene una alta correlación con la absorción de amonio en el rumen ( $R^2 = 0.86$ ) y con la producción de urea ( $R^2 = 0.87$ ) en el hígado

Lindsay (1982) establece que el origen de la urea en la orina, es en gran parte el catabolismo de los aminoácidos y estima que de la proteína catabolizada, se convierte a urea del 35% al 54%. También, estima que alrededor del 65% de la urea sintetizada es eliminada en la orina

Salter *et al* (1983) mencionan que el N es reciclado en forma de urea, a través de la saliva y por difusión al rumen a través de las paredes. Así los rumiantes pueden sobrevivir con dietas bajas en N ya que la urea en el plasma es del 23 al 92% reciclada al tracto digestivo (Owens y Zinn 1988)

Merck (1986) y Swenson (1999) manejan en borregos el mismo intervalo para el contenido de N ureico en sangre, el cual es de 8 a 20 mg/dL siendo similar al de los monogástricos por ejemplo, en el cerdo es de 8 a 24 mg/dL.

Sin embargo en el hombre Rodwell (1994) menciona que el amoníaco se produce en forma constante en los tejidos, se elimina con rapidez de la circulación por el hígado y se convierte a glutamato, glutamina y por último a urea. Por tanto, en condiciones normales el amoníaco existe solo en pequeñas cantidades en la sangre (aproximadamente 10 a 20 mg/dL)

Harrys (1997) sugiere que la evaluación de los niveles de N uréico en sangre (NUS) y N uréico en leche (NUL), son una guía confiable en la elaboración de dietas para ganado lechero, ya que las dietas deben mantener un adecuado balance de fibra energía, proteína, vitaminas y minerales.

Para los tratamientos con altos niveles de PC, se puede observar que en general, presentan al final de las pruebas, una mayor concentración de urea en sangre (Cuadros 8 14 y 26) existiendo diferencias significativas (34%, 38%, 21%).

Park (1985) estudiando la influencia de la PC a niveles altos y bajos en la dieta sobre los metabolitos sanguíneos en vaquillas en crecimiento, encontró que el nivel alto (25%) incremento el N ureico en un 142% con respecto al nivel bajo (12%)

Se pueden encontrar otras consecuencias como resultado de tener un nivel alto de urea en el plasma Ferguson *et al* (1993) encontraron que la tasa de concepción en vacas disminuye con el nivel de 15 a >25 mg/dL de urea en el plasma, hasta 55% con respecto al testigo (<10 a 14.9 mg/dL)

Park *et al*, (2000) tratando de determinar el nivel de PC en los periodos de parto y posparto en vacas Holstein, observaron que la urea en el plasma se incremento linealmente ( $P < 0.05$ ) en el periodo parto con el nivel alto de PC de la dieta Sin embargo en el posparto en el nivel bajo de PC, el nivel de urea en el plasma es mayor

Moorby *et al* (2000) concluyeron que las vacas lecheras pueden mover cantidades sustanciales de N del cuerpo a principios de la lactación. Posiblemente esto explique la disminución de urea en el plasma, ya que los requerimientos de aminoácidos aumentan en el periodo posparto y el ciclo de la urea tendería a disminuir

Por otra parte Bach *et al* (2000) mencionan que en vacas lecheras al incrementar los contenidos de la PC y la PS, no se observa ninguna ventaja en el metabolismo de PC en el preparto posparto y producción de leche. A pesar de esto, se reporta un incremento de 3 kg/d de leche, para las dietas altas en PC y PS, 15.5% y 6.7% respectivamente comparadas con las que recibieron 12% de PC y 3.1% de PS.

## **5.6 Digestibilidad *in vivo* de la materia seca y orgánica y la retención de nitrógeno**

Los nutrientes que son los componentes del alimento, son sustancias que después de ingeridas por el animal, pueden ser digeridas, absorbidas y asimiladas (McDonald 1988)

La cantidad de nutrientes que pueden ser absorbidos desde el tracto digestivo, se refiere como "digestibilidad" y se expresa en porcentaje

Maynard *et al.* (1981) menciona que la composición química del alimento afecta la digestibilidad. Sin embargo, en el experimento # 2 del presente trabajo, la DIGMS y la DIGMO no fueron afectadas (Cuadro 12), por los niveles y fuentes de PC.

Porcentajes ligeramente diferentes de digestibilidad han sido reportados por Cole y Hutcheson (1988), estudiando el metabolismo de nitrógeno en borregos en ayuno y postayuno, manejando dietas con 11 y 16% de PC, reportando 62% a 69% y 62% a 66% de digestibilidad de la MS para las dietas bajas y altas de PC respectivamente.

Bunting *et al.* (1987 y 1989) estudiando el metabolismo de nitrógeno, con dietas bajas y altas de PC, obtuvieron en borregos (8.7 y 15.4% de PC) valores para la DIGMS de 65.7% y 80.3% y la DIGPC de 60.8% y 80.3% ( $P < 0.05$ ), pero en vaquillas (10.2 y 18.8% de PC) la DIGMS 82.3 y 83.5% ( $P > 0.05$ ) y para la DIGPC 71.3% y 82.5% ( $P < 0.05$ ) respectivamente. En el presente trabajo se encontraron resultados similares en el experimento # 2 y experimento # 4.

Sin embargo, en el experimento # 4 de este estudio, al usar niveles de 14% y 20% de PC (Cuadro 24), existió diferencia estadística para la DIGMS y la DIGMO, resultando mayor para los animales que consumieron los niveles altos de PC.



Los niveles de energía no modificaron los valores de la DIGMS y la DIGMO (Cuadro 27) Investigando el consumo de alimento y la utilización del nitrógeno en cabras en crecimiento, proporcionando dietas con diferentes niveles de proteína y energía Lallo (1996) señala que al incrementar el nitrógeno en la dieta se afecta ( $P < 0.001$ ) la DIGMS DIGMO y DIGPC, pero no cuando se incrementan los niveles de energía

Cole *et al* (2000) estudiando la digestibilidad en vaquillas lecheras con cantidades variables de PS (5.8 y 8.7%) y PDR (7.8, 9.8 y 11.8%), determinaron que la DIGMO se incremento de 57.8 a 59.2 y 63.4% para los niveles de PDR, pero no para la PS

Dentro de experimento # 2 de este trabajo, la DIGPC para los 3 niveles de PS fue 64.8 65.0 y 70.9 %, respectivamente, y no se encontró diferencia estadística (Cuadro 12) mientras que para la fuente de PC fue 67.9% (PS) vs. 74.2% (PDR), encontrándose diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 15).

La mayor digestibilidad fue para los valores más altos a base de PDR. Estos datos son similares a los de Cole y Hutcheson (1988) que reportaron valores de 59 a 70 % de digestibilidad del N, con diferencias estadísticas para las dietas altas en PC a base de PDR

En el experimento # 4 de este trabajo, para los niveles bajo y alto de PC, la DIGPC fue 86.0% y 86.5% respectivamente, mientras que para los niveles bajo y alto de energía fueron, 86.3% y 86.1% de DIGPC respectivamente, no encontrándose diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 24 y 27) en ninguno de los factores

En el experimento # 2, los diferentes niveles de PS, promovieron diferente retención de PC siendo 18.5, 43.6 y 41.4 g/d de PC, (Cuadro 13 y Figura 5), ya que se retuvo hasta 1.35 veces más PC en el nivel intermedio de PS con respecto al testigo. Esto explica parcialmente las mejores ganancias de peso en los niveles intermedios del experimento # 1.

Para las fuentes de PC en el experimento # 2 la retención de PC fue 42.5 y 38.5 g/d no encontrándose diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 16 y Figura 6).

Bunting *et al* (1987 y 1988) reportaron la retención de PC como porcentaje del consumo y fueron de 34.1% y 45.7% en borregos (dietas con 8.7 y 15.4% de PC) y de 37.3% y 45.2% en vaquillas (dietas con 10.2 y 18.8% de PC) para los niveles bajos y altos en PC respectivamente

Wessels y Titgemeyer (1997) investigando los niveles óptimos de PC con diferentes procesos de pasta de soya en novillos, reportan valores de retención de PC como porcentaje del consumo en promedio de 29.3%.

Se puede considerar que los porcentajes de retención de PC por los rumiantes son bajos y su uso de la PC es ineficiente, como lo señala Cole (1999), destacando que el 60% del N consumido es excretado en la orina y las heces, y que el 90% del N excretado puede perderse a la atmósfera, por percolación y en los arroyos por lo que incrementar la retención del N de la dieta, se deben disminuir las pérdidas de N al ambiente

En el experimento # 2 para los niveles de PS, la pérdida de PC por la orina y las heces fue del 85.8 y 73.7 y 79.3%. y para las fuentes de PC fue de 76.7 (PS) y 80.4% (PDR) Para el experimento # 4, para los niveles de 14 y 20% de PC, la pérdida de PC fue 82.1 y 80.8% respectivamente.

Sin embargo la retención de N, también está en función de la etapa productiva de los animales, ya que por ejemplo, Reynolds *et al.* (1988) estudiaron el flujo sanguíneo del tejido esplénico en vacas Holstein en lactación con dietas de 15 y 16% PC, encontraron que del 100% de N consumido a las 4 y 8 semanas posparto se cuantificó en las heces 30.5 y 30.4%, en la orina 46.3 y 44.2%, y en la leche 38.8 y 36.3% con una pérdida de 15.9 y 11.1% ("retención negativa"), respectivamente También reportan que la digestibilidad aparente de N fue 70%.

Se han hecho intentos por reducir las pérdidas de N, o tratar de hacer a los rumiantes más eficientes en el uso de la PC Por ejemplo, Murphy *et al.* (1994)

observaron en borregos en crecimiento el efecto de las dietas con altos contenidos de concentrados y consumo restringido sobre la digestibilidad y metabolismo del N reportando el CMS en 1 134 kg/d o 3.24% del PV, en el CPC con 146 g/d PC en la orina con 76 g/d y para PC en las heces 62 g/d, concluyendo que la digestión de la PC se mejora con la alimentación restringida debido en parte a una reducción en la excreción de nitrógeno metabólico fecal y a un aumento en el tiempo de retención, lo cual mejora la digestión y absorción de la proteína

Esto puede ser debido a que el nitrógeno del rumen es continuamente reciclado desde la sangre para su reutilización. En el rumen, del 23 a 92% de la urea del plasma es reciclada pero la cantidad de nitrógeno reciclado es reducido cuando la concentración de amonio ruminal es alta (Owens y Zinn, 1988).

En el presente trabajo se observó que a mayor digestibilidad de PC, la retención de PC fue mayor para los niveles de PC a base de PS. Sin embargo, hubo una menor retención de PC para el nivel alto a base de PDR, observándose el aumento del nivel de urea en la orina, propiciando una pérdida importante de PC, lo que probablemente sea la razón de los aumentos de peso menores en el nivel alto a base de PDR

Devant *et al* (2000) estudiando el efecto de la concentración y la degradabilidad de PC en vaquillas en crecimiento, con dietas altas en concentrado, reportaron un

incremento en la excreción de N urinario ( $P < 0.001$ ) para las dietas con un 17% de PC y consideraron que se excedieron los requerimientos

Respecto al presente trabajo podemos considerar que el requerimiento de PC fue alrededor del 17° observándose que es donde se tuvo el mejor balance de nitrógeno y las pérdidas por heces y orina fueron muy similares al nivel de 14%. Además en el experimento #1 (Cuadro 7), los niveles intermedios (21, 19 y 17% de PC) a base de PS fue donde se presentaron los mayores valores de GDP y de CA

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten hacer las siguientes conclusiones sobre el efecto de los compuestos nitrogenados de las dietas en borregos Pelibuey

Los diferentes niveles y fuentes de proteína cruda ofrecidos, no afectaron la digestibilidad de la materia seca, ni la digestibilidad de la materia orgánica.

Dietas con altos niveles de proteína cruda, a base de proteína sobrepasante provocaron una mayor retención de proteína. Sin embargo, cuando se utilizan diferentes fuentes de proteína cruda al mismo nivel, la retención es muy similar.

Las mayores ganancias de peso y conversiones alimenticias se obtuvieron cuando los borregos fueron alimentados con proteína sobrepasante, y las menores cuando la proteína cruda fue a base de nitrógeno no proteico.

Niveles altos de compuestos nitrogenados en la dieta, ocasionan niveles altos de urea en la sangre pero diferentes niveles de energía metabolizable no afectan los niveles de glucosa en el suero sanguíneo

Los niveles de proteína cruda para crecimiento, donde se observaron las mejores ganancias de peso y conversiones alimenticias fueron 21%; 19% y 17% de PC, para borregos de 15 a 20kg, 20 a 25kg y 25 a 30 kg PV respectivamente.

Hay efecto en la GDP y CA del exceso de compuestos nitrogenados para la primera y segunda etapa de crecimiento en los borregos Pelibuey en crecimiento, ya que los animales que no han desarrollado totalmente su rumen, no alcanzan a cubrir sus requerimientos de aminoácidos esenciales con la proteína microbiana que se produce

Animales hasta de 25 kg respondieron favorablemente al suministro de proteína sobrepasante de alta calidad, como gluten de maíz y hanna de sangre.

## 7.- LITERATURA CITADA

- A O A C 1990 Official Methods of the Association of Agricultural Chemist. 13 th. Ed Washington D C
- Allen R S 1977 Fisiología de los Animales Domésticos. eds. H.H. Dukes y M.J. Swenson vol 1 Ed Aguilar Madrid, España. pp. 680-684; 736-760.
- A R C 1980 The nutrient requirements of ruminants livestock. Technical review by an agricultural research council working party. Published on behalf of the agricultural research council by C B.A. International. pp. 121-181
- Ayala O J S R Rangel y M J Armendanz 1997 Comportamiento productivo de ovinos Rambouillet asignados a dietas con distintos porcentajes de energía y proteína sobrepasantes VI Reunión del Grupo Norte - Mexicano de Nutrición Animal UANL. Marín, N L Méx. pp. 116-119.
- Bach A G B Hunt ngton y M D Stern 2000 Response of nitrogen metabolism in preparturient dairy cows to methionine supplementation. J. Anim. Sci. 78: 742-749
- Balce s J J A Guada C Castrillo y J Gasa 1993 Rumen digestion and urinary excretion of punne derivatives in response to urea supplementation of sodium treated straw fed to sheep British J Nut 69, 721-732.
- Beauchem n K A L A McClelland S D M Jones y G C Kozub. 1995. Effects of crude protein, protein degradability and concentration of the diet on growth and carcass characteristics of market lambs fed high concentrate diets Can J Anim Sci 75: 387-395.
- Betz D C 1999 Metabolismo de proteínas y aminoácidos. En: Fisiología de los animales domésticos de Dukes Editores M J Swenson y W.O. Reece Ed UTEHA Mexico, D F México pp 473-491.
- Bohnert D W B T Larson M L Bauer, A F Branco, K.R McLeod, D.L. Harmon y G E Mitchell Jr 1999 Nutritional evaluation of poultry by-product meal as a protein source for ruminants: small intestinal amino acid flow and disappearance in steers J Anim Sci. 77: 1000-1007.
- Bohnert D W B T Larson M L Bauer, A F Branco, K R McLeod, D.L. Harmon y G E Mitchell Jr 1998 Nutritional evaluation of poultry by-product meal as a protein source for ruminants: Effects on performance and nutrient flow and disappearance in steers. J Anim. Sci. 76: 2474-2484
- Bunting L D J A Bo ng C T MacKown y R B Muntifering. 1987. Effect of dietary protein level on nitrogen metabolism in lambs. studies using <sup>15</sup>N nitrogen J Anim Sci 64: 855-867
- Bunting L D J A Bo ng y C T MacKown 1989 Effect of dietary protein level on nitrogen metabolism in the growing bovine. I. Nitrogen recycling and intestinal protein supply in calves J Anim. Sci 67:810-819.
- Buttery P J y A N Fou ds 1988 Amino acid requirements of ruminants. "Recent developments in ruminant nutrition 2" W Haresign y D.L.A. Cole, Eds pp 19-33



- Chalupa W 1988 Manipulation of rumen fermentation "Recent developments in ruminant nutrition 2" W Haresign y D L A Cole, Eds. pp. 1-18.
- Chang R 1992 Quimica 1a Ed McGraw Hill México, D F. pp. 880-885.
- Christopher K R y S A Maltby 1994 Regulation of nutrient partitioning by visceral tissues in ruminants J Nutr 124:1399S-1340S.
- Church D C 1988 The Classification and importance of ruminant animal. In: The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Ed. D.C. Church. Ed Prentice Hall Englewood Cliffs New Jersey, USA. pp. 1-13.
- Church D C 1974 Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 3. Ed. Acribia Zaragoza España pp 353-372.
- Church D C y Pond W G 1977 Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Ed. Acribia. Zaragoza, España pp 76-103
- Church D C y Pond W G 1990 Fundamento de nutrición y alimentación de animales Ed Limusa-Noriega Mexico D F. pp 75-100.
- Cole C G Schwab B D Garthwaite, N L Whitehouse, P.S. Erickson, T.P. Farchid y P C Hoffman 2000 Variable amounts of ruminally degradable and undegradable protein for post-weaned dairy heifers. Joint annual meeting abstracts Baltimore, Maryland, USA. 1054:251.
- Cole N A 1999 Nitrogen retention by lambs fed oscillating dietary protein concentrations J Anim Sci 77 215-222
- Coe N A y D P Hutcheson 1988 Influence of protein concentration in prefast and postfast diets on feed intake of steers and nitrogen and phosphorus metabolism of lambs J Anim Sci 66:1764-1777.
- De Garcia M y J K Ward 1991 Escape protein for beef cows: II. Source and even ammoniated wheat straw-corn silage diets. J. Anim. Sci. 69 2289-2295
- Devant M A Ferret J Gasa S Calsamiglia y R Casals 2000. Effects of protein concentration and degradability on performance, ruminal fermentation and nitrogen metabolism in rapidly growing heifers fed high-concentrate diets from 100 to 230 kg body weight. J. Anim. Sci. 78: 1667-1676
- Fenderson C L y W G Bergen 1976 Effect of excess dietary protein on feed intake and nitrogen metabolism in steers J Anim. Sci. 42:1323-1330
- Ferguson J D y W Chaupa 1989 Symposium interactions of nutrition and reproduction impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows J Dairy Sci 72 746-766
- Ferguson J D D T Ga gan T Banchard y M Reeves 1993. Serum urea nitrogen and conception rate The usefulness of test information. J. Dairy Sci 76 3742-3746
- Fraser A y J T Stamp 1989 Ganado ovino 1a ed Ed Mundi-Prensa. Madrid, España pp 129 133

- Galyean M L 1996 Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application university research and systems results. *J. Anim. Sci.* 74 2860-2870
- García E 1973 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM, D F Mexico pp 246
- Goetsch A L LA Forster JR GE Murphy EW Grant, DL Galloway, SR. y CP West 1990 Digestion and live-weight gain by beef cattle consuming bermudagrass supplemented with grain or different high-protein foodstuffs *Anim Prod* 51 263-275.
- González C G R 1999 Uso y aplicación de bacterias nitrificantes. XIX Simposium Internacional de Agronomía y Agro – Expo. Nutrición Vegetal ITESM Monterrey NL
- Granner DK 1994 Membranas estructura, ensamblaje y función. *Bioquímica de Harper* eds R K Murray et al Ed Manual Moderno. México D.F. pp 551-572
- Grovum WL 1988 Appetite, palatability and control of feed intake. In: *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Editor D.C. Church Ed Prentice Hall Englewood Cliffs New Jersey, USA. pp. 22-216
- Gutiérrez O E y P Lara J 1993 Engorda de borregos con altos niveles de grano de sorgo entero y sin forraje *Avances de investigación, Centro de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía U.A.N.L. Mar n NL Mexico* pp 23-24
- Harris B 1997 Nitrogeno ureico en sangre y sus consecuencias. México – *Hosten* Vol 28 Num 7 Jul pp 13
- Haresign W 1989 Producción ovina Ed Agt-Editor, S A 1a. ed. México, D.F. pp 164-165
- Hobbs KG 1988 Effect of protein on the health of dairy cows. "Recent developments in ruminant nutrition 2" (W Haresign y D.L.A. Cole, eds) pp 184-195
- Hopkins BA y LW Whitlow 2000 Growth response of post-weaned dairy heifers to level of rumen undegradable protein in the total ration dry matter *Joint annual meeting abstracts*. Baltimore, Maryland, USA. pp 1048-249
- INEGI 1986 Síntesis geográfica de Estado de Nuevo León. pp. 14
- INRA 1981 Alimentación de los rumiantes *Institute Nationale de la Recherche Agronomique* Ed Jarnge, R Ed Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 97-120
- Kandylis K y PN Nikokyns 1997 Nitrogen solubility in three solvents and in situ protein degradability of ruminant feedstuffs *J Sci. of Food and Agric.* 75 2 187-197
- Karalazos A y D Liamades 1991 The effect of different protein sources on the performance of growing-fattening early weaned lambs. *Epitheorese-Zootechnikes-Epistemes* 13 47-61

- Kelly J M H Park M Summers y L P Milligan. 1993. Interactions between protein and energy metabolism. "Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism" eds. J.M. Forbes & J. France. pp. 341-362
- Klopfenstein T R Mass K Creighton y T. Patterson. 2000. Estimating forage protein degradation in the rumen Joint annual meeting abstracts. Baltimore Maryland USA pp 58:15.
- Kynazakis Y y J D Oldham 1993 Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6.25) requirements British J of Nutr 69: 617-629.
- Lason G R y A R Mantecon 1993 The effects of dietary protein level during food restriction on carcass and non-carcass components, digestibility and subsequent compensatory growth in lambs. Anim. Prod. 56: 1, 93-100
- Lee A J A R Twardock, R H Bubar, J.E. Hall and C.L. Davis. 1978. Blood metabolic profiles their use and relation to nutritional status of dairy cows J Dairy Sci 61 1652-1670.
- Lindsay D B 1982 Relationships between amino acid catabolism and protein anabolism in the ruminant 22nd Annual ruminant nutrition conference presented by the American Institute of Nutrition at the 65th Annual Meeting of the Federation of American Societies for Experimental Biology Atlanta, Georgia, USA. 2550-2554.
- Lobley G E 1993 Protein metabolism and turnover. "Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism". CAB International. Eds. J.M. Forbes & J France pp 313-339
- Mathis C P R C Cochran J S Heldt, B.C. Woods, L.E.O. Abdelgadir, K.C. Olson E C Titgemeyer y E.S. Vanzant. 2000. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low-quality forage J Anim Sci 78: 224-232.
- Mayes P A 1994 Digestion y absorción Bioquímica de Harper. Eds. R.K. Murray et al Ed Manual Moderno México D.F. pp. 729-742.
- Maynard L A J K Loosli H F Hintz, R.G.Warner. 1981. Nutrición animal. McGraw Hill Mexico D F , México. pp. 144-197; 618-619.
- McDonald P R A Edwards y J F D Greenhalgh. 1988. Animal nutrition. 4 th Ed. Longman Scientific Technical, London, U.K. pp. 49-64; 442, 451
- Merck 1986 The Merck veterinary manual Sixth edition. A handbook of diagnosis therapy and disease prevention and control for the veterinarian. pp. 1029
- Minson D J 1990 Forage in ruminant nutrition. Ed. Academic Press, Inc. pp. 162-207
- Moorby J M R T Evans y W J Fisher. 2000. Effects of dietary protein prepartum and postpartum on nitrogen balance and milk production from dairy cows Joint Annual Meeting Abstracts. Baltimore, Maryland, USA. 1059 252

- Murphy T A S C Loerch y F F Smith 1994 Effects of feeding high-concentrate diets at intakes on digestibility and nitrogen metabolism in growing lambs *J Anim Sci* 72 1583-1590
- N R A 1995 Subproductos de origen animal National Renderers Association, Inc. Alexandria VA E U A pp 3-6
- N R C 1981 Nutrient requirements of goats: angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries Num 15 National Academic Press. Washington D C pp 6-10
- N R C 1985 Nutrient requirements of sheep Sixth revised. Edition National Academic Press Washington, D C pp. 9-11,40-46.
- N R C 1985a Ruminant nitrogen usage Degradation of crude protein in the reticulo-rumen Edition National Academy Press. Washington, D.C. pp 28 36
- Nocek J E y J A Russell 1988 Protein and energy as an integrated system relationship of microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71 2070-2107
- Obara Y D W Dellow y J V Nolan 1991 The Influence of energy - rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. "Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants" Eds. T. Suda., Y. Sasaki and R Kawashima Academic Press, Inc. pp. 515-539
- Ørskov E R 1988 Nutrición proteica de los rumiantes. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza España pp 65-78
- Ørskov E R y E L Miller 1987 Protein evaluation in ruminants. World animal science B Disciplinar Approach Feed Science. Ed. Ørskov, E.R. Elsevier pp 103-127
- Owens F N y R Zinn 1988 Protein metabolism of ruminant animals. In: The ruminant animal Digestive physiology and nutrition. Editor D.C. Church Ed Prentice Hall, Englewood Cliffs New Jersey, USA. pp. 227 249
- Park A F J E Shirley E C Tritgemeyer, M J Meyer, M.J. VanBaale y M.J. VandeHaar 2000 Metabolic response during the periparturient period of Holstein cows fed varied amounts of dietary protein prepartum Joint Annual Meeting Abstracts. Baltimore, Maryland, USA 1061 253
- Park C S 1985 Influence of dietary protein on blood cholesterol and related metabolites of growing calves *J. Anim. Sci.* 61: 924-930.
- Pathak N N y M C Sharma 1991 Effect of dietary protein levels on feed intake, digestibility of nutrients and nitrogen metabolism in goats. *Indian J. Anim Sci* 1991 61 332-333
- Paisance R H V Pettit J R Seoane y R Rioux. 1997. The nutritive value of canola heat-treated canola and fish meals as protein supplements for lambs fed grass silage *Anim Feed Sci. and Tech.* 68: 139-152.
- Reynolds C K G B Huntington, H F Tyrrell y P J. Reynolds. 1988. Net portal-drained visceral and hepatic metabolism of glucosa, L-lactato and nitrogenous compounds in lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 71 1803 1812

- Rodwell V W 1994 Catabolismo de las proteínas y del nitrógeno de aminoácidos. Bioquímica de Harper Eds R K Murray et. al. Ed. Manual Moderno. Mexico D F pp 343-381
- Rusche W C R C Cochran L R Corah J S Stevenson, D L. Harmon, R.T. Brandt Jr y J E Minton 1993 Influence of source and amount of dietary protein on performance blood metabolites and reproductive function of primiparous beef cows J Anim. Sci. 71:557.
- Sahlu T H Carneiro H M El Shaer, J M Fernandez. E. De la Garza. 1991. Performance of lactating angora does fed increasing levels of dietary protein J Anim Sci 69 Suppl 556-562.
- Salisbury M W G R Engdahl B J May C J Lupton. y C.B. Scott. 1997. Effects of protein source on performance of Rambouillet rams. Sheep and Goat Res J 13 78-81
- Salter D N R H Smith y D Hewitt 1983 Factors affecting the capture of dietary nitrogen by micro-organisms in the forestomachs of the young steer. experiments with [<sup>15</sup>N] urea Bns J Nutr 50:427-435.
- Schingoethe D J F M Byers y G T Schelling 1988. Nutrient needs during critical periods of The life cycle In The ruminant animal; digestive physiology and nutrition Editor D.C. Church. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs New Jersey USA pp 421-447.
- Sekine J H E M Kamel R Oura, y J Hai 1996. A consideration on factors limiting forage intake of ruminants J. of the Faculty of Agriculture, Tottori University 32 65-70
- Shain D H R A Stock T J Klopfenstein y D W Herold. 1998. Effects of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism J Anim Sci 76: 242-248.
- Shirley Ray L 1986 Nitrogen and energy nutrition of ruminants. Animal feeding and Nutrition A series of monographs. Academic Press. Orlando Florida USA pp 121-140
- SPSS (Statistical Package for Social Science). 1992. Marya S. Norusis /SPSS. Inc SPSS/PC +version 5.0
- Storm E y E R Ørskov 1983 The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants 2 The apparent digestibility and net utilization of microbial N for growing lambs British J. of Nutr. 50:471-478.
- Storm E y E R Ørskov 1984 The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants 4 The limiting amino acids of microbial protein in growing sheep determined by a new approach. British J. of Nutrition. 52:613-620
- Swanson K C D A Redmer L P Reynolds y J S. Canton. 1999. Ruminally undegraded intake protein in sheep fed low-quality forage: effect on weight growth cell proliferation and morphology of visceral organs. J. Anim Sci 77 198-205
- Swenson M J 1999 Características funcionales y componentes celulares y químicos de la sangre En Fisiología de los animales domésticos de Dukes Editores M J Swenson y W O. Reece. Ed. UTEHA, México, D F Mexico pp 22-48

- Tapia V A J y E Gutierrez O 1993 Efecto del tratamiento químico de la cerdaza y monensina en engorda de borregos Pelibuey. Avances de Investigacion Centro de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Agronomía U A N L Marín, N L. Méx pp. 15-16
- Van der Walt J G 1993 Nitrogen metabolism of the ruminant liver. Aust. J. Agric. Res 44 381-403
- Van Soest P J 1994 Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University. Press Itaca and London pp 290-311
- Volden H 1999 Effects of level feeding and ruminally undegraded protein on ruminal bacterial protein synthesis, escape of dietary protein, intestinal amino acid profile, and performance of dairy cows. J. Anim. Sci 77 1905-1918
- Waly L A Faran O P Mawuenyegah, T Matsui, T. Fujihara y T. Harumoto. 1994 Studies on the utilization of rice straw by sheep. 3. Effect of soybean meal and barley supplementation on voluntary intake, digestibility and ruminal fermentation. Asian J. of Ani Sci. 7: 2, 265-271
- Weimer P J 1998 Manipulating ruminal fermentation: A microbial ecological perspective J Anim Sci 76 3114-3122
- Wessels R H y E C Titgemeyer 1997. Protein requirements of growing steers on high fed corn-based diets J. Anim Sci. 75:3278-3286.
- Whitten K W y K D Gaey 1989 Química General Ed. McGraw Hill. México, D F pp 637-654
- Wright M J y K L Davison 1964 Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals Advance in Agronomy. Ed. A.G. Norman. Academic Press NY pp 221-241
- Yi Chen H A Lewis y P Miller 1996 Plasma urea - index to protein requirement. Feed Mex number 5

