

11662



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**MAESTRIA EN NUTRICION ANIMAL**

**DIGESTIBILIDAD Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO  
DE BOVINOS A DIETAS CON DIFERENTE APOORTE  
DE ENERGIA Y SOLUBILIDAD DE PROTEINA**

**T E S I S**  
**QUE COMO REQUISITO PARCIAL**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**EN NUTRICION ANIMAL**

**P R E S E N T A**  
**MVZ. DAVID LICEAGA RIVERA**  
**DIRECTOR DE TESIS:**  
**MsC FEDERICO RODRIGUEZ GARZA**  
**ASESOR DE TESIS:**  
**PhD JOSE MANUEL ZORRILLA RIOS**  
**AJUCHITLAN, QUERETARO. MAYO DEL 2000**



280325



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

### DIGESTIBILIDAD Y COMPOTAMIENTO PRODUCTIVO DE BOVINOS A DITAS CON DIFERENTE APORTE DE ENERGIA Y SOLUBILIDAD DE PROTEINA

David Licéaga Rivera

Director: MSc. Federico Rodríguez Garza

Asesor: PhD. José Manuel Zorrilla Ríos

Con el objeto de estudiar la digestibilidad aparente, tasa de desaparición de la fracción proteica y fracciones de fibra, evaluar el comportamiento, rendimiento y calificación de la canal en bovinos alimentados con dietas que tienen ingredientes proteicos con diferentes grados de solubilidad en el rumen y aporte de energía neta de producción se realizaron dos experimentos en los que los tratamiento fueron la combinación de dos fuentes de proteína (pasta de soya y harina de pescado) y dos niveles de energía (baja y alta), PS\*EB=pasta de soya + energía baja, PS\*EA=pasta de soya + energía alta, HP\*EB=harina de pescado + energía baja y HP\*EA=harina de pescado + energía alta. Las dietas fueron elaboradas con rastrojo y grano de maíz, melaza, rastrojo, urea y minerales traza como ingredientes base. En el primer experimento se utilizaron cuatro toretes cebú fistulados distribuidos en diseño de cuadro latino, no encontrando diferencias ( $P>0.1$ ) para el consumo de agua, (26.6, 25.3, 25.3 y 25.6 l), digestibilidad aparente de la materia seca (76.2, 71.2, 70.1 y 72.1%), densidad del líquido (1.1, 1.0, 1.1 y 1.1) y materia seca del contenido ruminal (26.9, 27.7, 25.7 y 26.1%). Se encontraron diferencias ( $P<0.01$ ) para la desaparición ruminal a las 8 horas de la materia seca y las fracciones proteicas de pasta de soya vs harina de pescado: materia seca 62.5 vs 18.2%, proteína cruda 53.4 vs 18.3%, proteína verdadera 54.4 vs 17.1, proteína soluble 81.7 vs 36.7 y proteína insoluble 48.7 vs 17.7%. Para pH se detectaron diferencias ( $P<0.07$ ) con valores de 6.31b, 6.49a, 6.39ab y 6.40ab entre tratamientos en las diferentes horas (0, 2, 4 y 8). Y para las concentraciones de nitrógeno amoniacal ruminal no se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) siendo de 9.12, 8.19, 7.23 y 6.25 mg/100 ml. En el segundo experimento se evaluó la respuesta en una prueba de comportamiento y evaluación de la composición corporal y las características de la canal, se utilizaron 16 bovinos machos enteros, de raza cebú comercial, con un peso inicial promedio de 268 kg, que fueron vacunados, desparasitados (externa e internamente), vitaminados (complejo A, D, E), implantados y distribuidos al azar a los tratamientos, cada animal se alojo en corrales individuales por lo que se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento. El alimento se ofreció restringido a un 95% de acuerdo al peso vivo con ajustes cada 14 días, los animales fueron pesados cada 28 días para registrar cambios de peso y realizar los ajustes en los consumos. En el análisis de los resultados no se encontraron diferencias entre tratamientos ( $P>0.1$ ) para la ganancia diaria de peso por efecto de la fuente de proteína (1.60 vs 1.51 kg) y de energía (1.53

vs 1.57 kg) ni de su interacción; 1.52, 1.69, 1.53 y 1.48 kg. tampoco se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) entre tratamientos para el consumo de alimento siendo estos de 9.68, 9.51, 9.57 y 9.56 kg. De igual manera no se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) en la conversión alimenticia teniendo 6.37, 5.60, 6.28 y 6.49 kg de alimento por kg de peso aumentado. No se encontró respuesta en los parámetros medidos por parte de los animales a los tratamientos utilizados. Se evaluaron la composición corporal y las características de la canal de bovino, usando para el análisis el peso final como covariable. Después de 126 días de consumir las dietas se realizó una calificación en pie (escala de 1 a 100 puntos), se sacrificaron y evaluaron los pesos de las vísceras, cabeza y piel, características de la canal y composición corporal. No se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) en la calificación de la conformación general (76, 80, 78 y 85 puntos), cobertura muscular (77, 79, 79 y 85 puntos) y cobertura de grasa (78, 77, 84 y 85 puntos) en el peso de las vísceras se encontraron diferencias ( $P<0.02$ ) para el peso de los pulmones y corazón (10.8a, 12.5b, 12.4b, 10.6a kg), y para el resto de las vísceras cabeza y piel no se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) teniendo el bazo (1.1, 1.1, 1.1 y 1.1kg), retículo (4.5, 4.0, 4.5 y 4.2), rumen (7.8, 8.1, 7.4 y 7.7 kg), intestino (13.6, 13.7, 14.0 y 15.4 kg), cabeza (14.5, 14.0, 14.2 y 13.8 kg) y piel (43.6, 39.4, 43.3 y 43.8 kg). No se encontraron diferencias para las características de la canal ( $P>0.1$ ) y estas fueron: peso de canal caliente (248, 249, 244 y 248 kg), rendimiento de la canal (58.7, 58.8, 57.7 y 58.7%), longitud (103, 102, 102 y 101 cm), área del lomo entre la 12ava y 13ava costilla (9.8, 9.3, 9.8 y 10 pulgadas<sup>2</sup>), grasa dorsal a nivel de la 12ava y 13ava costilla (3.7, 3.3, 3.8 y 4 mm), grasa renal (1.3, 2, 1.8 y 1.7%) y marmoleo (1.7, 1.3, 1.7 y 12.5 puntos). En la evaluación de la composición corporal de los diferentes tejidos no se encontraron diferencias ( $P>0.1$ ) para: grasa (29.9, 36.1, 24 y 26.6%), músculo (36.4, 24.3, 36.1 y 29.8%) y para hueso (33.7, 39.6, 39.9 y 43.6%). Se puede concluir que las fuentes de proteína y los niveles de energía empleados o su combinación no modifican significativamente la digestibilidad y los parámetros productivos de bovinos en esta fase de finalización en corral.

### **A Rosy**

Contigo aprendí que el andar juntos por el mismo sendero hace que la vida tenga sentido, tú me ayudas a continuar por el buen camino. Cualquier sacrificio a tú lado vale la pena vivirlo

### **A Paola y Diana**

Quando llegaron ustedes, conocí lo que es no perder la esperanza de tener siempre algo bello y el tenerlas a mí lado me han enseñado lo que es la responsabilidad y el amor al futuro.

**Gracias por su paciencia y cariño.**

## AGRADECIMIENTOS

Al Director y Asesor de tesis: MSc Federico Rodríguez Garza y PhD José Manuel Zorrilla Ríos. Gracias por sus consejos y sugerencias para la elaboración de este trabajo y que incondicionalmente me han brindado su apoyo para seguir adelante.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por brindar la oportunidad de superarme y el apoyo económico recibido durante los estudios.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, por aceptarme en su posgrado y las facilidades brindadas en la obtención de los créditos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca recibida para realizar los estudios.

A todo el personal académico y de apoyo del posgrado, por los conocimientos adquiridos

Al Centro Nacional en Investigación en Fisiología y Mejoramiento Genético, por las facilidades en la utilización de sus instalaciones y animales en las pruebas de metabolismo.

A la Unión Ganadera Regional de Jalisco, por las facilidades en la utilización de sus instalaciones

Al Centro de Investigaciones Pecuarias del estado de Jalisco por todo el apoyo para el análisis y conclusión de los resultados

A la Asociación de Engordadores de Jalisco, muy particularmente al señor Arnulfo Magaña Ramírez por aprobar el financiamiento en la prueba de comportamiento y el señor Héctor Sánchez por toda la confianza y facilidades otorgadas en su rancho

Este trabajo fue parcialmente financiado por:  
CONACyT – SIMORELOS (Proyecto 95-01-020 Tecnología para el crecimiento y finalización de ganado bovino).  
Patronato para Investigación y Experimentación Pecuaria en México.  
Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco.  
Asociación de Engordadores de Jalisco.

A todos ellos, gracias, por su desinteresada ayuda y apoyo para la realización de este trabajo.

# CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN .....	i
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
CONTENIDO .....	v
LISTA DE CUADROS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE APENDICE .....	xi
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 DIGESTION RUMINAL .....	3
2.2 USO DE NITROGENO EN RUMIANTES .....	4
2.3 CRECIMIENTO ANIMAL .....	9
2.4 COMPOSICION CORPORAL .....	13
2.5 MEDICIONES EN VIVO .....	14
2.6 MEDICIONES POSTMORTEM .....	19
III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS .....	21
IV. MATERIALES Y METODOS .....	23
4.1 EXPERIMENTO 1. Cinética Digestiva .....	23
4.2 EXPERIMENTO 2. Prueba de comportamiento .....	31
V. RESULTADOS Y DISCUSION .....	35
5.1 EXPERIMENTO 1. Cinética Digestiva .....	35
5.2 EXPERIMENTO 2. Prueba de comportamiento .....	57
VI. DISCUSION GENERAL .....	76
VII. CONCLUSIONES .....	80
REFERENCIAS .....	81
APENDICE .....	91

## LISTA DE CUADROS

		PAGINA
2.1	Composición de aminoácidos de la proteína bacteriana ruminal, proteína de la leche y músculo magro de novillo (g de aminoácidos/100g de proteína)	6
4.1	Composición química en base seca de los principales ingredientes usados en los experimentos 1 y 2	24
4.2	Composición porcentual de las dietas en base seca	25
4.3	Esquema de manejo general y de muestreo	30
5.1	Aporte nutricional de las dietas en base seca (Experimentos 1 y 2)	35
5.1.1a	Consumos diarios de nutrimentos y agua en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	36
5.1.1b	Consumos diarios de nutrimentos y agua en toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre la fuente de proteína y nivel de energía	37
5.1.2a	Coefficientes de digestibilidad aparente (%) de nutrimentos y fracciones de fibra en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	39
5.1.2b	Coefficientes de digestibilidad aparente (%) de nutrimentos y fracciones de fibra en toretes alimentados de acuerdo a la interacción de dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	39
5.1.3 a	Características físicas del contenido ruminal de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	40
5.1.3b	Características físicas del contenido ruminal de toretes alimentados de acuerdo a la interacción de dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	41

5.1.4a	Desaparición ruminal (%) a las 8 horas posprandium de la materia seca y fracciones proteicas de pasta de soya y harina de pescado, en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	43
5.1.4b	Desaparición ruminal (%) a las 8 horas posprandium de la materia seca y fracciones proteicas de pasta de soya y harina de pescado, en toretes alimentados de acuerdo a la interacción de dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	44
5.1.5a	Comparación entre los valores ruminales de la degradación instantanea (a), degradación potencial (b) y su tasa de desaparición (c) de la materia seca para los suplementos proteicos de acuerdo a las dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía calculados según el modelo de Orskov y McDonald (1979)	45
5.1.5b	Comparación entre los valores ruminales de la degradación instantanea (a), degradación potencial (b) y su tasa de desaparición (c) de la materia seca para los suplementos proteicos de acuerdo a la interacción entre las dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía calculados según el modelo de Orskov y McDonald (1979)	46
5.1.6a	Comparación entre los valores de la degradación instantanea (a), degradación potencial (b) y su tasa de desaparición (c) para el rastrojo de maíz de acuerdo a las dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía calculados según el modelo de Mertens y Loften (1980)	48
5.1.6b	Comparación entre los valores de la degradación instantanea (a), degradación potencial (b) y su tasa de desaparición (c) para el rastrojo de maíz de acuerdo a la interacción de dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía calculados según el modelo de Mertens y Loften (1980)	49
5.2.1a	Consumo de materia seca (kg) de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	57
5.2.1b	Consumo de materia seca (kg) de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	58

5.2.2a	Consumo de nutrientes por kilogramo de peso metabólico en toretes de acuerdo a las dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	59
5.2.2b	Consumo de nutrientes por kilogramo de peso metabólico en toretes de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	60
5.2.3a	Cambios de peso vivo (kg) de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	60
5.2.3b	Cambios de peso vivo (kg) de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	61
5.2.4a	Ganancias diarias de peso (kg) de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	61
5.2.4b	Ganancias diarias de peso (kg) de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	62
5.2.5a	Conversión alimenticia de materia seca (kg) en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	63
5.2.5b	Conversión alimenticia de materia seca (kg) en toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	64
5.2.6a	Calificación de la conformación, cobertura muscular y grasa de toretes alimentados con diferentes fuentes de proteína o diferente nivel de energía (puntos en escala de 1 al 100)	66
5.2.6b	Calificación de la conformación, cobertura muscular y grasa de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía (puntos en escala de 1 al 100)	67
5.2.7a	Peso de las vísceras, cabeza y piel (kg) de los toretes de acuerdo a dos fuentes de proteína o nivel de energía consumida	68

5.2.7b	Peso de las vísceras, cabeza y piel (kg) de los toretes de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y nivel de energía consumida	69
5.2.8a	Características de la canal de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	70
5.2.8b	Características de la canal de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	71
5.2.9a	Composición de tejidos en la base de la cola de toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	73
5.2.9b	Composición de tejidos en la base de la cola de toretes alimentados de acuerdo a la interacción entre dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	73

## LISTA DE FIGURAS

		PAGINA
2.1	Caracterización de la proteína cruda en el rumiante	5
5.1.1a	Desaparición in situ de la materia seca (%) de la pasta de soya y harina de pescado en los diferentes tiempos de incubación de acuerdo a la fuente de proteína o nivel de energía en la dieta	44
5.1.1b	Desaparición in situ de la materia seca (%) de la pasta de soya y harina de pescado en los diferentes tiempos de incubación para la interacción proteína y energía	46
5.1.2a	Desaparición in situ de la materia seca (%) del rastrojo de maíz en los diferentes tiempos de incubación de acuerdo a la fuente de proteína o nivel de energía en la dieta	48
5.1.2b	Desaparición in situ de la materia seca (%) del rastrojo de maíz en los diferentes tiempos de incubación para la interacción proteína y energía	49
5.1.3a	pH ruminal a diferentes tiempos en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	50
5.1.3b	pH ruminal a diferentes tiempos en toretes alimentados de acuerdo a la interacción proteína y energía	52
5.1.4a	Nitrógeno Amoniacal presente en rumen a diferentes tiempos en toretes alimentados con dos fuentes de proteína o diferente nivel de energía	53
5.1.4b	Nitrógeno Amoniacal presente en rumen a diferentes tiempos en toretes alimentados de acuerdo a la interacción de dos fuentes de proteína y diferente nivel de energía	55

## LISTA DE APENDICE

		PAGINA
1	Aporte de proteína y aminoácidos metabolizables por parte de la dieta, los microorganismos ruminales y totales al compararse con el requerimiento del animal en base a su respuesta productiva al consumir los diferentes tratamientos	91
2	Función digestiva teórica estimada por el programa "zap" que se encontraría en bovinos al consumir los diferentes tratamientos	93
3	Comportamiento productivo teórico (N.R.C. 1998) esperado a partir de la respuesta productiva obtenida en los toretes de acuerdo a la fuente de proteína y nivel de energía	94
4	Coefficiente de correlación entre las variables de la calificación de los animales en pie y las variables medidas en la canal	95
5	Coefficiente de correlación entre las variables de la calificación de los animales en pie y las variables medidas en la base de la cola	96
6	Coefficiente de correlación entre las mediciones en los tejidos (músculo : grasa : hueso) y sus proporciones con las variables medidas en la canal	97
7	Coefficiente de correlación entre las mediciones en los % de los tejidos (músculo : grasa : hueso) y sus relaciones medidas en la base de la cola	98

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

En México la producción de bovinos de carne es una actividad tradicional en el medio rural así como una importante actividad productiva que genera alimento y otros satisfactores de alta calidad para la población, además de un significativo ingreso de divisas por concepto de exportación de becerros en pie (C.N.G., 1996).

El hato nacional, por lo dinámico de la actividad, la diversidad de sistemas de producción y por otras razones, no ha sido cuantificado con precisión. La información disponible indica la existencia de entre 21 y 28 millones de cabezas de ganado bovino productor de carne, de estos datos se deduce que se están considerando no solo animales especializados, sino aquellos de doble propósito o con otras funciones zootécnicas (C.N.G., 1996).

La producción de carne en la Región Pacífico Centro ha bajado de 156 a 120 mil toneladas durante los años de 1984 a 1990, sin embargo representa más del 16% de la Producción Nacional. De igual manera el estado con mayor carne producida en la región corresponde a Jalisco con el 58%, seguido por Michoacán con 25%, Nayarit con 13% y Colima con el 4%. (SARH, 1990).

Preston y Willis (1974) indicaron que a los países en vías de desarrollo se les debería de dar un fuerte impulso a la investigación aplicada en nutrición, calidad de la canal, genética y comercialización. En la actualidad estos conceptos siguen vigentes a 20 años de esta apreciación.

Por su parte Berry (1983) plantea la conveniencia de intensificar la producción de carne en las etapas de desarrollo y finalización en los países desarrollados. Este comentario también es válido para países como el nuestro, debido a que se cuenta con abundancia de subproductos agrícolas e industriales que pueden ser aprovechados como ingredientes en la alimentación complementaria del ganado en pastoreo o como parte de las dietas para engorda en corral.

De acuerdo a las perspectivas que tiene el país, en cuanto a su apertura en el comercio internacional y las perspectivas de un mayor consumo percapita de carne

de bovino, es inevitable considerar un aumento en la producción de becerros para exportación así como de carne en canal para el abasto interno y lograr cambios en la calidad de esta, de acuerdo a las demandas que establezcan los países consumidores, que en algunas ocasiones podrían ser similares a las que el país tiene (U.G.R.J., 1993).

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 DIGESTION RUMINAL

La digestión ruminal es el producto de la tasa de digestión ruminal, del potencial de digestión de la materia orgánica en el alimento consumido y el tiempo de retención ruminal de la digesta. La tasa de paso puede ser observada como una función del tamaño de partículas y el compartimiento ruminal en que reside. La tasa de digestión no solo depende del ataque bacteriano y su acción, sino también de las propiedades químicas del sustrato (Owens y Goetsch, 1984).

El agua y el alimento ingeridos pueden ser removidos del rumen por digestión, absorción o bien, por pasaje a través del orificio reticulo-omasal. Las partículas indigestibles solo pueden desaparecer del rumen por pasaje (Van Soest, 1982). La fracción de volumen ruminal que sale hacia el omaso por hora, se denomina tasa fraccional de pasaje (TFP), la TFP para la fase líquida se denomina tasa de dilución (TD), y la TFP para la fase sólida o de partículas, se denomina tasa de paso o de pasaje (TP) (Owens y Goetsch, 1984).

La TD en el ganado de carne varía entre 4 a 10% h<sup>-1</sup>. Dentro de las partículas sólidas las correspondientes a los concentrados tienen una mayor TP (2 a 7% h<sup>-1</sup>) que las partículas de los forrajes (1 a 6% h<sup>-1</sup>). La TP de las partículas (concentrado o forraje) siempre será menor que la TD de los líquidos (Bergen et al., 1982). Los principales factores que modifican la TD son el nivel de consumo de alimento y el contenido de forraje en la ración, siendo el nivel de consumo el factor que más influye en la TD (Owens y Goetsch, 1984).

En las dietas constituidas principalmente por forraje, aparentemente, la mayor cantidad de saliva que entra al rumen durante la ingestión y la rumia, incrementa la TD, lo que explicaría porque se observan menores TD en dietas basadas en concentrados. El consumo de agua se relaciona positivamente al nivel de consumo de materia seca. No obstante al mismo nivel de consumo, los animales que consumen dietas con base en forrajes ingieren una mayor cantidad de agua que los que consumen concentrado (Garza, 1990b).

La eficiencia en la síntesis bacteriana (g de bacterias por mol de ATP disponible) es mayor según se incrementa la tasa de dilución. La TD se relaciona linealmente con la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana (Prigge et al., 1978). La mayor eficiencia en el crecimiento bacteriano se debe fundamentalmente, a una disminución de la energía requerida para el mantenimiento de la masa bacteriana (Hespell y Bryant, 1979). Otro factor que incide es una menor depredación de bacterias por protozoarios, una menor densidad de la población bacteriana y la remoción de posibles productos inhibidores del crecimiento microbiano (Bergen et al., 1982).

El tiempo requerido para la inoculación y establecimiento del ataque bacteriano al sustrato, se ha denominado Tiempo Lag (Mertens y Ely, 1979) Lógicamente este puede tener su impacto más grande en la digestión ruminal de alimentos que tienen una rápida tasa de paso. Entre los factores detectados que lo modifican en experimentos in vitro se encuentran: La tasa de penetración microbiana, la tasa de hidratación de la partícula, la remoción de inhibidores físicos y químicos, la composición de la dieta (Mertens y Loften, 1980), especies de microbios (Bergen et al., 1982) y el tiempo para aumentar el número de bacterias y las cantidades de enzimas (Mertens y Ely, 1982).

La medición de la digestión de nutrimentos en el rumen e intestino delgado requiere del uso de animales preparados quirúrgicamente con cánulas en el rumen, abomaso o duodeno, e ileo, preferentemente el uso de marcadores para calcular el flujo, la tasa de digestión y la diferencia entre nutrientes dietarios y microbianos que fluyen hacia el intestino delgado, para lo cual se han desarrollado procedimientos in situ e in vitro mediante técnicas de laboratorio (Stern et al., 1997). El óxido de cromo es el marcador externo más comúnmente usado en estudios publicados entre los años 1986 y 1995. De 124 experimentos 90 usaron este marcador como indicador de la digestión, es inerte en el tránsito gastrointestinal y se puede recuperar hasta el 100% (Titgemeyer, 1997).

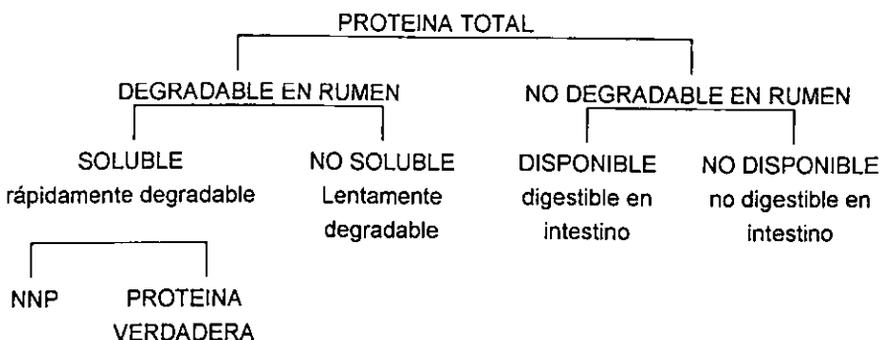
## **2.2 USO DE NITROGENO EN RUMIANTES**

La proteína cruda (PC) total de los ingredientes se encuentra formada de varios componentes de acuerdo a su grado de degradación en el rumen: La fracción

degradable y la no degradable. La fracción degradable incluye dos fracciones, soluble e insoluble. Estas fracciones difieren en el tiempo requerido para ser desdobladas en el rumen, La proteína soluble se degrada más rápidamente que la fracción insoluble, las dos fracciones son degradadas a amoníaco, péptidos o aminoácidos. Sin embargo, los microbios ruminales utilizan estos nutrientes para crecer y reproducirse, siempre y cuando existan suficientes carbohidratos fermentables. La proteína microbiana pasa al abomaso e intestino proporcionándole al rumiante proteína microbiana altamente digestible (Bergen, 1974, Merchen et al., 1997).

El consumo adecuado de proteína degradable es necesaria para optimizar la digestión de los carbohidratos provenientes de la fracción fibrosa y no fibrosa, para entonces poder producir proteína microbiana que fluya al abomaso e intestino, la fracción no degradable o proteína de sobrepaso en los alimentos es resistente a la digestión ruminal y fluye directamente al abomaso e intestino junto con la proteína microbiana. Solo una pequeña porción de proteína cruda consumida es totalmente indigestible y es excretada en heces. Figura 2.1; (Orskov, 1988).

**Figura 2.1 CARACTERIZACION DE LA PROTEINA CRUDA EN EL RUMIANTE:**



Las vacas productoras de grandes cantidades de leche y los rumiantes con rápido crecimiento, requieren más proteína de las que les puede proporcionar la síntesis de proteína microbiana ruminal. Las necesidades proteicas de estos animales pueden satisfacerse aumentando la cantidad de proteínas alimenticias que se escapan a la degradación ruminal, sin que esto repercuta en una deficiencia en la cantidad de nitrógeno soluble para el uso de los microbios del rumen. Esto permitirá

que haya más aminoácidos absorbibles a nivel intestinal, lo que a su vez propiciará mayor cantidad de estos compuestos en los tejidos para el crecimiento muscular o producción de leche en su caso. De hecho, en las investigaciones realizadas con rumiantes, la proteína microbiana originada en el rumen podría representar una fuente de proteína estándar muy útil. La composición en aminoácidos de la proteína microbiana se ha comparado con la de los productos a los que da origen (Storm, 1982). Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1 COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE LA PROTEÍNA BACTERIANA RUMINAL, PROTEÍNA DE LA LECHE Y MUSCULO MAGRO DE NOVILLO (g de aminoácidos /100 g de proteína).**

AMINOACIDO	PROTEÍNA MICROBIANA <sup>a</sup>	LECHE <sup>b</sup>	MUSCULO <sup>b</sup>
Isoleucina	5.8	5.6	5.1
Leucina	8.0	10.2	8.0
Lisina	9.2	8.2	9.1
Metionina	2.5	2.9	2.7
Cisteína	1.4	1.0	1.3
Fenilalanina	5.3	5.4	4.5
Tirosina	4.9	4.5	3.8
Treonina	5.7	5.0	4.6
Triptófano	1.5	1.4	1.3
Valina	5.8	7.4	5.3
Arginina	5.3	4.0	6.7
Histidina	2.1	3.0	3.7
Alanina	6.8	3.8	6.4
Acido aspártico	11.9	8.5	9.6
Acido glutámico	12.4	23.0	17.3
Glicina	5.4	2.2	5.6
Prolina	3.6	9.4	5.1
Serina	4.7	5.9	4.5

<sup>a</sup> Storm (1982) estimaciones a partir de datos de 42 publicaciones

<sup>b</sup> McCance y Widdowson (1979)

Para el ganado bovino de engorda la proteína cruda bacteriana puede aportar del 50% hasta el total del requerimiento de la proteína metabolizable (PM), dependiendo de la cantidad de proteína de sobrepeso (PSP) consumida en la dieta (N.R.C., 1996). La eficiencia en la síntesis de la proteína cruda bacteriana (PCB) es crítica para satisfacer el requerimiento de proteína del ganado de carne, por lo que la predicción de la síntesis de la PCB es un importante componente del sistema de PM.

La proporción de proteína de escape a la degradación ruminal puede ser aumentada mediante: 1) la selección de una alimentación a partir de ingredientes proteicos que se degraden más lentamente en el rumen, 2) el tratamiento de las proteínas con productos químicos o por calentamiento, lo cual reduce el grado de solubilidad y degradación proteica del rumen, ó 3) incrementando la tasa fraccional de pasaje de la ingesta en el rumen.

Existen algunas limitaciones o factores a considerar al utilizar proteína sobrepasante, los más importantes al incluir PSP a la dieta son: 1) los requerimientos proteicos del animal, 2) la cantidad de proteína cruda soluble disponible para los microbios del rumen, y 3) la calidad de la proteína de escape. La calidad de la proteína de escape es importante, ya que el objetivo final de esta, es presentar la mayor cantidad de aminoácidos a los tejidos para el crecimiento o síntesis de musculo. Este punto es de poca importancia, cuando la mayoría de las proteínas alimenticias se convierten en proteínas microbianas que contienen un contenido relativamente constante de aminoácidos. Sin embargo, si se incrementa la cantidad de proteína que escapa a la degradación ruminal, pero esta proteína de escape es todavía deficiente en los aminoácidos más limitantes, no se logra un aumento en la producción animal.

El contenido de aminoácidos de algunas proteínas de escape potenciales puede llegar a ser lo suficientemente deficiente en ciertos aminoácidos esenciales como para tener un valor mínimo. Sin embargo, la composición de aminoácidos del total de la fuente de proteínas alimenticias, no es necesariamente representativa de la composición de aminoácidos de la fracción potencial de escape de esa fuente alimenticia (Ludden y Kerley, 1997) No sucediendo lo mismo en los ingredientes de origen animal que se utilizan en la alimentación de monogástricos, en los que esta bien definida la composición y digestibilidad de la proteína y aminoácidos (Knabe, 1997).

El amonio ( $\text{NH}_3$ ) es reconocido como el principal sustrato para la síntesis de proteína de la mayoría de las bacterias ruminales, el 80% de estas pueden usar el  $\text{N-NH}_3$  como única fuente de nitrógeno, el 26% lo requieren en forma absoluta, el 55% pueden utilizar  $\text{N-NH}_3$  o aminoácidos y solo el 6% requieren aminoácidos en forma absoluta (Allison, 1982). Las concentraciones ruminales de  $\text{N-NH}_3$ , reflejan las

tasas relativas con las que entra o sale de la posa de  $\text{NH}_3$ . Cuando la tasa de entrada de N a la posa de  $\text{NH}_3$  es mayor que la captación de N por las bacterias ruminales, lo cual se traduce en una mayor concentración de  $\text{N-NH}_3$  en el rumen.

El  $\text{N-NH}_3$  puede desaparecer del rumen por captación bacteriana, absorción a través de la pared ruminal o por pasaje junto con la digesta ruminal hacia el omaso. La captación de  $\text{N-NH}_3$  por los microbios del rumen está determinada, principalmente, por la disponibilidad de energía y la rapidez con que están creciendo las bacterias (Satter, 1982). Satter y Slyter (1974) y Orskov (1988) indican que se requieren entre 2 a 5 mg de  $\text{N-NH}_3/100$  ml de líquido ruminal para mantener una síntesis microbiana eficiente. Sin embargo la máxima tasa de fermentación ruminal (desaparición de la materia seca) se observó cuando la concentración ruminal de  $\text{N-NH}_3$  era de 23.5 mg/100 ml (Meherez et al., 1977).

Usando ovinos se encontró que la máxima utilización del  $\text{N-NH}_3$  se obtiene cuando la tasa de fermentación de los carbohidratos está sincronizada con la tasa de degradación de las fuentes de nitrógeno (Sinclair et al., 1993). Esto hace suponer que cualquier acumulación de  $\text{NH}_3$  en el líquido ruminal representa un desbalance entre las tasas de fermentación de las fuentes de nitrógeno y de energía (Satter, 1982). Por lo tanto cuando se usan fuentes de NNP mientras la tasa de liberación sea más lenta, se favorece la síntesis de proteína microbiana.

Las altas concentraciones de  $\text{N-NH}_3$  no necesariamente representan un desperdicio, puesto que al transformarse en bicarbonato de amonio puede modificar el pH y servir de reserva para el subsecuente crecimiento bacteriano, esto sería necesario y favorecería al microambiente en que se desarrollan las bacterias celulolíticas (Owens y Bergen, 1983).

Cuando la dieta es baja en contenido de proteína los rumiantes tienen la particularidad de poder conservar el nitrógeno reciclándolo en forma de urea por medio de la saliva (N.R.C., 1985). Cuando la concentración ruminal de  $\text{N-NH}_3$  se aumenta rápidamente al usar dietas con alto contenido de NNP, se provoca una rápida absorción de  $\text{NH}_3$  a través de la pared ruminal, por lo que bajo estas condiciones el reciclaje es importante para la conservación de nitrógeno (Garza et al., 1992).

La absorción de  $\text{NH}_3$  a través de la pared ruminal depende del pH, así como de su concentración en el líquido ruminal (Owens y Bergen, 1983). Cuando la concentración de  $\text{N-NH}_3$  en el líquido ruminal es de 0.4 mg/l, se estima que la cantidad absorbida es de 4 g  $\text{h}^{-1}$ , de igual manera cuando la concentración se eleva a 1.2 mg/l, la absorción llega hasta los 12 g  $\text{h}^{-1}$ . Para posteriormente este  $\text{NH}_3$  ser convertido a urea en el hígado y ser reciclado (N.R.C., 1985).

Un pH ruminal bajo generalmente tiene como efecto una disminución en la digestión de la fibra, por lo que la cantidad de tiempo de la digestión en el rumen con pH por arriba de 6.2 se usa como indicador de la digestión de la fibra. La reducción de la digestión de la celulosa puede ser debida a la reducción de la prevalencia o actividad de las especies celulolíticas. La tasa y eficiencia del crecimiento de estas especies disminuye cuando el pH es bajo. Al aumentar los buffers y el pH ruminal aumenta la digestión de la fibra, teniendo como efecto una reducción en el tiempo lag o aumentando la tasa de digestión. Cuando no es obstaculizado por barreras estructurales o el tamaño de la partícula la digestión del almidón es rápida, por lo que adicionando buffers o bases que ayuden a aumentar el pH ruminal se ha reducido la extensión de la digestión ruminal del almidón y de todo el tubo digestivo (Goetsch et al., 1983). Esto se debe a la disminución del tiempo de exposición del almidón a la digestión en el rumen asociado a un aumento de la tasa de paso de partículas.

## **2.3 CRECIMIENTO ANIMAL**

Las tendencias que marca el consumidor y con ello el productor hacia la obtención de un producto de tejido muscular rico en proteínas y pobre en grasa hacen que el objetivo de la producción animal moderna, consista en optimizar con la ayuda de la genética, buenas condiciones de manejo, alimentación y previsión sanitaria óptimas, aquella fase del crecimiento animal en donde el crecimiento del tejido muscular ocupe el primer plano. En un estudio realizado en EEUU, en el transcurso de los últimos 17 años sobre las tendencias de la producción de carne, se encontró una disminución de .08 cm de grasa dorsal ajustada, un incremento del 20.5% en el peso de las canales y un incremento de 24.2% en la calidad de las canales (Lorenzen et al., 1993).

Los rumiantes depositan tejidos magros durante su crecimiento incrementando el número de células a edad temprana e incrementando la masa muscular a edades adultas. Aunque la hormona del crecimiento y otros factores genéticos y medio ambientales, normalmente rigen el peso y tallas maduras, estos pueden reducirse por un exceso en el consumo de energía ó una deficiencia de proteína a edades tempranas en la vida.

La ingestión calórica y la retención de nitrógeno aumentan progresivamente durante la vida postnatal hasta que se alcanza la madurez sexual. La reducción del consumo calórico restringe mucho la síntesis intracelular de DNA, aunque las células pueden continuar aumentando de tamaño. Por otro lado si se reduce la proteína de la dieta, manteniendo normal la ingestión de calorías, se reduce el tamaño de las células, aunque prosigue la acumulación de DNA (Mendes y Waterlow, 1958).

Aproximadamente el total de la proteína sintetizada es 6 a 10 veces más que la proteína retenida en el cuerpo, con una vida media de la proteína en el músculo esquelético de 18 a 50 días. Considerando esta corta vida de las proteínas en el músculo esquelético, se puede intuir que el recambio de proteínas corporales excede en mucho el recambio celular. Otros tejidos como el tracto gastrointestinal y hepático tienen mayor recambio de proteína y celular que el músculo esquelético.

La síntesis de proteína en el tracto gastrointestinal del rumiante tiene un rango de 10 a 30% diariamente y puede aportar entre un 28 a 46% del total de proteína sintetizada por todo el cuerpo (McBride y Kelly, 1990). Por lo tanto, independientemente de su gran masa, el tejido muscular esquelético no es necesariamente el sitio primario para sintetizar proteína aún en animales en crecimiento.

El crecimiento puede lograrse tanto por hiperplasia como por hipertrofia. En los embriones y animales jóvenes, el crecimiento se debe principalmente a la hiperplasia y posteriormente prosigue la hipertrofia de muchos tejidos. Es probable que todas las hormonas influyan directa o indirectamente sobre el crecimiento mediante la alteración de las reacciones bioquímicas. De estas la somatotropina, tiroxina, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides tienen un efecto directo sobre el

crecimiento orgánico total. Estas hormonas afectan el tamaño y las dimensiones corporales al modificar el esqueleto y/o el metabolismo del nitrógeno.

Algunos estudios sugieren que la tasa de síntesis proteica durante el crecimiento puede estar limitada por el aporte de sustratos aminoácidos y ATP. Este aporte de sustratos regula a su vez la cantidad de síntesis proteica (RNA). Los factores hormonales endógenos pueden promover la translación, transcripción y el aporte de aminoácidos en las células. El cese en la síntesis de proteínas para el crecimiento ocurre cuando el RNA polisomal y el RNA total disminuyen. Por lo tanto, la deposición total de proteína puede verse limitada por un reducido aporte de nutrimentos, pero con consumos altos de una dieta bien balanceada, la máxima tasa de deposición de proteína, parece ser limitada por la concentración de hormona del crecimiento (Owens et al., 1993).

La hormona del crecimiento, STH o somatotropina, es segregada por la pituitaria anterior, su presencia resulta esencial para el crecimiento normal de los animales jóvenes y para el mantenimiento del metabolismo normal en los adultos. La STH aislada de especies animales diferentes, difiere en su estructura y composición de aminoácidos, esto determina una actividad biológica específica para cada una de las especies.

La secreción es regulada por el factor liberador de somatotropina (SRF) procedente del hipotálamo. Las concentraciones de STH en plasma aumentan por la hipoglucemia provocada por el ayuno, insulina y ejercicio. La secreción varía con la edad, esta se incrementa después del nacimiento, durante el crecimiento de los animales se mantiene constante la concentración en la pituitaria. Como el tamaño relativo de esta glándula disminuye con la edad, la cantidad total de STH presente en la glándula disminuye con relación al peso corporal del animal (Hafez y Dyer, 1972).

La STH origina un aumento general de la masa corporal e influye sobre la composición del organismo de los animales tratados. Al ser administrada se modifica la tasa de crecimiento y conversión alimenticia en cerdos, ovinos y bovinos y se reduce la deposición de grasa en canales de cerdos y ovinos (Schanbacher, 1984). Cuando se administra en bovinos en forma de aplicaciones diarias, se incrementa el

tamaño de órganos internos, se redujo la deposición de grasa y aumento el consumo de alimento (Early et al., 1990a. Early et al., 1990b).

Los rumiantes tienen la capacidad de almacenar energía en forma de grasa subcutánea, visceral e intramuscular, que en los periodos en que la disponibilidad de alimentos es insuficiente o se ven restringidos los consumos para cubrir los requerimientos nutritivos del animal, al continuar esta situación se inicia un desgaste de estas reservas y por consecuencia una reducción en el peso vivo. Por otro lado la falta de alimento resulta en una menor cantidad de energía fermentable en el rumen, ocasionando una disminución en la síntesis bacteriana y por consecuencia una reducción en la cantidad de proteína microbiana sintetizada, que repercute en un progresivo desgaste de la proteína corporal, que a su vez repercute reduciendo el peso del animal.

Cuando se normaliza la ingestión de nutrimentos necesarios para mantener la ecología ruminal, se restablece rápidamente la producción y el aporte de proteína microbiana, desarrollándose cambios en la fisiología animal, que se expresan como mayor ganancia de peso, aumento en el consumo de alimento, mejora en la eficiencia alimenticia y reacomodo de los componentes químicos corporales (grasa, proteína, etc.) con cambios en la composición de los tejidos ganados. Esta ganancia de peso compensatoria, puede ser atribuida principalmente a un incremento en la talla de los órganos digestivos (intestino, hígado y rumen) y a una llenado del tracto gastrointestinal y no a un incremento en la masa muscular (Tolley et al., 1988 Houtert et al., 1990).

El crecimiento compensatorio se va a ver afectado por diversos factores, entre los que destacan; especie animal, raza, edad y madurez, estado fisiológico, naturaleza, severidad y duración de la desnutrición. Por lo tanto el impacto que se obtenga en los animales a los que se les normaliza la ingestión de alimento y nutrimentos es muy variable (Gibb y Baker, 1991, Shimada, 1986).

En muchos experimentos teniendo animales alimentados con dos o más niveles nutricionales u ofreciendo alimento a libertad, se tienen respuestas variables. Bajo estas circunstancias la respuesta a la realimentación animal esta invariablemente ligada a la intensidad en reducción de los requerimientos de mantenimiento durante el periodo de restricción (Wright y Russel, 1991).

Algunos reportes indican que los efectos de una restricción alimenticia sobre el crecimiento subsecuente a la restricción, difiere con la etapa de vida en la cual la restricción ha sido impuesta. Una restricción alimenticia especialmente energética a edades tempranas, incrementa el porcentaje de grasa en la canal al momento del sacrificio, mientras que restricciones alimenticias a edades mayores tienen poco efecto en la composición de la canal (Lewis et al., 1990b. May et al., 1992. Dolezal et al., 1993. Coleman et al., 1993).

Comercialmente el ganado es comprado o vendido sobre la base de su peso vivo, por lo que la ganancia de peso compensatoria puede tener un gran impacto económico en la producción de ganado de carne. Si el ganado productor de carne, fuera vendido con base en el rendimiento y el grado de clasificación, el valor del animal sería real y de mayor interés para el productor pecuario (Garza, 1993).

## **2.4 COMPOSICION CORPORAL**

La estimación de la composición corporal en los bovinos, debe ser una medición que en los experimentos relacionados con la alimentación animal no debería faltar, debido a que completa la información experimental cuando se utilizan animales en las etapas de crecimiento y finalización (Castellanos, 1990).

De acuerdo a las etapas de crecimiento del animal, este presenta diferencias en su composición corporal, modificaciones que se dan por los cambios de peso vivo, composición anatómica y bioquímica de los animales. Conforme avanza el crecimiento de los animales desde el nacimiento hasta la edad adulta, los tejidos se desarrollan en el siguiente grado de importancia: nervioso, óseo, muscular y adiposo. Este crecimiento se encuentra controlado por leyes fisiológicas, sin embargo puede ser modificado por factores genéticos (raza) y no genéticos (alimentación y medio ambiente) (Castellanos, 1990).

Si se considerara que todos los tejidos y todos los órganos se desarrollaran con la misma velocidad que el resto del cuerpo, y si cada kg de peso vivo tuviera la misma composición, el conocimiento de la ganancia diaria de peso sería suficiente para caracterizar el crecimiento y para definir la calidad de las canales. Sin

embargo, la velocidad de crecimiento de los tejidos, órganos y aparatos no es similar, sino que sigue reglas bien definidas.

Normalmente los animales de talla pequeña que son engordados en corral con dietas altas en granos inmediatamente después de ser destetados, presentan pesos de la canal muy ligeras al mismo tiempo que un buen grado de infiltración de grasa intramuscular ó mármoleo. Esto presumiblemente puede ser atribuido a una reducción en el peso maduro, permitiendo una deposición de grasa a edad temprana. Si se interpone un período de pastoreo entre el destete y la engorda en corral, la deposición de grasa en la canal se retrasa y los animales tendrán canales más pesadas y mejor aceptadas en su clasificación (Owens et al., 1993), según el sistema de juzgamiento de EEUU.

Tan pronto como el desarrollo del animal cesa, la tasa de deposición de grasa aumenta, pero simplemente retardando la deposición de grasa, no se podría acelerar la deposición de proteína. Esto acarrea un riesgo para el engordador, ya que este busca el mayor incremento de peso en el menor tiempo posible, para lo cual utiliza dietas con altas cantidades de ENg.

El grupo racial a que pertenezcan los animales invariablemente influye y es determinante en las diferencias encontradas en la composición corporal y características de la canal de animales alimentados con los mismos tipos de dieta. Al evaluar la cantidad de células grasas en bovinos de dos razas alimentados con diferente nivel de energía en la dieta se encontró que la raza Charolais en comparación con Hereford es mejor en cuanto a cobertura de la grasa dorsal, área del músculo longissimus, baja el grado de rendimiento y el porcentaje de grasa, y aumenta el porcentaje de agua y de proteína independientemente del nivel de energía usado. Además se encontró una hipertrofia más marcada en las células grasas para la raza Hereford (Lee et al., 1983) Por lo cual es importante considerar y definir el grupo racial a evaluar.

## **2.5 MEDICIONES EN VIVO**

La evaluación de los animales en pie es una practica necesaria para su comercialización sin embargo no es un indicador confiable de la composición corporal, la estimación de la composición corporal puede realizarse mediante la

toma de mediciones sobre el animal vivo, pero se cuenta con el inconveniente de tener una gran variación en la predicción. O con el animal después de haber sido sacrificado teniendo en este caso un tipo de medición que provee resultados más confiables. (Castellanos, 1990. Hendrick, 1983. Wright y Russel, 1984).

Además, la evaluación visual del animal para poder calificarlo no deja de ser una apreciación estimativa y subjetiva de su composición, y que generalmente solo debería de servir para poder comercializar con el ganado en pie (Daley et al., 1983). Las mediciones en pie tienen la ventaja de no tener que fraccionar parcial o totalmente al animal, teniendo sobretodo los inconvenientes de ser en algunas ocasiones poco precisas o de requerir equipo especializado que eleva los costos de la operación.

### CONDICION CORPORAL:

Es una de las medidas de mayor valor que pueden ser tomadas con el animal vivo, sirviendo para evaluar el efecto de una variable sobre la economía animal y su respuesta en su condición de carnes. Cabe señalar que por ser esta medición de la condición un parámetro subjetivo, deberá ser realizada de preferencia por la misma persona. El registro de la condición corporal se realiza considerando el grado de terminado u obesidad del animal, por la apariencia general o regional de acuerdo a una escala que puede ser del 1 al 100, para esto se toma en cuenta: la conformación, cubierta muscular, lomo, perfil de la costilla, perfil de la grupa, perfil de la pierna, hueso de la cadera y acabado. También se puede realizar en forma general, dándole un valor al animal o una calificación que este dentro de un rango y este dentro de una escala (D.G.C.P., 1994).

El ganado para sacrificio se clasifica según el sexo, edad, peso y calidad. Las calidades superiores las tienen los animales con buen desarrollo de las piezas más valiosas de la canal (lomo, espalda y cuartos traseros) y uniformemente cubiertas por una mínima cantidad de grasa, estas características dan canales con altos rendimientos. Los animales jóvenes producen la carne de mejor calidad, por ser más tierna y jugosa, estos se venden a mejor precio, puesto que el carnicero busca básicamente dos factores; la calidad y la cantidad de carne vendible que rendirá la canal.

De acuerdo con la propuesta de Norma de Calidad Mexicana para la comercialización de ganado vacuno en pie para abasto (SARH, 1980) se pueden clasificar los animales en pie en: Excelente o primera (México extra). Selecta (México 1); Buena (México 2); Comercial o estándar (México 3); Aprovechable y para picar (Fuera de clasificación) y para conservas y enlatado. En el caso de México a pesar de que se tiene esta propuesta de norma y que es viable su aplicación, hasta la fecha en el país no se le da un valor real al animal, el precio se establece subjetivamente y por apreciación entre el comprador y vendedor.

#### USO DE ULTRASONIDO:

Los primeros informes sobre el uso de ultrasonido para poder medir los tejidos vivos en humanos y animales se dan a partir del año de 1950. Esta técnica consiste en el envío de ondas ultrasónicas disparadas al cuerpo del animal por un aparato colocado en ángulo recto con relación a la zona a estudiar, la señal es rebotada por los tejidos y proyectada en una pantalla catódica, la cual a su vez puede ser registrada por una cámara polaroid o una cámara de videofilmación para poder posteriormente medir las proporciones de tejidos tomadas.

Los aparatos de diagnóstico utilizan de 2 a 10 MHz, y se requiere del uso de frecuencia y velocidad controlada y constante para poder obtener a partir del mismo transductor la recepción de la señal. Los resultados obtenidos en rumiantes con estos aparatos son un tanto contradictorios, se ha encontrado poca precisión con su uso en el caso de ovinos, pero no así en bovinos, encontrando resultados satisfactorios (Porter et al., 1990. Smith et al., 1990. Ivings et al., 1993).

Es de primordial interés para los engordadores el poder identificar y comercializar grupos de ganado que posean las mismas características en la canal, que a pesar de que tengan pesos diferentes se obtengan los mismos grados de rendimiento y calidad. Mientras más se conozca el contenido de grasa, músculo y marmoleo en el animal en pie serán más efectivas las prácticas de mercadeo. Se han realizado varios experimentos con el objetivo de evaluar el uso de ultrasonido como un método de predicción de la composición de la canal en animales vivos, debido a que es importante poder determinar en los programas de finalización y de investigación el momento óptimo de sacrificio de los animales para poder optimizar

los días en engorda y poder obtener una composición corporal constante de acuerdo a las demandas propuestas por la industria de la carne (Houghton, 1988).

El poder conocer la composición corporal, ayudaría a decidir en los corrales de engorda que animales deben ser reimplantados, cual sería el tiempo necesario para su sacrificio o cual es apto para este. Esto implicaría un manejo adicional, sin embargo cuando los animales han sido sometidos a esta revisión siete días antes del sacrificio, esto no ha influido negativamente en las ganancias diarias de peso al compararlas con animales no manejados (Houghton, 1988. Houghton et al., 1989).

La cantidad de la grasa que se encuentra depositada en forma intramuscular (marmoleo), es una medición de interés especial en algunos sistemas de clasificación comercial de canales, ya que dependiendo de la cantidad de esta se le da una calificación de grado de calidad de la canal. La velocidad del ultrasonido decrece con la cantidad de grasa depositada intarmuscularmente ( $r = .82$ ) y a su vez esta se relaciona con su evaluación visual ( $r = .70$ ). Esta velocidad decrece en 2.69 m/(s-% de grasa) como una función de la grasa intramuscular y se puede estimar a partir de un modelo de regresión no lineal:

$$\% \text{ de grasa} = 7132.1574 - 9.1222 \times \text{velocidad} + 2.91803 \times 10^{-3} \times (\text{velocidad})^2 \quad (R^2 = .81)$$

Encontrando en este modelo una confiabilidad en la predicción del contenido de grasa del 90% (Park et al., 1994a y Park et al., 1994b).

En un estudio conducido por Brethour (1990), utilizando 619 animales con diferentes tiempos a sacrificio de varias razas, edades y sexos de ganado bovino, se midió inicialmente el grado de punteo encontrado en la pantalla de las imágenes que emitían los animales, para posteriormente relacionarlo con el grado de marmoleo. Los resultados mostraron una alta correlación entre las imágenes emitidas por el mismo animal al compararse con un intervalo de 14 días ( $r = .90$ ), siendo esta afectada por la raza, condición y conformación del animal.

Al medir el grado de punteo en la pantalla con el grado de marmoleo en las canales encontró una correlación muy variable ( $r = .22$  a  $.77$ ), debida a otros factores. En este trabajo se concluye que el grado de punteo mostrado puede estar relacionado con el grado de marmoleo de la canal y sugiere que para obtener una

imagen más confiable, se deben de modificar las interfaces del equipo y ser necesaria una velocidad y precisión mayores antes de fijar la imagen, y que corrigiendo estos factores el método es efectivo para determinar el grado de marmoleo en el ganado en pie.

Brethour (1988), en otro trabajo uso 706 animales de similar grupo genético, manejo y edades (15 a 18 meses), sorteados a diferentes corrales de acuerdo al peso en livianos, medianos y pesados con el objeto de medir la cobertura de grasa subcutánea a nivel de la 12ava costilla. Se tomaron al azar el 15% de estos teniendo como criterios: 1 cm de espesor de grasa dorsal o 591 kg de peso vivo. El rango de días en engorda vario de 83 a 104 y el espesor de la grasa dorsal vario de .92 a 1.1 ± .27 cm. Esta información señala que las mediciones hechas con ultrasonido son predictoras de una composición corporal consistente basada en la cobertura de grasa subcutánea como indicador.

Otros autores mencionan que el inconveniente al medir el contenido de grasa, es que se puede apreciar el espesor dorsal o subcutánea de esta, pero no se puede diferenciar de la que se encuentra depositada intramuscularmente (Fursey et al., 1991. Smith et al., 1992).

La correlación existente entre el espesor de la cobertura de grasa dorsal en vivo y la encontrada en la canal varia de acuerdo al nivel de costilla que se realice la medición, encontrando una variación (r = .85 a .97) al ser tomada entre la 5a y 8ava costilla (Harada y Kumazaki, 1980) que al ser tomada en la 12ava costilla (r = .55 a .96) (Henderson-Perry, 1990., Perry et al., 1989., Smith et al., 1992., Stouffer et al., 1989).

En adición a las mediciones antes mencionadas se puede obtener el área del ojo de la chuleta, el cual tiene una alta correlación con el espesor de la grasa dorsal (r = .70) y se puede representar en la siguiente ecuación de predicción:

$$\text{Area m\u00fasculo Longissimus} = 6.04 + \text{peso al sacrificio} (.0076) - \text{espesor grasa dorsal en la 12ava costilla} (4.71) + \text{tama\u00f1o corporal} (.009)$$

Esta ecuaci\u00f3n puede tener una precisi\u00f3n del 49% para estimar el \u00e1rea del m\u00fasculo longissimus en la canal (Houghton y Turlington, 1992).

De los resultados obtenidos con esta técnica, se han encontrado diferencias entre las correlaciones de las mediciones en vivo y postmortem del ganado destinado a los programas de engorda. Sin embargo algunas desventajas de su uso y que contribuyen a la variación de los resultados son; que la imagen obtenida es un tanto subjetiva, el conocimiento en la interpretación de la imagen por parte del analista y que las interpretaciones deban ser realizadas por la misma persona.

## **2.6 MEDICIONES POST MORTEM**

Comparados con los predictores en vivo, son mucho más exactos, sin embargo, son laboriosos, costosos e implica la destrucción del animal.

### **RENDIMIENTO EN CANAL:**

Es el valor porcentual que se obtiene de restar al peso vivo del animal al sacrificio lo concerniente a cabeza, piel, vísceras y patas. Es un valor que en los experimentos dirigidos a conocer el comportamiento productivo de los animales hasta el peso de sacrificio no debería ser omitido, puesto que esta información se puede considerar concluyente de las respuestas observadas. El rendimiento en canal se ve afectado por la raza, peso y tipo de alimentación principalmente (Castellanos, 1990).

Es importante conocer el grado de llenado de los compartimientos digestivos al realizar el sacrificio, por lo que para homogeneizar este criterio es recomendable realizar el sacrificio de los animales con un ayuno de agua y alimento de 16 a 18 horas y pesar la canal fría permaneciendo 12 horas a 4-6° C (Lorenzen et al., 1993. M.B., 1988).

### **CARACTERISTICAS DE LA CANAL:**

Los criterios de calificación de la apariencia de las canales son muy variables dependiendo de las demandas de mercado. En general se debe evaluar la conformación de la canal (distribución de músculo y grasa), textura, madurez y color de la carne y grasa.

Lo más recomendable para complementar esto, es medir algunos de los componentes de la canal como es el área del músculo Longissimus dorsi, que representa un buen indicador del grado de desarrollo muscular de los animales, así como el grado de desarrollo de tejido adiposo que se encuentra por encima de dicho músculo.

El rendimiento y características de la canal son factores determinantes para establecer la calidad de un animal. De acuerdo con el criterio de clasificación (SARH, 1980.) se tienen las categorías de rendimiento para cortes primarios tomando como base la conformación, madurez y grado de gordura principalmente.

## CAPITULO III

### HIPOTESIS

Al usar ingredientes como la harina de pescado que aporta a la dieta un mayor contenido de aminoácidos que sobrepasan al rumen y que además estos se vean favorecidos por un aporte adicional de energía de sobrepaso, se tendrá una mayor síntesis de proteína y deposición de esta en los tejidos que a su vez incrementaran el rendimiento y calidad de la canal durante una etapa de finalización en corral.

## OBJETIVOS

### EXPERIMENTO 1

1. Evaluar la digestibilidad aparente y tasa de desaparición de la fracción proteica y fracciones de fibra de dietas que tienen ingredientes proteicos con diferentes grados de solubilidad en el rumen y diferente aporte de energía neta de producción.

1.1. Medir la digestibilidad aparente in vivo de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda y fracciones de fibra mediante el uso de marcadores ruminales.

1.2. Medir la tasa de desaparición in situ de la materia seca, fracciones proteicas y fracciones de fibra de los ingredientes.

### EXPERIMENTO 2

1. Evaluar el comportamiento en bovinos, de los principales parámetros productivos.

1.1. Determinar el efecto de las dietas sobre la ganancia de peso, consumos de materia seca y nutrientes así como la conversión alimenticia.

2. Analizar las relaciones existentes entre las evaluaciones de los animales en pie y su correspondiente rendimiento y calificación de la canal.

2.1. Evaluar la calificación individual en pie de apariencia general y condición corporal.

2.2. Cuantificar el rendimiento y composición de la canal y proporción de los diferentes tejidos.

2.3. Evaluación de la composición y características de calidad de la canal y su correlación con las mediciones en vivo.

## CAPITULO IV

### MATERIAL Y METODOS

#### EXPERIMENTO 1. Cinética Digestiva.

Esta etapa del trabajo experimental consistió en la conducción de pruebas de digestibilidad aparente in vivo mediante colección parcial de heces e in situ mediante el uso de bolsas de nylon, de acuerdo con las técnicas descritas por Rodríguez y Llamas (1990).

Se realizó en las instalaciones del Centro Nacional De Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, Localizado en el km 1.5 de la carretera a Colón, ubicado en el Municipio de Colón, Querétaro. Cuenta con un clima BS1K'(w) semiseco-templado, con lluvias en verano, una precipitación pluvial anual de 460 a 630 mm y una temperatura media anual de 15° C (Soria et al., 1987).

El experimento tuvo una duración de 52 días. Los animales empleados fueron 4 bovinos, machos castrados, de la raza Brahman con un peso vivo promedio de 316 kg, implantados con una cánula ruminal permanente con un diámetro interior de 100 mm (Bar Diamond, Inc.) de acuerdo a la técnica descrita por Garza (1990a). Los animales se alojaron en corraletas individuales de 6 x 8 m<sup>2</sup> con piso de tierra, comedero y bebedero de cemento, siendo pesados sin previo ayuno de agua o alimento a las 7.00 h los días 6 y 13 de cada periodo,

El manejo al que fueron sometidos previo al primer periodo de adaptación (15 d) consistió, en aplicación de bacterina triple (contra pasteurelisis neumónica, carbón sintomático y edema maligno), desparasitación interna con febendazol (5 mg/kg de peso vivo) vía oral, aplicación de complejo vitamínico A, D y E (2'500,000; 375,000 y 250 UI respectivamente) por vía intramuscular.

Las dietas se elaboraron tomando como referencia los ingredientes y los niveles de estos más comúnmente usados en la Región Occidente de México. La composición química de los principales ingredientes utilizados en los experimentos se muestran en el Cuadro 4.1.

Las dietas se formularon para aportar la suficiente ENg para lograr 1.4 ó 1.6 kg de ganancia diaria de peso, (N.R.C., 1984) lográndose estas diferencias con el uso de grasa de sobrepeso. Los tratamientos empleados consistieron en dos niveles energéticos y el mismo nivel proteico pero con diferente fuente de aporte de proteína, siendo estos:

Tratamiento 1. Usando pasta de soya (PS) como fuente de proteína verdadera de origen animal y suficiente energía para obtener ganancias diarias de peso de 1.4 kg (EB).

Tratamiento 2. Se utilizo PS y suficiente energía para obtener ganancias diarias de peso de 1.6 kg (EA).

Tratamiento 3. A partir de harina de pescado (HP) como fuente de proteína verdadera de origen animal y suficiente energía para lograr incrementos diarios de peso de 1.4 kg.

Tratamiento 4. Se utilizo HP y suficiente energía para obtener ganancias diarias de peso de 1.6 kg. (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EN BASE SECA DE LOS PRINCIPALES INGREDIENTES USADOS EN LOS EXPERIMENTOS 1 Y 2**

NUTRIMENTO (%)	INGREDIENTE				
	RASTROJO MAIZ	GRANO MAIZ	MELAZA	HARINA PESCADO	PASTA SOYA
MATERIA SECA	91.8	89.1	74.55	90.9	91.1
MATERIA ORGANICA	92.8	98.3	89.3	74.4	92.6
CENIZAS	7.2	1.7	10.7	25.6	7.4
PROTEÍNA CRUDA	5.8	10.7	7.0	63.5	49.1
PROTEÍNA SOLUBLE	2.6	2.0	7.0	3.7	44.3
PROTEÍNA INSOLUBLE	3.2	8.7	-	59.8	8.8
PROTEÍNA VERDADERA	3.6	8.2	5.8	53.4	52.6
FIBRA DETERGENTE NEUTRO	83.3	12.9	-	-	15.0
FIBRA DETERGENTE ÁCIDO	52.4	4.1	-	-	7.8

Los animales fueron alimentados una vez al día a las 7.00 h, la cantidad de alimento ofrecido se calculo de acuerdo con el peso vivo del animal por la formula:

$$\text{Consumo diario de materia seca (kg)} = W^{.75} (0.1493 \text{ ENm} - 0.046 \text{ ENm}^2 - 0.0196)$$

En donde  $W^{75}$  representa el peso metabólico del animal y ENm es la Energía neta de mantenimiento que requiere el animal de acuerdo a su peso vivo.

El consumo de alimento se registro diariamente pesando lo ofrecido y lo rechazado, de la cantidad calculada de materia seca consumida, de esta manera los animales tuvieron un consumo de materia seca de acuerdo al peso corporal vivo. En caso de encontrar rechazos, estos se mezclaron y se tomaba una muestra representativa que se acumulaba por periodo y sirvió para calcular los consumos reales de nutrimentos.

El consumo de agua se registro sumando los litros diarios que se adicionaban al bebedero y al final de cada periodo experimental se restaban los litros rechazados para obtener el promedio diario.

La prueba de digestibilidad aparente *in vivo* se realizo por colección parcial de heces usando oxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ) como marcador externo (Kotb y Luckey, 1972) y tuvo una duración de 12 días, divididos en dos periodos, consistiendo en un periodo de adaptación de 6 días a dieta y manejo, más un periodo de 6 días para mediciones diarias de consumo y cantidad de heces producidas. Entre cada cambio de dieta se realizo el vaciado del rumen y se midió el volumen total, la densidad y la dilución del alimento, además este se intercambio entre los animales que de acuerdo a la distribución le correspondiera la siguiente dieta.

**Cuadro 4.2 COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EN BASE SECA**

INGREDIENTE (%)	DIETA			
	PS*EB	PS*EA	HP*EB	HP*EA
MAIZ QUEBRADO	55.97	59.35	59.56	62.89
RASTROJO DE MAIZ	22.93	17.85	22.98	17.88
MELAZA DE CAÑA	9.86	9.85	9.88	9.86
PASTA DE SOYA	8.92	8.70	—	—
HARINA DE PESCADO	—	—	6.02	5.87
MEGALAC <sup>a</sup>	—	1.97	—	1.97
UREA	1.00	1.00	1.00	1.00
ORTOFOSFATO	0.79	0.75	0.03	—
SAL Y MINERALES TRAZA	0.53	0.53	0.53	0.53

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, EB = Energía baja, EA = Energía alta

La dosificación y colección de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  se realizó de la siguiente manera:

Previamente a la dosificación se tomaron muestras de heces (muestra blanco) en cada periodo para ajustar la curva estándar de cromo residual del periodo anterior al momento del análisis.

Posterior al periodo de adaptación durante 3 días consecutivos se le colocó vía intraruminal a cada animal 3 g de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  dos veces al día, a las 7.00 y a las 19.00 h.

Se tomaron del recto muestras de heces los siguientes 3 días:

1 a las 7.00, 13.00 y 19.00 h

2 a las 9.00, 15.00 y 21.00 h

3 a las 11.00, 17.00 y 23.00 h (Cuadro 4.3)

Posteriormente las muestras fecales se secaron a  $55^\circ\text{C}$  durante 48 h en una estufa de aire forzado y se molieron en un molino tipo Willey con criba de 2 mm, y se elaboró una muestra compuesta por animal y periodo. La determinación de la concentración de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en heces se realizó por duplicado de acuerdo a la técnica descrita por Fenton y Fenton (1979), realizando las lecturas en un espectrofotómetro (Spectronic 20, Milton Roy Company) a 440 nm de longitud de onda.

Las mediciones realizadas fueron: Digestibilidad aparente de; materia seca (MS) durante 24 horas a  $100^\circ\text{C}$ , materia orgánica (MO) incinerando la muestra a  $550^\circ\text{C}$ , fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), celulosa (C), hemicelulosa (H) usando el sistema de detergentes (Goering y Van Soest, 1975) y proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl ( $\text{N} \times 6.25$ ) (Tejada, 1992).

Los animales utilizados en la prueba de tasa de desaparición "in situ", fueron los mismos que los empleados en la prueba de cinética digestiva. La prueba tuvo una duración de 12 días divididos en dos periodos, uno de nueve días de adaptación a dieta y tres de mediciones (Cuadro 4.3).

Se utilizó la técnica de la bolsa de nylon propuesta por Mehrez y Orskov (1977), colocando muestras por duplicado en el rumen de las diferentes fuentes proteicas utilizadas así como de rastrojo de maíz, en cada bolsita se pesaron 7 g de

la muestra y se incubaron en el rumen para estimar su digestibilidad in situ, posterior a la incubación las bolsas se lavaron con agua corriente hasta que esta fuera cristalina y se colocaron en una estufa de aire forzado a 50° C durante 48 horas para su secado. La colocación de las bolsas se realizó en orden inverso de incubación de tal forma que todas se extrajeron juntas. Se utilizó la ecuación de Orskov (1988) para calcular las tasas de desaparición de las fracciones proteicas y del forraje utilizadas (Mertens y Loeffen, 1980).

La incubación ruminal de bolsas de nylon es una técnica que se usan para medir cuantitativamente las características de los procesos de degradación ruminal de los ingredientes de una dieta (Pezo, 1990). Bajo este enfoque, es posible estimar tanto el grado de desaparición de un nutriente en particular, como el ritmo (tasa) en que ese proceso tuvo lugar, como se describe según la ecuación siguiente (Orskov, 1988):

$$p = a + b ( 1 - e^{-ct} )$$

En donde **a**, **b** y **c** son constantes, por lo tanto se tienen diversos términos:

**p** = La degradación real o acumulativa después de un tiempo "t".

**a** = El intersección de la curva de degradación en tiempo cero. Esto representa el componente de la proteína que se degrada rápidamente.

**b** = Fracción de proteína potencialmente degradable por acción fermentativa, la cual se degradara cuando el tiempo no sea limitante.

**c** = La constante para la tasa de degradación de **b**.

**t** = Tiempo de incubación.

Las mediciones realizadas fueron:

Tasa de desaparición de la materia seca a las 0, 2, 4, 8, 12, 16, 24, y 36 h.

Midiendo la tasa de desaparición a las ocho horas de: Proteína cruda, proteína soluble (PSO), proteína insoluble (PI), proteína verdadera (PV).

Nitrógeno amoniacal y el pH en rumen a las 0, 2, 4, y 8 h.

Para determinar la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) y pH en el líquido ruminal y con la finalidad de homogeneizar metodológicamente el sitio se

obtuvieron las muestras de contenido ruminal en el saco ventral del rumen (200 ml), este se filtro a través de 8 capas de gasa e inmediatamente se determino el pH con un potenciómetro (Conductronic pH20), posteriormente se procedió a centrifugar a 10,000 rpm durante 10 min para determinar en el sobrenadante el N-NH<sub>3</sub> por el método de fenol hipoclorito (Broderick y Kang, 1984). Las lecturas se realizaron en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 630 nm (Spectronic 20, Milton Roy Company)

La densidad del liquido ruminal se midió a partir del peso registrado de un volumen de 1 litro de éste. Para obtener las fracciones de liquido libre, liquido embebido, liquido total y materia seca ruminal se pesaron y tomaron muestras de las fracciones sólida húmeda y líquida del contenido ruminal. Después de secar las muestras durante 48 h en una estufa de aire forzado, se procedió posteriormente para calcular el porcentaje de la porción seca sobre la base de la perdida de humedad.

El diseño estadístico propuesto es un modelo de cuadrado latino, en el que se usaron, cuatro tratamientos correspondientes a las dietas con mediciones en cuatro periodos consecutivos de 13 días cada uno, teniendo cuatro unidades experimentales o animales por tratamiento. El modelo que representa a el diseño estadístico en el experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \epsilon_{(i)} + P_j + \epsilon_{(j)} + D_k + e_{(ijk)}$$

Donde: i = Numero de animales 1,...,4

j = Numero de periodos 1,...,4

k = Numero de dietas 1,...,4

$\mu$  = Media

$A_i$  = Efecto del animal i

$\epsilon_{(i)}$  = Error de restricción del i-ésimo animal

$P_j$  = Efecto del periodo j

$\epsilon_{(j)}$  = Error de restricción del j-ésimo periodo

$D_k$  = Efecto de la dieta k

$e_{(ijk)}$  = Error experimental asociado con la observación del i-ésimo animal del j-ésimo periodo y la k-ésima dieta.

En el caso de las variables en que se involucre al tiempo, se utilizó un diseño cuadrado latino con parcelas divididas (tiempo dentro de tratamiento; Federer, 1955), el término de error para la parcela grande (dieta) fue la interacción dieta x animal x periodo, el término de error para la parcela chica (tiempo) y la interacción tiempo x dieta fue el error experimental. Considerando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + D_k + DAP_{ijk} + DMP_l + D*DMP_{kl} + e_{(ijkl)}$$

Donde: i = Numero de animal 1,...,4

j = Numero de periodo 1,...,4

k = Numero de dieta 1,...,4

l = Numero de tiempos de muestreo 1,...,n

$\mu$  = Media

$A_i$  = Efecto del i-ésimo animal.

$P_j$  = Efecto del j-ésimo periodo.

$D_k$  = Efecto de la k-ésima dieta.

$DAP_{ijk}$  = Error de la parcela grande.

$DMP_l$  = Efecto del l-ésimo tiempo de muestreo

$D*DMP_{kl}$  = Interacción entre la k-ésima dieta y l-ésimo tiempo de muestreo

$e_{(ijkl)}$  = Error aleatorio

Los resultados de las mediciones, así como las diferencias entre los tratamientos se analizaron de acuerdo con los diseños propuestos, en caso de encontrar diferencias se realizó el análisis de diferencias mínimas significativas (Steel y Torrie, 1981), para lo que se utilizaron los procedimientos generales para modelos lineales del programa estadístico SAS (1988).

El esquema de manejo general que se desarrollo se muestra en el Cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3 ESQUEMA DE MANEJO GENERAL Y DE MUESTREO**

DIA	HORA	ACTIVIDAD
1		Adaptación
2		Adaptación
3		Adaptación
4		Adaptación
5		Adaptación
6	7.00	Pesaje de animales Adaptación
7	7.00 7.00 7.00 7.00 y 19.00	Pesaje de animales Muestra de heces blanco Ajustar consumos alimento Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
8	7.00 y 19.00	Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
9	7.00 y 19.00	Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
10	7.00 y 19.00 9.00, 15.00 y 21.00	Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tomar muestras de heces
11	7.00 y 19.00 11.00, 17.00 y 23.00 7.00 y 19.00	Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tomar muestras de heces Meter bolsas
12	7.00 7.00, 13.00 y 19.00 3.00, 7.00, 11.00, 15.00 17.00 7.00, 9.00, 11.00 y 15.00 19.00	Dosificar Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tomar muestras de heces Meter bolsas Muestra de liquido ruminal y pH Sacar bolsas
13	7.00 7.00	Pesaje de los animales Pesar, tomar muestras y cambiar contenido ruminal

## **EXPERIMENTO 2. Prueba de Comportamiento.**

Se realizó en las instalaciones de la Unión Ganadera Regional de Jalisco, Ubicado en el Municipio de Tlaquepaque, Jalisco. Bajo condiciones de clima templado con una temperatura promedio anual de 18° C, con 1550 msnm y una precipitación anual de 800 mm.

Se utilizaron 16 corraletas de tubería estructural, con una superficie de 12 m cuadrados cada una, con piso de tierra, techadas y provistas de comedero y bebedero, un pasillo de manejo con trampa y una báscula ganadera con capacidad de 2 t.

Los animales empleados fueron 16 bovinos machos enteros de raza tipo comercial (cruza de raza cebú), con un peso promedio de 262±16 kg y de 18 a 22 meses de edad.

El manejo al que se sometieron durante el periodo de adaptación consistió, en aplicación de bacterina triple (contra pasteurelisis neumónica, carbón sintomático y edema maligno), desparasitación interna mediante levamisol y externa mediante baño de inmersión (Asuntol).

Aplicación de complejo vitamínico A, D y E (2'000,000; 300.000 y 200 UI respectivamente) por vía intramuscular, así como la aplicación de un implante anabólico con la formula; Acetato de trembolona 140 mg más estradiol 17-β 20 mg por vía subcutánea en el tercio medio de la cara externa de la oreja.

El trabajo tuvo una duración de 133, divididos en un periodo de adaptación de 21 días a corral, dieta y manejo, más tres y cuatro periodos de 28 días cada uno para mediciones de cambios de peso vivo. El pesaje inicial y final se realizó por dos días seguidos sin previo ayuno de los animales.

Se utilizaron los mismos tratamientos usados en el experimento 1 para determinar el comportamiento productivo de los bovinos con el uso de las dietas.

El alimento se ofreció dos veces al día (8:00 y 16:00 horas) para consumo a libertad, procurando agregar solo el 95% de lo programado de acuerdo al peso vivo, calculándolos catorcenalmente con la ecuación:

$$\text{Consumo diario de materia seca (kg)} = W^{.75} (0.1493 \text{ ENm} - 0.046 \text{ ENm}^2 - 0.0196)$$

Las mediciones para consumo de alimento se realizaron diariamente y semanalmente se tomaron muestras de los rechazos para calcular el consumo real de nutrientes (Goering y Van Soest, 1975. Tejada, 1992. A.O.A.C., 1980.). La preparación de las dietas se realizó semanalmente de acuerdo a los consumos observados.

Las mediciones realizadas fueron:

Directas

Peso inicial  
Peso final  
Peso cada 28 días  
Consumo diario de alimento

Indirectas

Ganancia diaria de peso  
Conversión alimenticia  
Consumo de nutrimentos

Se evaluó la condición corporal al final de la prueba de comportamiento por parte de tres personas con experiencia en el comercio local de ganado en pie y canales (introdutores del rastro Municipal de Guadalajara), que calificaron en forma independiente las siguientes partes de cada animal dentro de una escala del 0 al 100:

Se evaluó la conformación general, cubierta muscular y cobertura de grasa sobre:

Area del lomo.  
Perfil de costilla.  
Perfil de la grupa.  
Perfil de la pierna.  
Hueso de la cadera.

Para a partir de esta calificación obtener un promedio. (D.G.C.P., 1994).

### Mediciones post-mortem:

Las mediciones post-mortem se realizaron en las instalaciones del rastro municipal de Guadalajara, Jalisco. Se midió el rendimiento en canal, considerando el peso, de la canal caliente y fría teniendo esta de 4 a 6° C a las 24 horas después del sacrificio, tomando en cuenta un ayuno total de alimento y agua de 14 horas aproximadamente. Se tomaron los pesos de las vísceras; hígado, intestinos, estomago, bazo, corazón y pulmones.

Así mismo se evaluaron las características de la canal considerando una escala del 1 al 10 para:

Textura.

Grado de madurez.

Color de la carne.

Color de la grasa.

También se midió de manera visual la cantidad de grasa depositada en cavidad pélvica, torácica y perirenal como porcentaje de grasa corporal, área del músculo Longissimus mediante una plantilla cuadrículada y mediante una regleta el espesor de la grasa dorsal a nivel de la 12ava y 13ava costilla (M.B. 1988).

Se tomaron de cada animal de la 3a a la 5a vértebras coccigeas para seccionar los tejidos en hueso, músculo, y grasa para poder medir las diferentes cantidades de estos en porcentaje y la proporción en que se encuentran y poder determinar si existen variaciones dadas por los tratamientos.

El diseño estadístico empleado fue un completamente al azar con arreglo factorial en donde un factor fue la fuente de proteína usado y el otro correspondió al nivel de energía en la dieta. En el que se tuvieron cuatro tratamientos correspondientes a las dietas con mediciones en diferentes periodos, teniendo cuatro unidades experimentales (animal) por tratamiento. En las mediciones en vivo se usó el peso vivo inicial como covariable y el peso de sacrificio para las variables post-mortem.

El modelo que representa a el diseño estadístico propuesto en el experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + E_j + PE_{ij} + \varepsilon + e_{(ij)k}$$

Donde: i = Fuentes de proteína 1, 2

j = Niveles de energía 1, 2

k = Numero de toretes 1,...,4

$\mu$  = Media

$P_i$  = Efecto de la i-ésima fuente de proteína

$E_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de energía

$PE_{ij}$  = Efecto de la interacción de la i-ésima fuente de proteína y el j-ésimo nivel de energía

$\varepsilon$  Restricción de la covariable

$e_{(ij)k}$  = Error experimental del k-ésimo torete asociada a la i-ésima fuente de proteína y el j-ésimo nivel de energía

Los resultados de las mediciones en vivo y las post-mortem, así como las diferencias entre los tratamientos se analizaron de acuerdo con el diseño propuesto, en caso de encontrar diferencias se realizó el análisis de diferencias mínimas significativas (Steel y Torrie, 1981), para lo que se utilizaron los procedimientos generales para modelos lineales del programa estadístico SAS (1987). Además se realizaron análisis de regresión y correlación simple a partir de los datos obtenidos.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### EXPERIMENTO 1. Cinética Digestiva.

El aporte nutricional que se obtuvo para las diferentes dietas se muestra en el cuadro 5.1. Debido a que las dietas se elaboraron posteriormente al de los análisis en el laboratorio de los ingredientes, la variación en el aporte nutricional de cada dieta mostró una ligera variación a la programada inicialmente.

**Cuadro 5.1. APOORTE NUTRICIONAL DE LAS DIETAS EN BASE SECA (Experimentos 1 y 2)**

INGREDIENTE (%)	DIETA			
	PS*EB	PS*EA	HP*EB	HP*EA
MATERIA SECA % <sup>c</sup>	88.6	88.6	88.5	88.5
MATERIA ORGANICA % <sup>c</sup>	94.0	94.0	93.8	93.8
PROTEINA CRUDA % <sup>c</sup>	14.0	14.0	14.0	14.0
PROTEINA SOLUBLE % <sup>d</sup>	5.5	5.4	4.9	4.9
PROTEINA VERDADERA % <sup>c</sup>	9.9	9.9	9.4	9.4
PROTEINA SOBREPASO % <sup>b</sup>	5.1	5.1	7.2	7.2
NITROGENO NO PROTEICO % <sup>b</sup>	0.8	0.8	0.7	0.7
ARGININA g/kg <sup>b</sup>	5.1	5.1	5.4	5.4
HISTIDINA g/kg <sup>b</sup>	2.3	2.3	2.4	2.4
ISOLEUCINA g/kg <sup>b</sup>	5.2	5.3	5.5	5.5
LEUCINA g/kg <sup>b</sup>	9.4	9.7	10.0	10.2
LISINA g/kg <sup>b</sup>	6.6	6.7	7.1	7.1
METIONINA g/kg <sup>b</sup>	2.2	2.2	2.6	2.6
FENILALANINA g/kg <sup>b</sup>	5.0	5.1	5.4	5.4
TREONINA g/kg <sup>b</sup>	5.1	5.2	5.5	5.5
TRIPTOFANO g/kg <sup>b</sup>	1.4	1.4	1.5	1.5
VALINA g/kg <sup>b</sup>	5.8	5.9	6.2	6.2
FIBRA DET. NEUTRO % <sup>a</sup>	29.9	26.1	29.2	25.3
FIBRA DET. ACIDO % <sup>e</sup>	16.2	13.5	15.8	13.1
ENm Mcal/kg <sup>b</sup>	1.76	2.08	1.76	2.08
ENg Mcal/kg <sup>b</sup>	1.17	1.41	1.17	1.41
EXTRACTO ETHEREO % <sup>c</sup>	2.8	4.8	3.5	5.5
CALCIO % <sup>b</sup>	0.80	0.78	0.80	0.81
FOSFORO % <sup>b</sup>	0.40	0.40	0.40	0.40

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, EB = Energía baja, EA = Energía alta

<sup>a</sup> Producto comercial

<sup>b</sup> Análisis calculado en base a datos de N.R.C. 1996.

<sup>c</sup> Tejada, 1992.

<sup>d</sup> A.O.A.C., 1980.

<sup>e</sup> Goering y Van Soest, 1975.

Al analizar los pesos de los toretes fistulados, se encontró que el peso final fue ligeramente superior al peso inicial para las cuatro dietas, indicando que los animales gozaron de buena salud durante el curso del experimento. El peso inicial oscilo entre los 314 y 320 kg, siendo estos pesos representativos y similares al de los animales que se usaron para la prueba de comportamiento (Experimento 2).

### CONSUMOS:

Debido a que el consumo de materia seca se ofreció de acuerdo al peso vivo de los animales, la ingestión de nutrientes estuvo influenciada por su concentración en las dietas originales (Cuadro 5.1). Los consumos de proteína verdadera (PV) y proteína soluble (PSO), fueron mayores ( $P < 0.01$ ) en la dieta que contenía PS y para proteína insoluble (PI) mayor ( $P < 0.01$ ) en el caso de HP (Cuadro 5.1.1a). El consumo de la materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), energía neta de mantenimiento (ENm), y energía neta de ganancia (ENg) no fue afectada por la fuente de proteína usada. El consumo de agua no mostró diferencias atribuibles a las dietas con diferente aporte de proteína.

**Cuadro 5.1.1a CONSUMOS DIARIOS DE NUTRIMENTOS Y AGUA EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEÍNA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Peso inicial (kg)	317.2	316.1	11.2	0.95	318.8	314.5	11.2	0.80
Peso final (kg)	320.7	322.9	10.9	0.89	324.4	319.2	10.9	0.80
Materia seca (kg)	5.44	5.76	0.19	0.26	5.72	5.48	0.19	0.52
Materia orgánica (kg)	5.14	5.44	0.18	0.28	5.38	5.19	0.18	0.51
Proteína cruda (kg)	0.82	0.82	0.03	0.96	0.84	0.79	0.04	0.63
Proteína verdadera (kg)	0.53	0.50	0.01	0.01	0.52	0.50	0.02	0.64
Proteína insoluble (kg)	0.52	0.54	0.01	0.01	0.55	0.51	0.02	0.89
Proteína soluble (kg)	0.30	0.28	0.01	0.01	0.29	0.28	0.01	0.92
Fibra detergente neutra (kg)	1.36	0.38	0.05	0.72	1.56	1.18	0.05	0.01
Fibra detergente ácida (kg)	0.73	0.74	0.03	0.82	0.85	0.63	0.03	0.01
Energía neta de mant. (Mcal)	9.98	10.60	0.33	0.24	10.04	10.53	0.11	0.01
Energía neta de gan. (Mcal)	6.61	6.96	0.22	0.29	6.73	6.84	0.02	0.01
Agua (litros)	25.9	25.4	1.2	0.78	25.9	25.4	1.2	0.77

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Para los tratamientos con diferente concentración de energía el haber restringido el consumo de alimento permitió controlar los consumos de esta ( $P < 0.01$ ). La dieta que contenía una menor densidad energética mostró un menor consumo de energía. Los consumos de agua no se vieron modificados por el nivel de energía en la dieta.

Los consumos de MS (como el % del peso vivo) para el tratamiento PS\*EB fue de 1.85%; para PS\*EA de 1.67%, para HP\*EB de 1.85% y para HP\*EA de 1.79%. De igual manera, los consumos de agua, no se vieron influenciados por la interacción proteína-energía empleados en las dietas. Encontrándose una relación de 4.49, 5.11, 4.28 y 4.55 litros de agua consumida por kg de MS ingerida, respectivamente (Cuadro 5.1.1b).

**Cuadro 5.1.1b INTERACCION ENTRE LA FUENTE DE PROTEÍNA Y NIVEL DE ENERGÍA EN LOS CONSUMOS DIARIOS DE NUTRIMENTOS Y AGUA EN TORETES**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Peso inicial (kg)	319.8	314.6	317.7	314.5	15.8	0.96
Peso final (kg)	323.5	318.3	325.9	320.0	15.5	0.97
Materia seca (kg)	5.92	4.95	5.91	5.62	0.26	0.24
Materia orgánica (kg)	5.61	4.68	5.58	5.31	0.25	0.23
Proteína cruda (kg)	0.89	0.75	0.84	0.80	0.04	0.24
Proteína verdadera (kg)	0.57	0.48	0.52	0.49	0.02	0.22
Proteína insoluble (kg)	0.56	0.48	0.55	0.53	0.02	0.23
Proteína soluble (kg)	0.33	0.27	0.29	0.27	0.01	0.22
Fibra detergente neutra (kg)	1.59	1.13	1.53	1.23	0.07	0.28
Fibra detergente ácida (kg)	0.87	0.60	0.83	0.65	0.04	0.28
Energía neta de mant. (Mcal)	9.40	10.55	10.51	10.68	0.47	0.22
Energía neta de gan. (Mcal)	6.33	6.88	6.79	7.14	0.31	0.20
Agua (litros)	26.6	25.3	25.3	25.6	1.7	0.66

EEM = Error estándar de la media

Basurto (1995) bajo las mismas condiciones climáticas y usando diferentes niveles de pollinaza en la dieta encontró relaciones que variaban desde 4.24 hasta 5.14 litros consumidos por kg de MS. El NRC (1984) indica que los consumos de agua son de 4 a 4.8 litros de agua por kg de MS consumida en animales que pesan 273 kg, están consumiendo una dieta con 1.64 Mcal de ENm/kg y se encuentran en una temperatura entre 14 y 21° C,

El consumo de agua puede ser afectado por diversos factores. Hicks, et al (1988) sugieren una ecuación para calcular el consumo de agua en novillos en corral de engorda, en la cual se consideran; la máxima temperatura en grados Fahrenheit (MT), los kg de materia seca diaria consumida (DMI), la precipitación en cm/día (PP) y el porcentaje de sal en la dieta (DS) siendo esta ecuación:

$$\text{Consumo agua} = -19.76 + (0.4202 * \text{MT}) + (0.1329 * \text{DMI}) - (6.5966 * \text{PP}) - (1.1739 * \text{DS})$$

(1 litro/día)

Se aplico la formula con los datos de este trabajo encontrando consumos estimados de agua de 27.0 hasta 27.8 litros diarios por animal promedio, con mínimas diferencias (uno a dos litros) contra los encontrados en este trabajo. También se calculo el consumo de agua por medio del programa "ZAP" que utiliza las ecuaciones reportadas por Zinn (1990) y Winchester y Morris (1956), encontrando valores de 19.6 y 7.3 litros diarios por animal respectivamente para cada autor, representando un diferencial de entre 7 y 18 litros. Estos resultados muestran grandes diferencias y sugieren que existen otros factores como serian el contenido de otros minerales en la dieta, actividad del animal e instalaciones entre otros que modifican el consumo de agua.

### **DIGESTIBILIDAD:**

La digestibilidad aparente de las dietas de acuerdo a la fuente de proteína y el nivel de energía consumida se muestra en el Cuadro 5.1.2a, O a la interacción Cuadro 5.1.2b. La digestibilidad de MS, MO, PC, FDN y FDA no mostraron diferencias significativas atribuibles ni a la fuente de proteína, ni al nivel de energía o su interacción.

Se observo sin encontrar diferencias estadísticamente, una tendencia a que el nivel alto de energía deprime la digestibilidad de las fracciones de fibra. Esta respuesta podría atribuirse a una posible disociación de los ácidos grasos de las sales de calcio presente en las dietas altas en energía, si el pH ruminal hubiese sido lo suficientemente ácido como para favorecer este proceso.

Durante la toma de muestras en el rumen de los animales que consumían grasa de sobrepaso se observo la presencia de espuma por lo que la disminución en

la digestión de la fibra podría ser una respuesta atribuible a un cambio físico y no químico de la digesta. Sin embargo, Schauff y Clark (1989) indican que la digestibilidad de la FDA no se modifica (40.9 vs 41.4%) al incluir estas sales en niveles de consumo de 680 g diarios en vacas lecheras. En el presente estudio, el consumo de grasa de sobrepeso osciló entre 334 y 370 g/cabeza/día.

**Cuadro 5.1.2a COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE (%) DE NUTRIMENTOS Y FRACCIONES DE FIBRA EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Materia seca	73.7	71.1	3.2	0.57	73.1	71.6	3.2	0.74
Materia orgánica	77.5	75.6	2.4	0.59	77.0	76.1	2.4	0.81
Proteína cruda	70.3	64.8	4.0	0.36	68.4	66.6	4.0	0.77
Fibra detergente neutra	47.7	40.5	6.5	0.45	50.7	37.5	6.5	0.18
Fibra detergente ácida	30.5	29.8	10.9	0.97	41.0	19.3	10.9	0.19

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

La digestibilidad total de la MS correspondió a la que se calculó inicialmente al diseñar las dietas con 70 y 72% para EB y EA respectivamente. Los valores encontrados en la digestibilidad de la MS y MO son altos al compararse con los reportados para dietas que contenían el 27% de PS y 30% de otra fuente de proteína como es la pollinaza, teniendo digestibilidades del 62 y 58% respectivamente (Basurto, 1995).

**Cuadro 5.1.2b INTERACCION DE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA EN LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE (%) DE NUTRIMENTOS Y FRACCIONES DE FIBRA EN TORETES**

VARIABLE (%)	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Materia seca	76.2	71.2	70.1	72.1	4.5	0.44
Materia orgánica	78.9	76.1	75.0	76.2	3.4	0.56
Proteína cruda	73.3	67.2	63.5	66.1	5.7	0.46
Fibra detergente neutra	57.9	37.5	43.5	37.5	9.1	0.45
Fibra detergente ácida	48.1	12.9	33.9	25.7	15.5	0.40

EEM = Error estándar de la media

Rumsey et al., (1999) usando PS y PS tostada en dietas que contenían maíz quebrado, ensilaje de maíz, pasto orchard y minerales, encontró similares resultados sobre la digestibilidad total de la materia seca del 70.8% y del nitrógeno del 70.5%.

A partir de la composición nutricional de la dieta se realizó el cálculo teórico (ZAP, 1998) para la digestibilidad total de la MO, FDN y PC (Anexo 2). Teniendo valores del 76.9 al 79.5% para la MO, del 34.1 al 38.7% para FDN y de 69.2 hasta 69.9% para PC. Al comparar estos resultados con los reales, se observa únicamente variación en lo concerniente a la FDN, ya que en la determinación teórica se subestima la digestibilidad real (37.5 hasta 57.9%). La digestibilidad teórica del almidón fue del 91.5 al 92.1%.

### VOLUMEN Y CONTENIDO RUMINAL:

El volumen ruminal fue medido mediante el vaciado directo del contenido ruminal. Dicha práctica se realizó a las 7.00 A.M., con un animal en ayunas. Después de decantar el contenido ruminal en un tamiz con orificio de 3.2 mm de diámetro, se obtuvo la fracción sólida húmeda y líquida del rumen.

Los valores obtenidos para la fuente de proteína o el nivel de energía, sobre la densidad, las fracciones de líquidos y sólidos así como el porcentaje de materia seca del contenido ruminal se muestran en el Cuadro 5.1.3a.

**Cuadro 5.1.3a CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CONTENIDO RUMINAL DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEÍNA				ENERGÍA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Contenido de sólidos (kg)	4.4	3.9	0.3	0.30	4.0	4.4	0.3	0.31
Contenido de líquidos (l)	11.6	11.4	0.6	0.77	11.1	11.9	0.6	0.38
Líquidos libres (l)	9.6	8.4	0.5	0.10	8.4	9.6	0.5	0.11
Líquidos embebidos (l)	2.0	3.0	0.4	0.11	2.7	2.3	0.4	0.47
Volumen ruminal (l)	16.0	15.3	0.8	0.53	15.1	16.3	0.8	0.29
Densidad *	1.0	1.1	0.1	0.47	1.1	1.1	0.1	0.76
Materia seca ruminal**	27.3	25.9	0.1	0.45	26.3	26.9	0.1	0.76

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

\* kg/litro de líquido ruminal.

\*\* % de materia seca del contenido ruminal.

Cuando se utilizó como fuente de proteína en la dieta PS, se encontró una mayor cantidad de líquido libre ( $P < 0.10$ ) y aparentemente mayor cantidad de líquido embebido que para HP ( $P < 0.11$ ), sin tener diferencias para las otras variables medidas. Contrario a los resultados encontrados en este trabajo, Barrón y Garza (1995) encontraron que, al combinar dietas que contenían grano de maíz y pollinaza con tres diferentes fuentes de proteína (pasta de soya, harina de carne y harina de sangre) no encontraron diferencias en la distribución de líquidos ni el contenido total de sólidos. Estos resultados indicaron que la fuente de proteína no modifican la distribución de los líquidos ni el contenido de sólidos en el rumen. En relación al nivel de energía en la dieta no se encontraron diferencias en la distribución de líquidos y sólidos del contenido ruminal.

En el Cuadro 5.1.3b se muestran los resultados para la interacción. No se observaron diferencias significativas atribuibles a la interacción de la fuente de proteína o del nivel de energía.

**Cuadro 5.1.3b CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CONTENIDO RUMINAL DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION DE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE (%)	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Contenido de sólidos (kg)	4.2	4.6	3.7	4.2	0.4	0.87
Contenido de líquidos (l)	11.4	11.9	10.9	11.9	0.8	0.83
Líquidos libres (l)	9.1	10.0	7.7	9.2	0.7	0.63
Líquidos embebidos (l)	2.2	1.9	3.2	2.7	0.5	0.80
Volumen ruminal (l)	15.6	16.5	14.6	16.1	1.1	0.82
Densidad *	1.1	1.0	1.1	1.1	0.1	0.99
Materia seca ruminal**	26.9	27.7	25.7	26.1	1.8	0.92

EEM = Error estándar de la media

\* kg/litro de líquido ruminal.

\*\* % de materia seca del contenido ruminal.

Barrón y Garza (1995) al combinar dietas que contenían grano de maíz y pollinaza con tres diferentes fuentes de proteína (pasta de soya, harina de carne y harina de sangre) y usando novillos cebú con un peso vivo de 334 kg, encontraron para el volumen ruminal desde 16.2 hasta 21.6 litros con un contenido de materia seca del 13.7 hasta 16.0%, teniendo en este caso un volumen ruminal más alto pero con menor contenido de materia seca al compararse con los resultados obtenidos en

este trabajo. Sugiriendo que la pollinaza por su mayor concentración de minerales estimula un mayor consumo de agua. Al comparar porcentualmente la distribución del agua, se encontró más líquido libre (71 a 84%) en este estudio que en el reportado por dichos autores (67 a 77%).

La importancia de la cinética ruminal (sólidos y líquidos) radica en su influencia sobre la degradación proteica ruminal, encontrando, que con tasas de pasaje rápidas (7.5%/h) se tienen estimados de escape superiores (Bergen y Yokoyama, 1977). Por su parte, las partículas de mayor densidad o peso específico pasan más fácilmente por el orificio reticulo-omasal.

### **DESAPARICION IN SITU:**

El grado de desaparición in situ de la materia seca y fracciones proteicas tanto de la pasta de soya como de la harina de pescado utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales se estimó a las 8 horas de incubación.

Para el análisis anterior, se utilizó un tiempo de 8 h de incubación, debido a que a este tiempo, se encuentra un punto en la curva donde los valores para la degradación real o acumulativa están altamente influenciados por el tiempo. Esta es el área más sensible de la curva, es decir, es el punto en que al trazar dos líneas rectas siguiendo la curva estas se crucen, y dará un mejor estimado para constante de la tasa de degradación de la fracción de proteína potencialmente degradable por acción fermentativa, en el caso de suplementos proteicos (Orskov et al., 1980; Kempton, 1980).

Los resultados se muestran en el Cuadro 5.1.4a. Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) sobre la desaparición de la PS y HP para la MS (62.5 vs 18.2%), PC (53.4 vs 18.3%), PV (54.4 vs 17.1%), PSO (81.7 vs 36.7%) y PI (48.7 vs 17.7%). Estos resultados son indicativos del alto nivel de solubilidad que tiene la PS en el rumen en comparación con HP.

El nivel de energía también mostró efecto sobre el grado de desaparición de los ingredientes proteicos a las 8 h. Para la MS se encontraron diferencias ( $P < 0.09$ ) a favor del nivel de EB con 41.9% sobre EA con 38.8%. Para la PC y PV se

encontraron diferencias significativas ( $P < 0.04$ ) con valores de 38.6 vs 33.1% y 38.8

**Cuadro 5.1.4a DESAPARICION RUMINAL (%) A LAS 8 HORAS POSPRANDIUM DE LA MATERIA SECA Y FRACCIONES PROTEICAS DE PASTA DE SOYA Y HARINA DE PESCADO, EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Materia seca	62.5	18.2	1.2	0.01	41.9	38.8	1.2	0.09
Proteína cruda	53.4	18.3	1.6	0.01	38.6	33.1	1.6	0.04
Proteína verdadera	54.4	17.1	1.8	0.01	38.8	32.6	1.8	0.04
Proteína soluble	81.7	36.7	2.8	0.01	58.0	60.5	0.8	0.01
Proteína insoluble	48.7	17.7	1.9	0.01	35.9	30.6	1.9	0.08

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

vs 32.6% para los niveles de EB y EA respectivamente. Para la PSO se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) con un mayor grado de desaparición en el nivel de EA sobre EB (58 vs 60.5%). Porcentualmente esta fracción proteica que desapareció fue alta en ambos casos.

La PI mostró diferencias ( $P < 0.08$ ) teniendo un mayor grado de desaparición en el nivel de EB que el de EA (35.9 vs 30.6% respectivamente). Estos resultados al igual que en el caso de la digestibilidad aparente de las fracciones de fibra, indican una disminución de la desaparición a las 8 h de los suplementos proteicos al adicionar ácidos grasos en forma de sales de calcio, pudiendo estos interferir en la tasa de degradación de la fracción proteica

Entre la fuente de proteína y el nivel de energía en la dieta, se observó una interacción significativa (Cuadro 5.1.4b) para la desaparición de la MS ( $P < 0.07$ ), PC ( $P < 0.08$ ) y PI ( $P < 0.03$ ). Aparentemente el incremento en el nivel de energía en la dieta ocasionó una disminución en el grado de desaparición de la MS, PC, PI de la pasta de soya, mientras que prácticamente no tuvo efecto en la harina de pescado.

Estos resultados indican que la HP como ingrediente per se tiene un bajo grado de desaparición de la MS, PC y PI, y que la PS al combinarse con la grasa de sobrepeso usada en este trabajo, se vio disminuida en su grado de degradación

ruminal. La degradación de compuestos nitrogenados, solo es deseable cuando el producto de la fermentación resulta de mayor valor biológico que el ingrediente consumido.

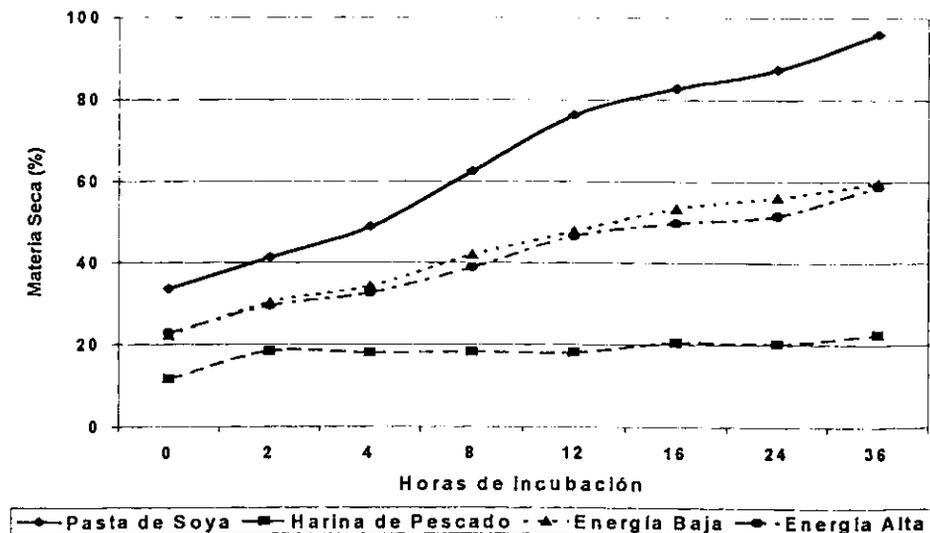
**Cuadro 5.1.4b DESAPARICION RUMINAL (%) A LAS 8 HORAS POSPRANDIUM DE LA MATERIA SECA Y FRACCIONES PROTEICAS DE PASTA DE SOYA Y HARINA DE PESCADO, EN TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION DE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE (%)	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Materia seca	65.7 a	59.3 b	18.0 c	18.3 c	1.7	0.07
Proteína cruda	58.4 a	48.3 b	18.7 c	17.8 c	2.3	0.08
Proteína verdadera	59.4	49.3	18.3	15.9	2.6	0.16
Proteína soluble	80.4 a	83.1 a	35.6 b	37.9 b	3.9	0.01
Proteína insoluble	54.8 a	42.7 b	16.9 c	18.6 c	2.7	0.03

EEM = Error estándar de la media

a, b, c Cifras con diferente literal en el mismo renglón son diferentes estadísticamente.

**Figura 5.1.1a DESAPARICION in situ DE LA MATERIA SECA (%) DE LA PASTA DE SOYA Y HARINA DE PESCADO EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACION DE ACUERDO A LA FUENTE DE PROTEINA O NIVEL DE ENERGIA EN LA DIETA.**



En la Figura 5.1.5a se muestran los valores porcentuales obtenidos de la tasa de degradación ruminal para los suplementos proteicos a partir de la incubación de bolsas a las 0, 2, 4, 8, 12, 16, 24, y 36 horas. A partir de estos datos se elaboro la curva de desaparición in situ de los suplementos proteicos en los diferentes tiempos de muestreo.

En el Cuadro 5.1.5a se muestran los valores obtenidos después de despejar la ecuación de Orskov y McDonald (1979) (usando los valores mostrados en la Figura 5.1.5a). Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) de acuerdo a la fuente de proteína para las fracciones de esta que se degrada rápidamente (a) y la potencialmente degradable (b) por acción fermentativa de la PS y HP

Teniendo los promedios para la constante que se degrada rápidamente (a) de 33.6 y 11.6% para PS y HP y para la constante potencialmente degradable (b) de 63.4 y 11.8% para la PS y HP, no encontrando diferencias para la constante de degradación (c).

**Cuadro 5.1.5a COMPARACION ENTRE LOS VALORES RUMINALES DE LA DEGRADACION INSTANTANEA (a), DEGRADACION POTENCIAL (b) Y SU TASA DE DESAPARICION (c) DE LA MATERIA SECA PARA LOS SUPLEMENTOS PROTEICOS DE ACUERDO A LAS DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA CALCULADOS SEGUN EL MODELO DE ORSKOV Y McDONALD (1979)**

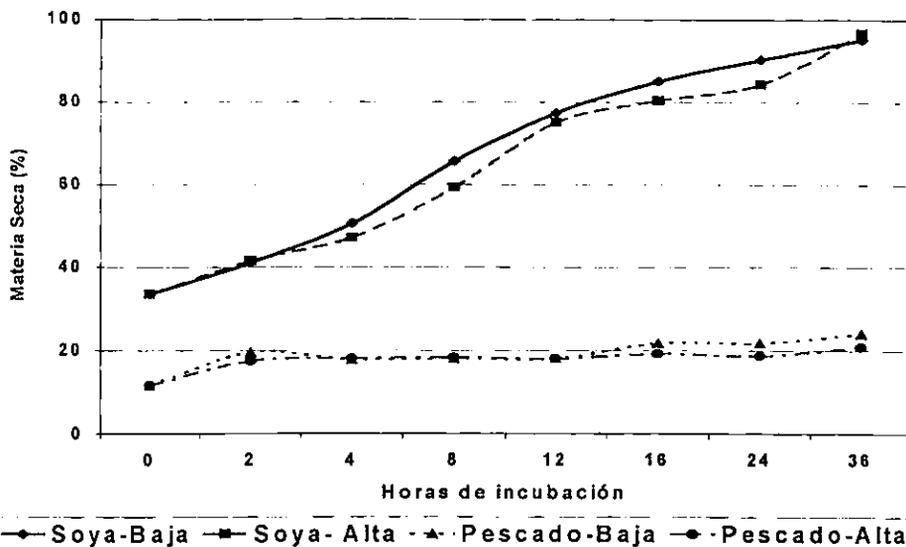
VARIABLE	PROTEINA		ENERGIA					
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
a, %	33.6	11.6	1.7	0.01	22.2	23.0	1.7	0.77
b, %	63.4	11.8	1.9	0.01	38.8	36.4	1.9	0.42
c, %/hora	0.035	0.048	0.006	0.14	0.042	0.041	0.006	0.89

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Los valores porcentuales y la curva de desaparición in situ de los suplementos proteicos, de acuerdo a la interacción, entre las fuentes de proteína y los niveles de energía en los diferentes tiempos de muestreo, se muestran en la figura 5.1.1b.

Figura 5.1.1b DESAPARICION in situ DE LA MATERIA SECA (%) DE LA PASTA DE SOYA Y HARINA DE PESCADO EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACION PARA LA INTERACCION PROTEINA Y ENERGIA.



Los componentes del modelo de Orskov y McDonald (1979), al ser analizados de acuerdo al nivel de energía y la interacción no se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 5.1.5b). Sin embargo, numéricamente como se esperaba se encontraron valores superiores para la PS en las fracciones que se degradan rápidamente y las potencialmente degradables sobre la HP.

Cuadro 5.1.5b COMPARACION ENTRE LOS VALORES RUMINALES DE LA DEGRADACION INSTANTANEA (a), DEGRADACION POTENCIAL (b) Y SU TASA DE DESAPARICION (c) DE LA MATERIA SECA PARA LOS SUPLEMENTOS PROTEICOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE LAS DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA CALCULADOS SEGUN EL MODELO DE ORSKOV Y McDONALD (1979)

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
a, %	32.5	34.7	11.9	11.2	2.4	0.58
b, %	64.2	62.5	13.3	10.3	2.7	0.81
c, %/hora	0.038	0.031	0.046	0.051	0.008	0.49

EEM = Error estándar de la media

La velocidad a la que son degradados los suplementos proteicos en el rumen puede variar en función de la capacidad del rumen para mantener un alto o bajo ritmo de degradación de la celulosa. Esto es particularmente importante en el caso de los suplementos proteicos de origen vegetal en comparación con los suplementos proteicos de origen animal. Se puede argumentar que esta diferencia se debe a la pequeña cantidad de hemicelulosa y celulosa presente en los suplementos proteicos de origen vegetal, que ejercen una acción protectora frente a la degradación proteica (Orskov, 1988).

Se despejo la formula de Orskov y McDonald (1979), usando los valores para **a**, **b** y **c**, y como tiempo de referencia las ocho horas para medir la desaparición de la materia seca, para poderla comparar con los valores observados obtenidos en las bolsas. Encontrando para PS 64.2 vs 62.5% de desaparición, usando HP se encontró 17.7 vs 15.3% de desaparición. Para los niveles de energía se encontró para EB 42.6 vs 41.9% de desaparición y en el caso de EA 39.9 vs 38.8% de desaparición para los valores calculado y observado respectivamente. La variación que se obtuvo fue de 1 a 2%.

Al comparar los mismos valores en la interacción representado por la fuente de proteína y el nivel de energía, se encontraron los siguientes valores calculados y observados. Para PS\*EB de 66.7 vs 65.7% de desaparición de la materia seca, para PS\*EA de 62.4 vs 59.3% de desaparición. En el caso de HP\*EB de 16.0 vs 18.0% de desaparición y para HP\*EA de 14.7 vs 18.3% de desaparición. Observando que al aplicar la ecuación a las ocho horas, en todos los casos, cuando se uso PS se sobrestimo la tasa de desaparición en 1 a 3.1% y cuando se usa HP se subestima en 1 hasta 3.65% de desaparición.

Debido a que la cantidad de forraje que se utiliza en la elaboración de dietas para finalización de ganado bovino en corral en la región occidente del país son considerables, se midieron las constantes de desaparición in situ de la materia seca de rastrojo de maíz que se muestra en el Cuadro 5.1.6a.

La fuente de proteína consumida no influenció las constantes **a** y **b**, sin embargo la constante **c** para el tratamiento PS fue de 0.05%, estadísticamente mayor ( $P < 0.09$ ) que el valor de 0.035 para el tratamiento de HP.

**Cuadro 5.1.6a COMPARACION ENTRE LOS VALORES DE LA DEGRADACION INSTANTANEA (a), DEGRADACION POTENCIAL (b) Y SU TASA DE DESAPARICION (c) PARA EL RASTROJO DE MAIZ DE ACUERDO A LAS DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA CALCULADOS SEGUN EL MODELO DE MERTENS Y LOFTEN (1980)**

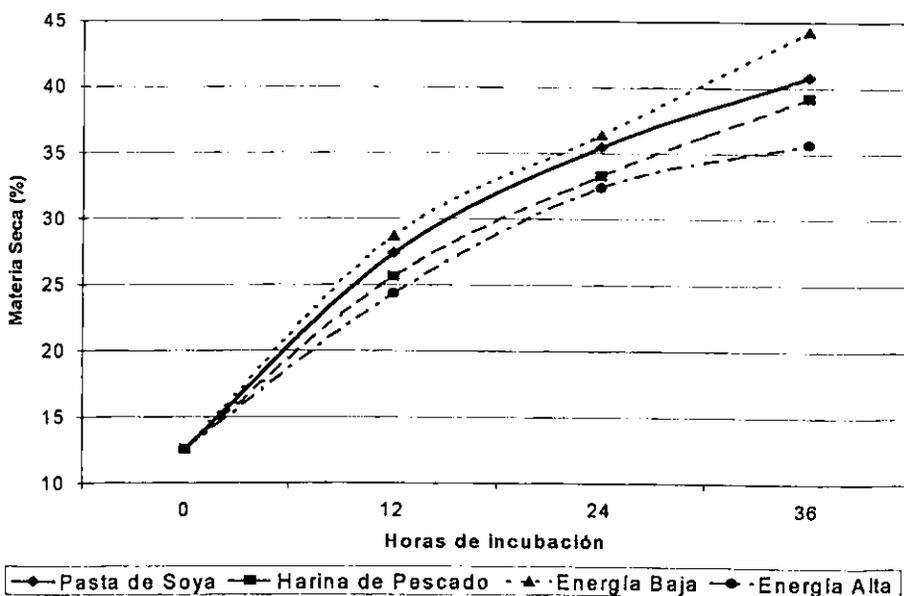
VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
a, %	13.1	12.8	0.9	0.87	12.8	13.2	0.9	0.78
b, %	54.9	55.2	0.9	0.87	55.2	54.8	0.9	0.78
c, %/hora	0.050	0.035	0.005	0.09	0.045	0.040	0.005	0.53

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Esta diferencia indica que la tasa de degradación de la materia seca del rastrojo fue mayor en los animales consumiendo la proteína de soya en comparación con la de pescado. El nivel de energía en la dieta no mostró tener efecto sobre la degradación del rastrojo de maíz (Figura 5.1.2a).

**Figura 5.1.2a DESAPARICION in situ DE LA MATERIA SECA (%) DEL RASTROJO DE MAIZ EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACION DE ACUERDO A LA FUENTE DE PROTEINA O NIVEL DE ENERGIA EN LA DIETA.**



En el Cuadro 5.1.6b se muestra el efecto de la interacción, no se encontraron diferencias para las constantes a y b, pero en la constante c se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.03$ ) indicando que un nivel alto de energía con PS disminuye la tasa de digestión, mientras que con HP sucede lo contrario.

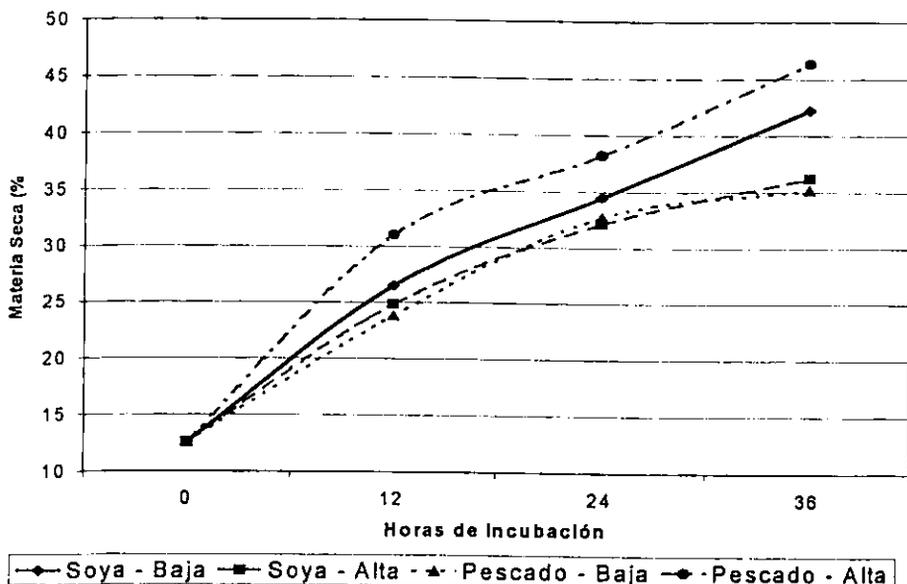
**Cuadro 5.1.6b COMPARACION ENTRE LOS VALORES DE LA DEGRADACION INSTANTANEA (a), DEGRADACION POTENCIAL (b) Y SU TASA DE DESAPARICION (c) PARA EL RASTROJO DE MAIZ DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE LAS DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA CALCULADOS SEGUN EL MODELO DE MERTENS Y LOFTEN (1980)**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
a, %	12.4	13.7	13.1	12.6	1.3	0.54
b, %	55.6	54.3	54.9	55.4	1.3	0.54
c, %/hora	0.062 a	0.038 ab	0.028 b	0.043 ab	0.007	0.03

EEM = Error estándar de la media

a, b Cifras con diferente literal en el mismo renglón son diferentes estadísticamente

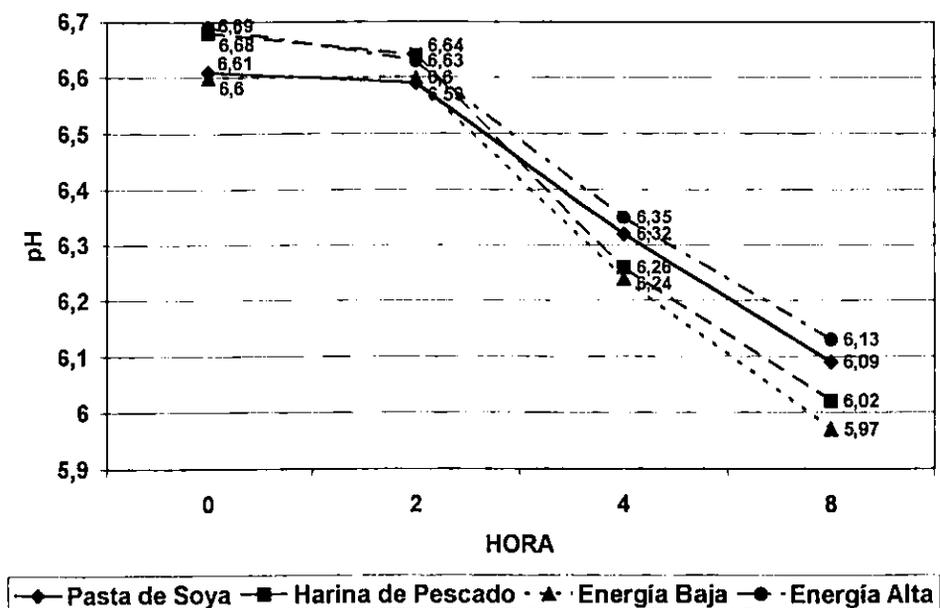
**Figura 5.1.2b DESAPARICION in situ DE LA MATERIA SECA (%) DEL RASTROJO DE MAIZ EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACION PARA LA INTERACCION PROTEINA Y ENERGIA.**



## pH:

El pH es uno de los factores que más influye sobre las modificaciones de la población microbiana ruminal (Yokoyama y Johnson, 1988). Entre las 0.5 y 4 h posprandiales refleja el balance entre la entrada de amortiguadores en la saliva, la producción de ácidos y la producción de bases (como el amonio) a partir del alimento consumido (Owens y Goetsch, 1988). En la Figura 5.1.3b se muestran las variaciones en el pH de acuerdo a la fuente de proteína o nivel de energía consumidos en la dieta.

**Figura 5.1.3a pH RUMINAL A DIFERENTES TIEMPOS EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**



Al análisis del pH ruminal de acuerdo a la fuente de proteína no se encontraron diferencias estadísticas en los valores medios, para PS fue de 6.35 y de 6.44 para HP. La interacción tiempo de muestreo y fuente de proteína no mostró diferencias teniendo una variación en el pH de 6.61 y 6.68 a la 0 h que disminuyen hasta 6.09 y 6.02 a las 8 h en la PS y HP respectivamente. Barrón y Garza (1995) encontraron con dietas que contenían maíz, pollinaza y diferentes fuentes de

proteína valores en el pH de 6.16 y de 6.31 promedio en 24 horas al combinarse con PS y HP respectivamente. Estos valores difieren al compararlos con los promedios reportados en este trabajo, estas diferencias pueden ser debidas, a los niveles de inclusión de grano o de pollinaza en la dieta.

El pH promedio de acuerdo a la concentración de energía difirió estadísticamente ( $P < 0.04$ ), siendo más bajo para EB con 6.35 contra 6.45 para EA. La interacción tiempo de muestreo y nivel de energía no mostró diferencias en los cuatro tiempos (0, 2, 4 y 8 h) en que se realizaron las mediciones.

Las mayores diferencias numéricas encontradas en los valores de pH fue únicamente a las 8 h posprandiales en las dietas que contenían diferentes niveles de energía, es decir, un menor pH en las dietas en las que la cantidad de forraje fue menor y de grano mayor. Al compararse con los promedios indican una disminución solo a este tiempo.

La cantidad y tipo de forraje o grano en la dieta es un factor que incide sobre la tasa de degradación de los suplementos proteicos, debido a que esto altera y modifica la población microbiana y por consecuencia los valores en pH. Orskov (1988) indica que es muy posible que la velocidad de degradación de las fuentes vegetales se vea afectada únicamente cuando la cantidad de cereal en la dieta sea tal, que el pH alcanzado en el rumen inhiba la celulolisis. Si fuera así, el efecto del pH del rumen no sería una consecuencia directa de las diferencias en la actividad proteolítica.

Los valores medios de pH de acuerdo a la interacción entre la fuente de proteína y el nivel de energía se muestran en la Figura 5.1.3b. Detectando diferencias ( $P < 0.07$ ) con valores de 6.31b, 6.49a, 6.39ab y 6.40ab respectivamente para las combinaciones PS\*EB, PS\*EA, HP\*EB y HP\*EA, observando, que con dietas con PS, un incremento en la concentración de energía propicio un aumento en el pH a las 8 horas posprandiales, efecto que no se presento en dietas con HP.

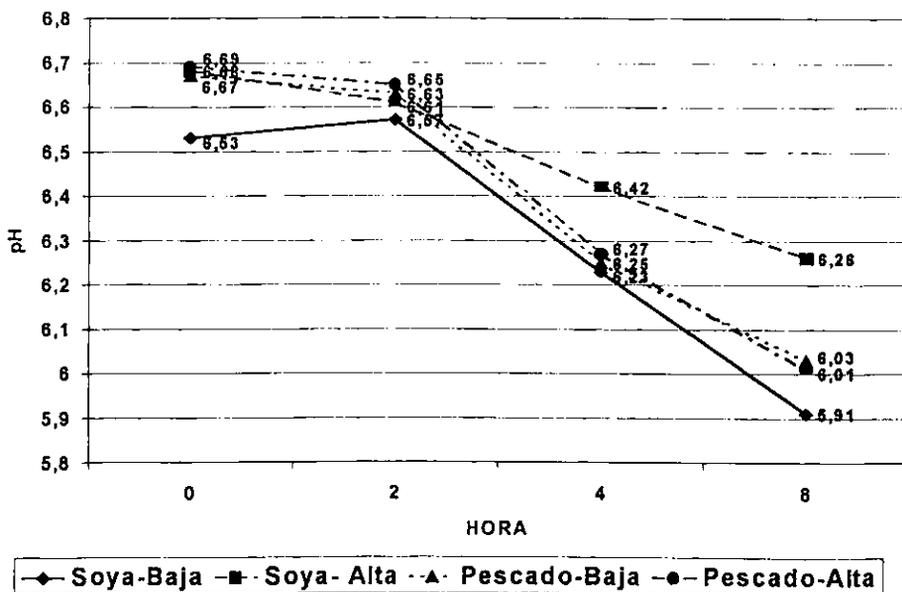
El tiempo de muestreo afectó estadísticamente ( $P < 0.01$ ) al pH siendo de 6.64a, 6.61a, 6.29b y 6.05c para 0, 2, 4 y 8 h posprandiales, encontrándose el máximo valor a las 0 y 2 h para disminuir progresivamente hasta las 8 h. Esta respuesta es debida a que la producción de ácidos es continua por la fermentación

en el rumen y los animales tardan más tiempo en iniciar la rumia, por lo que se debe de considerar incrementar la frecuencia de alimentación y la rumia para lograr la neutralización del pH ruminal por acción de la saliva.

El efecto de tiempo de muestreo y tratamiento para el pH ruminal mostró diferencias significativas a las 8 h ( $P < 0.04$ ) con valores de pH para PS\*EA de (6.26a), PS\*EB, HP\*EB y HP\*EA (5.91b, 6.03b y 6.01b respectivamente) (Figura 5.1.3b).

Se calculo el valor de pH por medio de las ecuaciones encontradas en la N.R.C. (1996) (Anexo 2), teniendo valores promedios de 5.94 y 5.85 cuando la dieta contiene el nivel de energía bajo y alto respectivamente. Al compararlos con los promedios de este trabajo son siempre inferiores, esta diferencia posiblemente es debida a que las dietas contenían una considerable cantidad de fibra y esta incrementa el pH por acción del aumento en la producción de saliva al consumir el alimento y estimular la rumia.

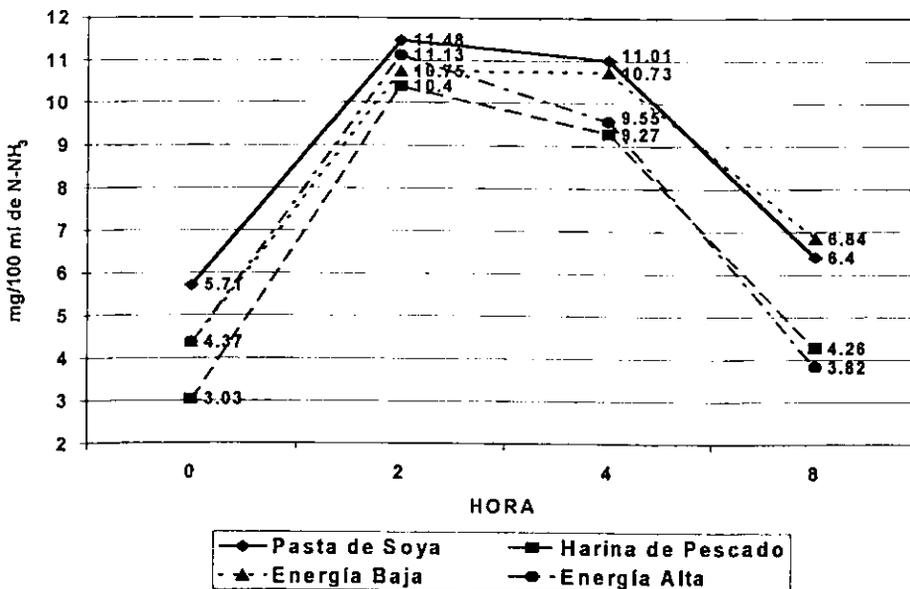
**Figura 5.1.3b pH RUMINAL A DIFERENTES TIEMPOS EN TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCIÓN PROTEÍNA Y ENERGÍA**



## NITROGENO AMONICAL:

Las concentraciones de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) ruminales de acuerdo a la fuente de proteína mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (P<0.01) para las concentraciones medias. En donde para PS fue de 8.65 y de 6.74 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> para HP. La interacción tiempo de muestreo y fuente de proteína fue significativa (P<0.01) a las 0 h, (P<0.1) a las 4 h y (P<0.02) a las 8 h. En todos los tiempos la PS mostró concentraciones de N-NH<sub>3</sub> superiores a los de la HP (Figura 5.1.4a). Esto puede ser explicado porque las fuentes de proteína utilizados difieren en su tasa de degradación, mostrando de esta manera una correlación positiva entre la cantidad de proteína soluble y la producción de N-NH<sub>3</sub> durante las primeras horas.

Figura 5.1.4a NITROGENO AMONICAL PRESENTE EN RUMEN A DIFERENTES TIEMPOS EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA



Kerry et al. (1993) reportan concentraciones promedio de 12 horas posprandium similares a las encontradas, con diferencias en la concentración de N-NH<sub>3</sub> para la soya con tratamiento térmico (6.8 mg/100 ml), resultando menor que la

alcanzada por pasta de soya (12.5 mg/100 ml), harina de pescado (12 mg/100 ml) o una combinación de soya tratada más harina de pescado (8.7 mg/100 ml). Por su parte Barrón y Garza (1995) encontraron concentraciones promedio de 24 horas posprandium de 14.0 y 11.2 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> para PS y HP combinadas con maíz y pollinaza siendo estadísticamente diferentes.

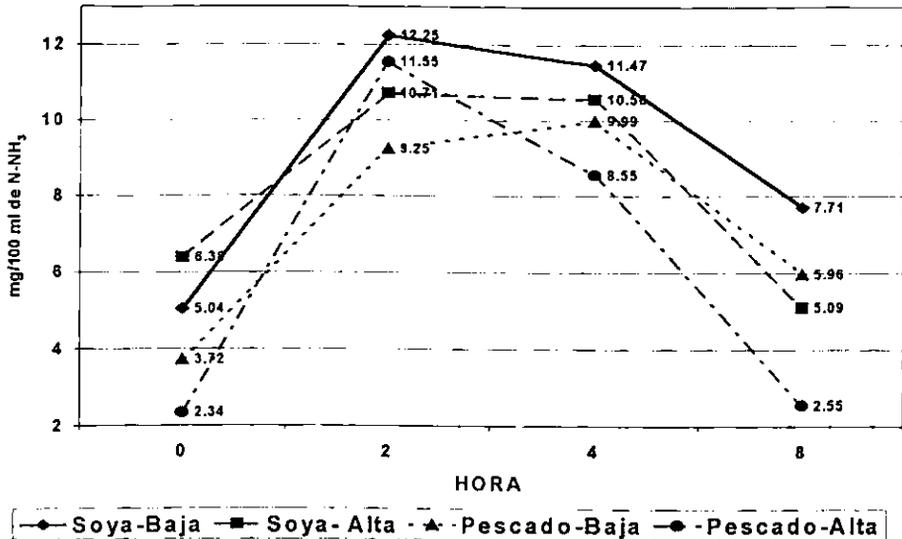
En los niveles de N-NH<sub>3</sub> de acuerdo a la cantidad de energía en la dieta se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre concentraciones medias, siendo más alta para EB con 8.2 contra 7.2 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> para EA. A las 8 h se encontraron diferencias ( $P < 0.02$ ) con niveles más altos en EB que para EA (6.84 vs 3.82 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> respectivamente), registrándose la máxima concentración de N-NH<sub>3</sub> en el líquido ruminal entre las 2 y 4. La interacción tiempo de muestreo y nivel de energía no mostró diferencias a las 0, 2 y 4 h en la concentración de N-NH<sub>3</sub>.

Las concentraciones medias de N-NH<sub>3</sub> por tratamiento (Figura 5.1.4b) fueron similares para la interacción proteína y nivel de energía. Con valores medios de 9.12, 8.19, 7.23 y 6.25 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> para las combinaciones PS\*EB, PS\*EA, HP\*EB y HP\*EA respectivamente. Observándose que el nivel alto de energía reduce las concentraciones de N-NH<sub>3</sub> independientemente de la fuente de proteína. El tiempo de muestreo afectó estadísticamente ( $P < 0.01$ ) la concentración de N-NH<sub>3</sub> en el líquido ruminal (4.4b, 10.9a, 10.1a, 5.3b mg/100 ml para 0, 2, 4 y 8 h posprandiales respectivamente), encontrándose la máxima concentración entre las 2 y 4 horas. Se usó la cantidad de PC y el aporte de ENm en las dietas para calcular por medio de las ecuaciones reportadas en la N.R.C. (1996) y así obtener las concentraciones de N-NH<sub>3</sub> teóricamente producido, encontrando concentraciones de 5.4 hasta 6.8 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> promedio (Apéndice 2), siendo estos valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo. Estos resultados indican que las concentraciones a las 0 y 8 horas podrían ser insuficientes para mantener una actividad bacteriana constante en el rumen.

El efecto de tiempo posprandial y tratamiento se muestran en la figura 5.1.4b. A tiempo 0, con concentraciones en los tratamientos PS\*EB, PS\*EA y HP\*EB (5.04, 6.38 y 3.72 respectivamente) siendo iguales entre ellas y superiores contra 2.34 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> para el tratamiento HP\*EA ( $P < 0.01$ ). En los tiempos 2 y 4 h no se encontraron diferencias en las concentraciones, y para las 8 h se encontraron resultados similares que a las 0 h, con diferencias ( $P < 0.01$ ) en las mismas

interacciones con valores 7.71, 5.09 y 5.96 contra 2.55 mg/100 ml respectivamente.

**Figura 5.1.4b NITROGENO AMONICAL PRESENTE EN RUMEN A DIFERENTES TIEMPOS EN TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION DE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**



El tratamiento HP\*EA mostró las menores concentraciones a las 0 y 8 h. Esta respuesta indica por un lado la necesidad de ofrecer el alimento más frecuentemente para evitar periodos prolongados de ayuno cuando la dieta contiene la combinación de estos nutrientes ó bien la combinación de fuentes de proteína con diferente tasa de degradación ruminal.

En dietas donde la proteína es de origen vegetal, la máxima concentración de N-NH<sub>3</sub> en el líquido ruminal se encuentra entre las 3 y 5 h posprandiales (Owens y Zinn, 1988). En el presente estudio las mayores concentraciones se encontraron a las 2 h independientemente de la fuente de proteína ó nivel de energía. Este resultado posiblemente es debido a que las dietas contenían urea como fuente de proteína cruda. Owens et al. (1980) indica resultados similares en cuanto a la rapidez en la liberación del N-NH<sub>3</sub> al evaluar la relación urea:amonía, teniendo la mayor concentración con 53 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> a los 30 min, no así, cuando se

uso en particular urea protegida con aceite de linaza, encontrando concentraciones máximas de 32 mg/100 ml de N-NH<sub>3</sub> a los 60 min

Cuando las concentraciones de N-NH<sub>3</sub> son superiores a 5 mg/100 ml de líquido ruminal se considera un desperdicio, sin embargo, la persistencia de este en él líquido ruminal como excedente, puede actuar como una reserva para el subsecuente crecimiento bacteriano (Smith, 1979). Weakley (1983) reportó que la síntesis de proteína microbiana fue máxima al nivel de 3 mg de N-NH<sub>3</sub>/100 ml de líquido ruminal y además sugiere que se requiere de mayores concentraciones (10 mg/100 ml) para maximizar la digestión de la materia orgánica en el rumen. Por su parte Mehrez et al. (1977) usando dietas con mayor cantidad de forraje, indicaron, que la tasa máxima de fermentación ruminal se encontró cuando el nivel de N-NH<sub>3</sub> fue de 23.5 mg/100 ml.

Estos resultados apuntan a dos explicaciones: La primera es que la concentración de NH<sub>3</sub> necesaria para el máximo crecimiento microbiano no es la misma que permite un ritmo de fermentación óptimo y la segunda es que la concentración de NH<sub>3</sub> necesaria para obtener máximos rendimientos, varía con el sustrato en cuestión (Orskov, 1988). En este estudio al alimentar a los animales por la mañana las concentraciones de N-NH<sub>3</sub>, se encontraron en niveles inferiores a 5 mg/100 ml a las 0 y 8 horas, cuando en la dieta se incluyo harina de pescado, el nivel de energía alto y en su combinación. Por lo tanto, es posible que la fermentación ruminal se puede prolongar por más tiempo cuando la entrada de alimento es uniforme, pudiendo prolongar de esta manera la disponibilidad de nitrógeno para el crecimiento bacteriano y favorecer aún más la digestión de la fibra.

En el presente trabajo el pH fluctúa entre 6 y 7 siendo estos valores indicativos de que la concentración de NH<sub>4</sub> fue mayor que la de NH<sub>3</sub> en el líquido ruminal. Esto es debido a que la absorción de NH<sub>3</sub> a través de la pared ruminal se correlaciona negativamente con el pH ruminal y en forma positiva con su concentración en el líquido ruminal (Owens y Bergen, 1983). En un pH de 6.0 a 7.0 el NH<sub>3</sub> representa del 0.08 al 0.8% del total de amonio, según se absorbe NH<sub>3</sub> se modifica la concentración de NH<sub>4</sub> para mantener constante la relación entre las formas ionizadas y desionizadas. A los datos obtenidos de pH y NH<sub>3</sub> se les aplico un análisis de correlación encontrando que estos valores no mostraron un factor aceptable siendo de 0.02, (P<0.89).

## EXPERIMENTO 2. Prueba de Comportamiento.

### COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

Los consumos de materia seca (CMS) para la prueba de comportamiento de acuerdo a la fuente de proteína se muestran en el Cuadro 5.2.1a. Como se puede observar existió una diferencia significativa ( $P < 0.02$ ) durante los dos primeros periodos al disminuir el CMS en la dieta que contenía HP al compararse contra PS, normalizándose y siendo similar para el resto de los periodos así como para el promedio diario de la prueba. Esta disminución en el consumo es posiblemente atribuible a la menor palatabilidad de la HP por parte de los animales.

Al analizar el efecto del nivel de energía sobre el CMS no se encontraron diferencias tanto entre periodos, como para el promedio diario de la prueba.

**Cuadro 5.2.1a CONSUMO DE MATERIA SECA (kg) DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEÍNA				ENERGÍA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Numero de animales	7	8			8	7		
Periodo 1 (1-28 días)	7.41	7.02	0.09	0.02	7.18	7.25	0.09	0.59
Periodo 2 (29-56 días)	8.75	8.11	0.16	0.02	8.31	8.55	0.16	0.33
Periodo 3 (57-84 días)	9.21	9.04	0.32	0.71	8.99	9.25	0.32	0.71
Periodo 4 (85-112 días)	8.93	9.55	0.43	0.39	8.97	9.52	0.43	0.44
Consumo diario promedio	8.60	8.35	0.16	0.30	8.38	8.57	0.16	0.43

EEM = Error estándar de la media.

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Para la interacción (Cuadro 5.2.1b) no se encontraron diferencias para la combinación de fuente de proteína y nivel de energía tanto entre periodos como en el promedio diario. Representando estos consumos promedios el 2.50, 2.51, 2.51 y 2.52% del peso vivo respectivamente para las dietas que contenían las combinaciones PS\*EB, PS\*EA, HP\*EB y HP\*EA.

Milton et al. (1997) usando animales con cruza de razas europeas en finalización alimentados con PS sola y en combinación con urea más maíz rolado y

8% de forraje, encontraron consumos de MS de 10.7 hasta 11.6 kg diarios promedio durante 128 días. Shain et al. (1998) usando dietas que contenían maíz rolado, alfalfa y ensilaje de maíz adicionadas con diferentes niveles de urea, encontraron consumos de MS que variaron desde 11.6 hasta 11.9 kg diarios, siendo en ambos casos considerablemente superiores a los encontrados en este trabajo.

Por su parte Rumsey et al., (1999) al comparar PS y PS tostada a 127° C, encontraron diferencias en los consumos, siendo para PS de 9.15 kg diarios y siendo 8% menores al usar PS tostada.

**Cuadro 5.2.1b CONSUMO DE MATERIA SECA (kg) DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Numero de animales	4	3	4	4		
Periodo 1 (1-28 días)	7.47	7.35	6.88	7.15	0.13	0.17
Periodo 2 (29-56 días)	8.71	8.79	7.91	8.30	0.23	0.52
Periodo 3 (57-84 días)	8.91	9.51	9.08	8.99	0.45	0.47
Periodo 4 (85-112 días)	8.34	9.52	9.59	9.51	0.61	0.38
Consumo diario promedio	8.48	8.73	8.28	8.42	0.23	0.83

EEM = Error estándar de la media.

Los consumos tanto de materia seca como de los nutrimentos de las dietas ajustados por kg de peso metabólico ( $\text{kg/W}^{75}$ ) se muestran en el Cuadro 5.2.2a. En el análisis de acuerdo a la fuente de proteína se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) en el consumo de proteína verdadera (PV) proteína soluble (PSO) e insoluble (PIN) a favor del tratamiento que contenía PS en comparación con el de HP (10.7 vs 10.0 g y de 6.9 vs 6.4 g por  $\text{kg/W}^{75}$  respectivamente).

Los consumos de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta de ganancia (ENG), fueron similares para ambas fuentes de proteína. Esta es una respuesta esperada, ya que los niveles de consumo estuvieron ajustados a un % preestablecido de peso corporal y que puede

ser explicada, en el sentido de que estos nutrimentos se encontraban en mayor cantidad en las dietas que contenían pasta de soya.

Al analizar los consumos por  $\text{kg/W}^{75}$  de acuerdo al nivel de energía empleados, se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) en los consumos de FDN y FDA siendo para estos nutrimentos de 31.5 vs 27.8 g y de 17.0 vs 14.4 g por  $\text{kg/W}^{75}$  para los niveles de EB y EA respectivamente. Los consumos de ENm y ENG también mostraron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre niveles de energía siendo estos de 190 vs 206 Kcal y de 123 vs 138 Kcal respectivamente. No se encontraron diferencias en los consumos de MS o en los demás nutrientes (MO, PC, PV y PS) contenidos en las dietas.

De igual manera que en los consumos de las fuentes de proteína esta es una respuesta esperada, ya que los niveles de consumo estuvieron ajustados a un % preestablecido de peso corporal y que puede ser explicada, en el sentido de que las fracciones de fibra se encontraban en mayor cantidad en las dietas que contenían menor cantidad de energía, y por el contrario, consumieron mayor cantidad de energía de las dietas que mayoritariamente la contenían.

**Cuadro 5.2.2a CONSUMO DE NUTRIENTES POR KILOGRAMO DE PESO METABOLICO EN TORETES DE ACUERDO A LAS DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEÍNA		EEM	P<	ENERGÍA		EEM	P<
	PS	HP			B	A		
Peso metabólico (kg)	78.3	79.3	2.7	0.80	79.8	77.7	2.7	0.61
Materia seca (g)	108.2	106.5	1.7	0.49	106.5	108.2	1.7	0.50
Materia orgánica (g)	101.8	99.9	1.6	0.43	100.1	101.6	1.6	0.51
Proteína cruda (g)	17.1	16.6	0.3	0.23	16.7	16.9	2.6	0.61
Proteína verdadera (g)	10.7	10.0	0.2	0.01	10.3	10.4	0.2	0.54
Proteína soluble (g)	6.9	6.4	0.1	0.01	6.7	6.7	0.1	0.92
Proteína insoluble (g)	10.2	10.2	0.0	0.01	10.0	10.2	1.2	0.92
Fibra det. Neutra (g)	30.3	29.0	0.5	0.08	31.5	27.8	0.5	0.01
Fibra det. Ácido (g)	16.1	15.3	0.2	0.07	17.0	14.4	0.2	0.01
Energía neta de Mant. (Kcal)	199	196	3.0	0.50	190	206	3.0	0.01
Energía neta de Gan. (Kcal)	132	129	2.0	0.27	123	138	2.0	0.01

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

La interacción entre la fuente de proteína y el nivel de energía no mostró diferencias en los CMS ni en los consumos de los nutrimentos al ser analizados por kg/W<sup>75</sup> (Cuadro 5.2.2b).

**Cuadro 5.2.2.b CONSUMO DE NUTRIENTES POR KILOGRAMO DE PESO METABOLICO EN TORETES DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Peso metabólico (kg)	79.1	77.4	80.4	78.1	3.8	0.94
Materia seca (g)	108.0	108.4	105.0	108.0	2.3	0.62
Materia orgánica (g)	101.6	102.0	98.6	101.3	2.2	0.61
Proteína cruda (g)	17.1	17.1	16.4	16.8	0.4	0.61
Proteína verdadera (g)	10.7	10.7	9.9	10.1	0.2	0.61
Proteína soluble (g)	6.9	6.9	6.4	6.5	0.2	0.63
Proteína insoluble (g)	10.2	10.2	10.0	10.3	0.4	0.65
Fibra det. neutra (g)	32.3	28.2	30.6	27.3	0.6	0.60
Fibra det. ácido (g)	17.5	14.6	16.6	14.1	0.3	0.59
Energía neta de Mant. (Kcal)	192	206	187	205	4.2	0.61
Energía neta de gan. (Kcal)	126	139	121	137	2.8	0.65

EEM = Error estándar de la media

Los cambios de peso vivo por efecto de la fuente de proteína o nivel de energía en la dieta se muestran en el Cuadro 5.2.3a. No encontrando diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, ni para peso inicial, entre periodos o en el promedio del peso final.

**Cuadro 5.2.3a CAMBIOS DE PESO VIVO (kg) DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Numero de animales	7	8			8	7		
Peso inicial	254.9	267.6	17.3	0.63	269.5	253.0	17.3	0.51
Periodo 1 (1-28 días)	308.8	305.4	2.3	0.34	305.3	308.9	2.3	0.31
Periodo 2 (29-56 días)	361.6	353.4	4.1	0.19	353.2	361.9	4.2	0.17
Periodo 3 (57-84 días)	370.3	357.7	5.7	0.22	366.9	361.1	5.7	0.52
Periodo 4 (85-112 días) (Peso final)	421.0	410.7	6.7	0.31	413.3	418.4	6.8	0.61

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

El efecto de la interacción fuente de proteína y nivel de energía para cambios de peso vivo fue diferente ( $P < 0.05$ ) únicamente para el tercer periodo, en donde para PS con nivel EA favoreció una mayor ganancia de peso, efecto que no se puede observar con HP. (Cuadro 5.2.3b).

**Cuadro 5.2.3b CAMBIOS DE PESO VIVO (kg) DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Numero de animales	4	3	4	4		
Peso inicial	266.8	243.0	272.3	263.0	24.4	0.77
Periodo 1 (1-28 días)	305.7	311.9	305.0	305.9	3.2	0.44
Periodo 2 (29-56 días)	352.8	370.5	353.5	353.3	5.6	0.16
Periodo 3 (57-84 días)	360.6ab	379.9a	373.2a	342.3b	8.0	0.05
Periodo 4 (85-112 días) (Peso final)	410.6	431.5	416.0	405.4	9.6	0.13

EEM = Error estándar de la media

La fuente de proteína no tuvo un efecto significativo sobre las ganancias diarias de peso por periodo o promedio final. Sin embargo, numéricamente, se observa una ventaja de 120 g ( $P < 0.14$ ) en el tratamiento de PS. La cantidad de energía en la dieta no afectó significativamente las ganancias diarias de peso, no mostrando tendencia a ser superior algún nivel, como se indica en el Cuadro 5.2.4a.

**Cuadro 5.2.4a GANANCIAS DIARIAS DE PESO (kg) DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Numero de animales	7	8			8	7		
Periodo 1 (1-28 días)	1.65	1.54	0.08	0.34	1.53	1.66	0.08	0.31
Periodo 2 (29-56 días)	1.89	1.71	0.11	0.28	1.71	1.89	0.10	0.26
Periodo 3 (57-84 días)	1.72	1.48	0.10	0.19	1.70	1.50	0.10	0.25
Periodo 4 (85-112 días)	1.24	1.22	0.15	0.91	1.18	1.28	0.15	0.68
Ganancia diaria promedio	1.62	1.50	0.06	0.14	1.52	1.61	0.06	0.28

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Al analizar el efecto de la interacción de nivel de energía y fuente de proteína, en la ganancia diaria de peso se encontró una tendencia a que en los periodos 2 y 3 y en el promedio general ( $P < 0.17$ ,  $P < 0.10$  y  $P < 0.15$  respectivamente), el nivel EA favoreciera la respuesta animal cuando en la dieta se incluyó PS, sucediendo lo contrario cuando la fuente de proteína fue la HP (Cuadro 5.2.4b). Rumsey et al., (1999) encontraron ganancias diarias promedio de peso de 1.408 kg diarios al usar PS y PS tostada, no encontrando diferencias entre tratamientos usando el mismo nivel de energía en la dieta (2.9 Mcal de E.M.).

**Cuadro 5.2.4b GANANCIAS DIARIAS DE PESO (kg) DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Numero de animales	4	3	4	4		
Periodo 1 (1-28 días)	1.54	1.77	1.52	1.55	0.12	0.44
Periodo 2 (29-56 días)	1.68	2.09	1.73	1.69	0.15	0.17
Periodo 3 (57-84 días)	1.65	1.78	1.74	1.21	0.14	0.10
Periodo 4 (85-112 días)	1.71	1.31	1.19	1.24	0.21	0.84
Ganancia diaria promedio	1.52	1.73	1.51	1.48	0.08	0.15

EEM = Error estándar de la media

Se utilizó el programa "ZAP" (1998) mediante el cual se calculó el aporte teórico que ofrecían las dietas en relación a la proteína y aminoácidos metabolizables que son; aportados por parte de la dieta, los aportados por los microorganismos ruminales y totales que fluyen al abomaso (g/día). Estos niveles se compararon con el requerimiento teórico que tendría el animal de acuerdo a su respuesta productiva obtenida en la prueba (Anexo 1). Las dietas que contenían la PS se estimó un aporte de proteína y aminoácidos esenciales superiores al requerimiento excepto para histidina con una deficiencia de uno y dos gramos por día al combinarse con EB y EA respectivamente.

Con relación a la HP el aporte de proteína y aminoácidos metabolizables cubrieron el requerimiento en ambos niveles de energía. En virtud de que los toretes que consumieron PS mostraron un comportamiento productivo superior a los que consumieron HP, se puede deducir que las estimaciones anteriores de aporte de

aminoácidos es muy cuestionable, o que la diferente respuesta animales influenciada por otros factores.

El diferencial diario en gramos de ganancia de peso durante una engorda comercial representa algunas ventajas, debido principalmente a que los animales tienen una menor permanencia en los corrales de engorda, representando un menor riesgo para los animales, así como una más rápida recuperación del capital.

La conversión alimenticia por periodos y en general no fue afectada por la fuente de proteína o por el nivel de energía empleada, como se observa en el Cuadro 5.2.5a.

**Cuadro 5.2.5a CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE MATERIA SECA (kg) EN TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Numero de animales	7	8			8	7		
Periodo 1 (1-28 días)	4.57	4.60	0.26	0.93	4.70	4.47	0.26	0.56
Periodo 2 (29-56 días)	4.75	4.79	0.29	0.93	4.94	4.60	0.30	0.44
Periodo 3 (57-84 días)	6.27	7.08	0.41	0.20	6.33	7.03	0.41	0.27
Periodo 4 (85-112 días)	9.97	7.71	0.20	0.48	10.15	7.53	0.20	0.42
Conversión promedio	5.32	5.61	0.19	0.31	5.55	5.38	0.19	0.53

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Para la interacción entre la fuente de proteína y nivel de energía no fue significativa (Cuadro 5.2.4b), se observó que conforme se avanzaba en la prueba se incremento la cantidad de alimento consumido por kilogramo producido en todos los tratamientos. Sin embargo la combinación de PS\*EA mostró una mejora numérica en la conversión alimenticia del 10% sobre la utilización de pasta de soya y nivel de energía bajo, así como del 8 y 12% cuando se uso harina de pescado y nivel de energía bajo y alto respectivamente.

Milton et al. (1997) usando animales con cruza de razas europeas alimentados con PS sola y en combinación con urea más maíz roado y 8% de forraje, encontraron que la conversión alimenticia fue de 6.5 y 6.7 kg

respectivamente, siendo mejor ( $P < 0.1$ ) en la dieta con PS sola. Por su parte Shain et al. (1998) con ingredientes similares a los anteriores sin PS al evaluar diferentes concentraciones de urea en las dietas obtuvo conversiones alimenticias desde 7.6 hasta 8.1 kg, al compararse con el presente trabajo (5.3 kg promedio para PS) se mostró una respuesta más favorable. Rumsey et al., (1999) con animales de características similares encontró diferencias en la conversión alimenticia siendo de 6.4 kg al usar PS y de 6.1 kg usando PS tostada.

**Cuadro 5.2.5b CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE MATERIA SECA (kg) EN TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Numero de animales	4	3	4	4		
Periodo 1 (1-28 días)	4.83	4.30	4.56	4.64	0.37	0.43
Periodo 2 (29-56 días)	5.30	4.21	4.59	4.99	0.42	0.11
Periodo 3 (57-84 días)	5.76	6.79	6.91	7.26	0.58	0.58
Periodo 4 (85-112 días)	12.96	6.99	7.34	8.08	0.28	0.32
Conversión promedio	5.61	5.03	5.50	5.72	0.27	0.17

EEM = Error estándar de la media

Si se considera la calidad genética, el peso vivo inicial, la duración de la prueba y el manejo a que fueron sometidos los animales se puede decir que las ganancias diarias de peso así como las conversiones alimenticias de los animales independientemente del tipo de tratamiento empleado fueron bastante aceptables.

Basurto y Garza (1998) en toretes Brahman en engorda con un peso inicial de 234 kg y alimentados con dietas en las que se incluía grasa y proteína de escape ruminal, en donde la fuente de proteína fue harina de carne y hueso, y grasa animal protegida (98%), encontraron diferencias entre los animales testigos y los que consumieron harina de carne y hueso, grasa o su combinación (9.8 vs 9.1, 8.7 y 9.2 kg respectivamente), de igual manera las ganancias diarias de peso fueron de 1.36 vs 1.24, 1.20, 1.29 kg respectivamente durante los 121 días de prueba. La suplementación de harina de carne y hueso solo mejoro la conversión alimenticia durante los primeros 23 días, pero al final en el promedio no se encontraron diferencias (7.2, 7.4, 7.3 y 7.2 kg), no encontrando efecto tampoco por la inclusión

de grasa y concluyen que la adición de estos ingredientes afectaron el consumo y por consecuencia los otros parámetros medidos.

Al comparar los principales parámetros (Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) de los resultados obtenidos de la prueba de comportamiento en este trabajo, con los teóricos de la NRC (1996) calculados por el programa "ZAP" (1998) (Anexo 3) se encontró que cuando se uso indistintamente como fuente de proteína la PS o HP la respuesta en lo observado fue ligeramente menor a lo esperado.

En relación al nivel de energía; el nivel de EB mostró mejor respuesta productiva en los parámetros medidos, por el contrario los animales que consumieron dietas con el nivel de EA mostraron una menor respuesta productiva. En base a estos resultados se puede deducir que la fuente de proteína no mejora la eficiencia en el animal. Sin embargo, los animales que consumieron dietas con el nivel de EB fueron más eficientes en la utilización de la energía que los que consumieron dietas con EA.

En los resultados de la interacción entre la fuente de proteína y el nivel de energía, se encontró que al combinarse el nivel de EB independientemente de la fuente de proteína la respuesta observada es mayor que la esperada. En relación al nivel de EA, al combinarse con la PS no se encuentra diferencia entre lo observado y esperado, pero al combinarse con la HP la respuesta productiva esperada es sobrestimada.

### **CALIFICACION EN PIE:**

Un día previo a su sacrificio los animales fueron evaluados en cuanto a su conformación, cobertura muscular y cobertura de grasa en las diferentes regiones corporales del animal (lomo, costillar, grupa, pierna, cadera y general), en una escala de 0 al 100 puntos, sobre las características deseadas para obtener la calidad requerida por parte del comercio local de la carne en Jalisco. Esta evaluación la realizaron cinco personas que ejecutan esta actividad en el ámbito comercial en el Rastro Municipal de Guadalajara.

Al considerar la fuente de proteína consumida, no se encontraron diferencias en la conformación y cobertura muscular de las diferentes regiones, no así en la evaluación de la cobertura de grasa, encontrando diferencias estadísticas con una menor deposición de grasa en la región del costillar ( $P < 0.06$ ), grupa ( $P < 0.07$ ), pierna ( $P < 0.02$ ), cadera ( $P < 0.06$ ) y general del animal ( $P < 0.07$ ), por parte de la dieta que contenía HP sobre la PS (Cuadro 5.2.6a).

**Cuadro 5.2.6a CALIFICACIÓN DE LA CONFORMACIÓN, COBERTURA MUSCULAR Y GRASA DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA (Puntos en escala de 1 al 100)**

REGION	PROTEINA		ENERGIA					
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
<b>CONFORMACIÓN:</b>								
LOMO	80.2	83.1	2.8	0.49	79.5	83.8	2.8	0.32
COSTILLAR	76.3	79.4	2.3	0.38	75.6	80.0	2.3	0.22
GRUPA	75.8	79.1	2.9	0.44	75.3	79.5	2.9	0.34
PIERNA	78.2	82.6	2.9	0.31	77.9	83.0	2.9	0.25
CADERA	77.2	79.6	3.1	0.61	76.8	80.0	3.1	0.48
GENERAL	77.8	81.3	2.9	0.43	77.0	82.1	2.9	0.26
<b>COBERTURA MUSCULAR:</b>								
LOMO	80.1	84.2	2.9	0.35	79.5	84.8	2.9	0.23
COSTILLAR	73.3	80.2	2.5	0.09	74.8	78.7	2.5	0.31
GRUPA	75.7	78.8	2.7	0.42	76.0	78.5	2.7	0.55
PIERNA	77.4	82.9	2.6	0.18	78.1	82.2	2.6	0.31
CADERA	76.4	81.5	2.5	0.19	76.8	81.1	2.5	0.26
GENERAL	78.2	82.3	2.4	0.26	78.1	82.4	2.4	0.24
<b>COBERTURA GRASA:</b>								
LOMO	78.4	84.6	2.4	0.11	81.1	82.0	2.4	0.83
COSTILLAR	76.4	84.5	2.6	0.06	80.1	80.8	2.6	0.87
GRUPA	76.8	83.7	2.3	0.07	80.0	80.5	2.3	0.90
PIERNA	77.1	86.0	2.2	0.02	81.6	81.5	2.2	0.97
CADERA	76.9	84.5	2.5	0.06	80.7	80.7	2.5	0.99
GENERAL	77.6	84.3	2.3	0.07	80.9	80.9	2.3	0.99

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Contrario a lo que se esperaba, la calificación de la conformación, cobertura muscular y cobertura de grasa no mostró diferencias entre regiones al ser analizadas de acuerdo al nivel de energía usado en las dietas. Esta respuesta es

posiblemente debida, a que ambos niveles fueron lo suficientemente altos, como para poder encontrar una respuesta igual y no llegar a modificar las características externas del animal.

**Cuadro 5.2.6b CALIFICACIÓN DE LA CONFORMACIÓN, COBERTURA MUSCULAR Y GRASA DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A AL INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEÍNA Y DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA (Puntos en escala de 1 al 100)**

REGION	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
<b>CONFORMACIÓN:</b>						
LOMO	78.8	81.5	80.2	86.0	4.1	0.71
COSTILLAR	73.9	78.7	77.4	81.4	3.3	0.92
GRUPA	73.7	77.8	76.9	81.2	4.1	0.99
PIERNA	76.0	80.4	79.7	86.0	4.1	0.87
CADERA	76.1	78.3	77.4	81.8	4.4	0.81
GENERAL	76.0	79.6	78.0	84.6	4.2	0.73
<b>COBERTURA MUSCULAR:</b>						
LOMO	76.0	84.3	83.1	85.3	4.1	0.48
COSTILLAR	71.5	75.0	78.1	82.3	3.5	0.93
GRUPA	74.3	77.0	77.8	79.9	3.8	0.94
PIERNA	77.1	77.8	79.2	86.6	3.7	0.40
CADERA	75.5	77.3	78.1	84.8	3.5	0.51
GENERAL	77.1	79.3	79.0	85.6	3.4	0.54
<b>COBERTURA DE GRASA:</b>						
LOMO	77.8	79.1	84.4	84.7	3.4	0.90
COSTILLAR	76.6	76.2	83.6	85.4	3.7	0.79
GRUPA	76.6	77.1	83.5	83.9	3.3	0.99
PIERNA	77.2	77.0	86.1	86.0	3.2	0.99
CADERA	77.2	76.7	84.2	84.7	3.5	0.91
GENERAL	77.8	77.3	84.1	84.6	3.3	0.88

EEM = Error estándar de la media

La interacción entre la fuente de proteína y nivel de energía no mostró diferencias entre tratamientos para las diferentes zonas y regiones, teniendo valores muy similares que variaron entre el 73.7 y 86.6 puntos, indicando que los animales presentaban características deseables y que llegaron con un acabado adecuado para el sacrificio (Cuadro 5.2.6b).

## VISCERAS:

En el Cuadro 5.2.7a se muestra el peso de las vísceras limpias, cabeza y piel. Tanto la fuente de proteína como los niveles de energía de las dietas empleadas no mostraron diferencias, encontrando valores similares en todas las porciones corporales.

**Cuadro 5.2.7a PESO DE LAS VISCERAS, CABEZA Y PIEL (kg) DE LOS TORETES DE ACUERDO A DOS FUENTES DE PROTEÍNA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGÍA CONSUMIDA**

VARIABLE	PROTEÍNA				ENERGÍA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Animales	7	8			8	7		
Pulmón y corazón	11.6	11.5	0.2	0.74	11.6	11.5	0.2	0.89
Bazo	1.1	1.1	0.1	0.81	1.1	1.1	0.1	0.84
Reticulo	4.2	4.4	0.3	0.79	4.5	4.1	0.3	0.42
Rumen	8.0	7.6	0.4	0.49	7.6	7.9	0.4	0.65
Intestino	13.7	14.7	0.5	0.21	13.8	14.6	0.5	0.34
Cabeza	14.3	14.0	0.3	0.48	14.3	14.0	0.3	0.28
Piel	41.5	43.5	1.8	0.44	43.4	41.6	1.8	0.48
TOTAL	94.4	96.8	3.7	0.57	96.3	94.8	3.6	0.56

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Para la interacción entre el nivel de energía y fuente de proteína (Cuadro 5.2.7b), únicamente se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.02$ ) en pulmón y corazón para la combinación entre la PS\*EA y HP\*EB siendo iguales entre sí y superiores a la combinación de PS\*EB y HP\*EA con 10.8 y 10.6 vs 12.5 y 12.4 kg respectivamente. Mientras que un nivel alto de energía en dietas a base de PS incremento el peso del pulmón y corazón (de 10.8 a 12.5 kg), lo opuesto sucedió cuando la fuente de proteína era HP (de 12.4 a 10.6 kg).

El grado de gordura que muestra un rumiante es importante para determinar el punto óptimo para su sacrificio y valor comercial, ya que el desarrollo muscular y deposición de grasa en este, es un indicativo para estimar el rendimiento y composición corporal.

Apple (1999), al evaluar el efecto de la condición corporal sobre el valor comercial de la canal y composición corporal de vacas de desecho, encontró que conforme el animal muestra una mejor condición corporal, se incrementa el peso vivo, la grasa dorsal, el área del lomo y el rendimiento en canal, y por el contrario, los pesos de la piel, cabeza, pulmón, corazón, hígado, riñón e intestinos van disminuyendo.

**Cuadro 5.2.7b PESO DE LAS VISCERAS, CABEZA Y PIEL (kg) DE LOS TORETES DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA CONSUMIDA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Animales	4	3	4	4		
Pulmón y corazón	10.8b	12.5a	12.4 <sup>a</sup>	10.6b	0.3	0.02
Bazo	1.1	1.1	1.1	1.1	0.2	0.89
Reticulo	4.5	4.0	4.5	4.2	0.5	0.86
Rumen	7.8	8.1	7.4	7.7	0.5	0.95
Intestino	13.6	13.7	14.0	15.4	0.7	0.43
Cabeza	14.5	14.0	14.2	13.8	0.4	0.82
Piel	43.6	39.4	43.3	43.8	2.5	0.37
<b>TOTAL</b>	<b>95.9</b>	<b>92.8</b>	<b>96.9</b>	<b>96.6</b>	<b>4.8</b>	<b>0.59</b>

EEM = Error estándar de la media

a, b, Cifras con diferente literal en el mismo renglón son diferentes estadísticamente.

## CARACTERISTICAS DE LAS CANALES

Las características de la canal se evaluaron tomando en cuenta los sitios de medición recomendados por el USDA (1989), así mismo se evaluó el color y la textura, de la carne y la grasa, encontrando colores similares para ambas y no mostrando en ninguno de los animales características indeseables. El grado de madurez se midió mediante la dentición de los animales encontrando que todos se encontraban en un rango de los 18 a 22 meses de edad (Cuadro 5.2.8a).

Al evaluar la fuente de proteína empleada sobre las características de la canal, se encontraron resultados similares para estas, no detectando diferencias entre tratamientos. Con la utilización de niveles altos de energía en la dieta se esperaría obtener una mayor deposición de grasa en las cavidades torácica, pélvica y abdominal así como el espesor de la capa de grasa dorsal y el marmoleo

intramuscular, sin embargo el nivel de energía empleado no evidenció diferencias entre tratamientos, encontrando valores satisfactorios. Esta respuesta es posiblemente debida al periodo de engorda a que se sometieron los animales.

Para la interacción entre la fuente de proteína y el nivel de energía se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.08$ ) para el contenido de grasa renal para dietas con PS, un incremento en energía propició un aumento en la grasa renal, no encontrando efecto cuando la dieta tiene HP. Para el resto de las variables evaluadas no se encontraron diferencias entre dietas (Cuadro 5.2.8b).

**Cuadro 5.2.8a CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	PROTEINA		EEM		ENERGIA		EEM	
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Numero de animales	7	8			8	7		
Rendimiento (%)	58.8	58.2	0.8	0.65	58.2	58.8	0.8	0.65
Peso canal caliente (kg)	248.7	246.2	3.5	0.62	246.2	248.7	3.5	0.63
Longitud (cm)	102.5	101.6	2.4	0.81	102.7	101.4	2.4	0.72
Area lomo (pulgadas <sup>2</sup> )	9.6	9.9	0.3	0.55	9.8	9.7	0.3	0.76
Grasa dorsal (mm)	3.5	3.9	0.3	0.50	3.7	3.7	0.4	0.90
Grasa renal (%)	1.7	1.8	0.1	0.60	1.6	1.8	0.1	0.23
Marmoleo (puntos)	1.5	2.1	0.3	0.22	1.7	1.9	0.3	0.66

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Milton et al. (1997) usando ganado europeo alimentado con pasta de soya encontró rendimientos en canal de 62.4%, área del lomo de 12.3 pulgadas<sup>2</sup> y 1.2 cm de grasa dorsal, los pesos al sacrificio reportados en ese estudio fueron de 522 kg, factor que incidió favorablemente en estos resultados si se comparan con los encontrados en este trabajo. Al compararlos en proporción a 100 kg de peso vivo final, se encuentran resultados desfavorables para este experimento al compararse con el rendimiento en canal (14 vs 12%) y resultados favorables en los siguientes parámetros; para el área del lomo (2.4 vs 2.3 pulgadas<sup>2</sup>) y la grasa dorsal (0.8 vs 2.3 mm). Estas diferencias son atribuibles a que los animales que se sacrifican a un mayor peso muestran un rendimiento, área del lomo y grasa dorsal mayores.

**Cuadro 5.2.8b CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Numero de animales	4	3	4	4		
Rendimiento (%)	58.7	58.8	57.7	58.7	1.1	0.73
Peso canal caliente (kg)	248.2	249.2	244.2	248.1	4.9	0.78
Longitud (cm)	103.3	101.7	102.1	101.0	3.5	0.96
Area lomo (pulgadas <sup>2</sup> )	9.8	9.3	9.8	10.0	0.5	0.50
Grasa dorsal (mm)	3.7	3.3	3.8	4.0	0.5	0.63
Grasa renal (%)	1.3b	2.0a	1.8ab	1.7ab	0.2	0.08
Marmoleo (puntos)	1.7	1.3	1.7	2.5	0.5	0.28

EEM = Error estándar de la media

a, b, Cifras con diferente literal en el mismo renglón son diferentes estadísticamente.

Los porcentajes de rendimiento obtenidos a partir de los animales independientemente de los tratamientos fueron satisfactorios de acuerdo a la composición racial y talla de los animales evaluados, las características de la canal fueron satisfactorias y reunían las características necesarias para su comercialización.

Basurto y Garza (1998) al evaluar el rendimiento y peso de la canal en toretes Brahman con un peso promedio de sacrificio de 402 kg alimentados con grasa y proteína de escape, reportan pesos de la canal que variaron de 229 a 240 kg y rendimientos del 57.9 al 58.4%, sin encontrar efecto por el tratamiento a que fueron sometidos los animales, datos similares a los encontrados en el presente trabajo.

En el análisis de la correlación existente entre las calificaciones de los animales en pie (conformación general, cobertura muscular y de grasa) y su correspondientes características de la canal (rendimiento, longitud, área del lomo, grasa dorsal y renal y marmoleo) se encontró correlación positiva ( $r = 0.44$ ,  $P < 0.10$ ) entre la conformación en pie y rendimiento, es decir, que a mejor conformación general mayor rendimiento de la canal, el Departamento de Genética y Control Productivo (1994) indica que cuando se realiza la evaluación del desarrollo muscular en pie y la conformación de la canal existe una correlación de 0.77.

La cobertura de la grasa del animal en pie se correlacionó positivamente con el rendimiento ( $r = 0.58$ ,  $P < 0.03$ ) y el área del lomo ( $r = 0.49$ ,  $P < 0.08$ ) de la canal, indicando que a mayor cobertura de grasa mayor rendimiento de la canal y mayor área del lomo. La primera de estas correlaciones positivas las explica Apple et al. (1999), usando vacas de desecho en donde evaluó grado de gordura y su correspondiente rendimiento en canal, en relación con el área del lomo esto se puede interpretar que a mayor gordura mayor deposición de grasa intramuscular, sin embargo esta correlación no se encontró. En el resto de las mediciones no se encontraron correlaciones (anexo 3)

### **RELACION MUSCULO : HUESO : GRASA:**

De la porción correspondiente a la base de la cola, se separó el tejido muscular, graso y óseo y se comparó con relación al porcentaje en que se encontraban. De acuerdo a la fuente de proteína usada no se encontraron diferencias en la proporción de los tejidos considerados.

También se calculó la relación entre los diferentes tejidos, tomando el músculo como la unidad de referencia, encontrándose que la cantidad de grasa con respecto al músculo para el tratamiento que contenía PS fue superior estadísticamente ( $P < 0.07$ ) sobre la HP (Cuadro 5.2.9a). en otras palabras, la tendencia con HP a sintetizar más músculo y menos grasa se evidencia estadísticamente al expresarse una en función de la otra.

De acuerdo a la concentración energética de la dieta, se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) a favor del nivel EB con una mayor cantidad de músculo depositado, así mismo se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) y ( $P < 0.04$ ) para la relación entre el hueso y la grasa respectivamente con una menor proporción con respecto al músculo a favor de las dietas que contenían una menor concentración energética. Estos resultados indican que el nivel bajo en energía favoreció una mayor deposición de músculo y midiendo la relación de este con los otros tejidos, una menor deposición de grasa y hueso.

Estos resultados contrastan con las mediciones realizadas para las características de la canal tomadas en el área del lomo, grasa dorsal, renal y

marmoleo, en donde al evaluarse estas de acuerdo al nivel de energía no se detectaron diferencias.

**Cuadro 5.2.9a COMPOSICION DE TEJIDOS EN LA BASE DE LA COLA DE TORETES ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE PROTEINA O DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	PROTEINA				ENERGIA			
	PS	HP	EEM	P<	B	A	EEM	P<
Grasa (%)	33.0	25.3	3.4	0.15	26.9	31.4	3.4	0.39
Músculo (%)	30.3	32.9	1.7	0.31	36.3	27.0	1.7	0.01
Hueso (%)	36.7	41.7	2.6	0.20	36.8	41.6	2.6	0.20
Relación hueso:músculo	1.35	1.32	0.12	0.85	1.03	1.64	0.12	0.01
Relación grasa:músculo	1.24	0.82	0.14	0.07	0.78	1.27	0.14	0.04

EEM = Error estándar de la media

PS = Pasta de soya, HP = Harina de pescado, B = Baja, A = Alta.

Para la interacción entre la fuente de proteína y el nivel de energía no se encontraron diferencias ni entre la composición de los tejidos, ni entre la relación existente de estos en los animales (Cuadro 5.2.9b).

**Cuadro 5.2.9b COMPOSICION DE TEJIDOS EN LA BASE DE LA COLA DE TORETES ALIMENTADOS DE ACUERDO A LA INTERACCION ENTRE DOS FUENTES DE PROTEINA Y DIFERENTE NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE	SOYA		PESCADO		EEM	P<
	BAJA	ALTA	BAJA	ALTA		
Grasa (%)	29.9	36.1	24.0	26.6	4.8	0.72
Músculo (%)	36.4	24.3	36.1	29.8	2.4	0.28
Hueso (%)	33.7	39.6	39.9	43.6	3.6	0.78
Relación hueso:músculo	0.95	1.75	1.10	1.54	0.17	0.32
Relación grasa:músculo	0.89	1.58	0.66	0.97	0.20	0.38

EEM = Error estándar de la media

Belk et al. (1991) al evaluar la deposición y distribución de grasa en canales de bovinos de tres tamaños corporales en combinación de tres grados de desarrollo muscular, considerando que la tasa de madurez del animal influye sobre el potencial de crecimiento y la calidad de la canal en donde el desarrollo muscular subsecuentemente refleja diferencias en la relación hueso:músculo en la canal, encontrando que independientemente del tamaño durante el desarrollo de la

finalización la grasa subcutánea y seccionable tendió a depositarse mayoritariamente en la parte ventral (en los flancos) del animal que en la dorsal.

Wheeler et al. (1996) en un estudio de caracterización del tipo biológico de ganado evaluaron las características de la canal, encontrando que el ganado cebú calificaba superior en rendimiento pero con marmoleo pobre y menor terneza de la carne al compararse con raza europeas. Apple et al. (1999) al evaluar la influencia de la condición corporal sobre las características de la canal y cortes primarios en vacas de desecho, encontraron un efecto lineal, en donde a mejor condición corporal (gordura) se encontró mayor cantidad de músculo en relación al hueso, una mayor cantidad de grasa con relación al músculo y por consecuencia un mayor rendimiento en canal.

En las correlaciones existentes entre la calificación en pie (conformación general, cobertura muscular y de grasa) y su correspondiente porcentaje de músculo, grasa y hueso así como sus proporciones medidas en la base de la cola, se encontró que la cobertura muscular se correlaciona positivamente ( $r = 0.49$ ,  $P < 0.08$ ) con la relación hueso:musculo, es decir que a mejor cobertura muscular del animal en pie se obtuvo una mayor cantidad de músculo y menor cantidad de hueso a nivel de las vértebras coccígeas. En el resto de las mediciones no se encontraron correlaciones (Anexo 4).

De las mediciones realizadas en la base de la cola (porcentaje de músculo, grasa y hueso así como sus proporciones) con su correspondiente correlación con las mediciones de las características de la canal (rendimiento, longitud, área del lomo, grasa dorsal y renal y marmoleo), se identifico como excepción, que existe una correlación negativa ( $r = -0.53$ ,  $P < 0.05$ ) entre el porcentaje de músculo con cantidad de grasa renal, encontrando que a mayor porcentaje de músculo en la base de la cola se encuentra una menor cantidad de grasa renal depositada en la canal. En el resto de las mediciones no se encontraron correlaciones (Anexo 5).

Al analizar las Correlaciones que se pudieran encontrar en las mediciones que se realizaron en la base de la cola (Porcentaje de tejidos y sus proporciones) se encontró que el porcentaje de músculo se correlaciona negativamente con el porcentaje de grasa ( $r = -0.68$ ,  $P < 0.01$ ), con la relación hueso:músculo ( $r = -0.84$ ,  $P < 0.01$ ) y con la relación músculo:grasa ( $r = 0.89$ ,  $P < 0.01$ ). Esto se interpreta, que a

mayor cantidad de músculo en la base de la cola, se tiene menor cantidad de grasa y su relación con esta es menor, además de que se tendría menor cantidad de hueso. Por su parte el porcentaje de grasa se correlaciona negativamente con el porcentaje de hueso ( $r = -0.58$ ,  $P < 0.04$ ) y positivamente con la relación músculo:grasa ( $r = 0.87$ ,  $P < 0.01$ ), es decir, que a mayor cantidad de hueso se encuentra menor cantidad de grasa y que al aumentar el porcentaje de grasa en la cola su relación con el músculo aumenta también. El porcentaje de hueso se correlaciona positivamente ( $r = 0.64$ ,  $P < 0.01$ ) con la relación hueso:músculo, entendiéndose que a menor cantidad de hueso en la cola su relación con el músculo es mayor. Finalmente las relaciones entre tejidos se correlacionan positivamente ( $r = 0.65$ ,  $P < 0.02$ ), es decir, que al aumentar la cantidad de músculo se disminuye la de grasa y hueso (Anexo 6).

## DISCUSION GENERAL

Los ganaderos de bovinos para carne producen bajo un complejo sistema, en el cual interactúan los recursos disponibles, sistema de manejo y mercado. Se enfrentan a la disyuntiva cada año de mantener y producir su pie de cría, vender los becerros al destete o desarrollarlos e inclusive finalizarlos en pastoreo o en corral, conforme a una calidad de canal que demanda el mercado consumidor. Por estas razones se tiene que buscar una eficiencia (económica, biológica y energética) y una sustentabilidad (uso de forrajes y praderas contra una dependencia de granos) que afecte lo menos posible el sistema de producción. La aceptabilidad en la eficiencia y el mercadeo esta fuertemente influenciada por el genotipo de el animal, ya que de este dependen las tasas de ganancia de peso y la composición corporal (Short et al., 1999).

Las grasas y aceites representan una fuente suplementaria de energía y tradicionalmente no pueden ser adicionados en niveles superiores al 3 o 4% a la dieta de rumiantes sin mostrar efecto negativo sobre la fermentación ruminal. Semillas de oleaginosas, grasas protegidas y suplementos proteicos se han usado para incrementar la tasa de escape ruminal en la dieta, esto es importante para soportar tanto altas producciones de leche como en corral de engorda (Rumsey et al., 1999).

En el caso del requerimiento de proteína bajo condiciones intensivas de producción es mayor, y se ha intentado cubrirlo ya sea, a partir del incremento de la síntesis de proteína microbial, de la manipulación de las fuentes de proteína o usando aminoácidos protegidos a la degradación ruminal. El uso de aminoácidos protegidos a la degradación ruminal no siempre ha demostrado tener un efecto positivo al ser usados en pruebas de comportamiento productivo para bovinos en crecimiento, Merchen y Titgemeyer (1992) sugieren que esto en la practica es debido a la diferente calidad que existe entre los ingredientes alimenticios y la variación de aminoácidos en la síntesis de proteína bacteriana ruminal, por lo que todavía es necesario identificar las características de las dietas bajo las cuales se usan estos aminoácidos para obtener el máximo beneficio posible.

Milton et al. (1997) concluye que la fuente de proteína que escapa a la digestión ruminal tienen poco valor en toretes en finalización usando dietas con maíz

rolado, causado probablemente porque las necesidades de proteína metabolizable se satisfacen con lo aportado por la pasta de soya en combinación con el maíz que sobrepasan el rumen más la proteína microbial producida. El incremento en la respuesta de toretes en engorda a la suplementación de pasta de soya en niveles del 5.6% en comparación con urea es resultado de un posible incremento en la utilización de la energía dietaria.

La AFRC (1993) indica que la suplementación de 500 g de HP a toretes de rápido crecimiento en pastoreo permite la deposición de mayor cantidad de proteína, dependiendo de la clase de ganado y si esta substituye a otro alimento concentrado o se añade a la ración se logran mejoras de peso de 100 a 250 g diarios. Y que con solo 400 g de HP que aporten 100 g de proteína no degradable en el rumen pero que sea digestible se cubren las necesidades de proteína metabolizable en el caso de los machos de rápido crecimiento, efecto que se disminuye o se pierde en animales adultos o de madurez tardía. Se ha confirmado que la HP puede tener efectos en el rumen que determinen mejoras en la ingestión de materia seca de forrajes, digestibilidad de la ración y síntesis de proteína microbiana, los efectos más notables se han logrado con ensilajes de menor calidad y para tasas de crecimientos lentos. Parece probable que la HP mejora la sincronía en la liberación de nutrientes que contienen energía y Nitrógeno para los microorganismos del rumen, debido al lento ritmo de degradación de la HP que es comparable con el ritmo de degradación de la fracción correspondiente a las paredes celulares de los alimentos groseros.

Sindt et al., (1993) y Basurto y Garza (1998) indican que la respuesta al uso de fuentes de proteína protegida a la degradación ruminal (harinas de carne, sangre, pescado o plumas) sobre las ganancias de peso y eficiencia alimenticia en vacas o toretes de campo las afecta positivamente y son significativas durante los primeros días de la engorda, pero posteriormente la respuesta no se ve afectada por la fuente de proteína, encontrando que esta respuesta es debida a que la concentración de nitrógeno medido como el porcentaje que escapa a la degradación ruminal es aceptable, siendo de 52.3, 93.3, 91.7, 65.7, 63.6 y 23.2 para pasta de soya, harina de sangre, harinas de pluma, maíz rolado, sorgo rolado y ensilaje de maíz respectivamente. Cuando se usan dietas en finalización a base de urea y se es deficiente en la cantidad de proteína metabolizable durante los primeros 40 días se justifica el uso de fuentes de proteína protegida, pero la cantidad de esta proteína metabolizable debe ser la adecuada posteriormente. Se considera que esta

respuesta se presenta por los bajos consumos de alimento durante la etapa inicial y que puede limitar la producción de proteína bacteriana o bien darse esta respuesta en el comportamiento por el estado nutricional previo a la engorda que se somete el animal, por lo que sugieren el cambio de suplementos proteicos de sobrepaso a suplementos que aporten nitrógeno no proteico después de los 40 a 80 días.

La presencia de nitrógeno amoniacal en concentraciones adecuadas en el rumen es indispensable para mantener un crecimiento bacteriano constante, el uso de nitrógeno no proteico y/o proteína soluble en la dieta es necesario para lograr un ecosistema ruminal estable, existiendo de un 50 al 70% del nitrógeno bacteriano y protozoal derivado de  $\text{NH}_3\text{N}$  (Firkins et al., 1992). Milton et al. (1997) y Shain et al. (1998) concluyen que el mejor nivel de inclusión de urea en dietas a base de maíz rolado para obtener la mejor ganancia y eficiencia alimenticia es entre un 0.5 y 0.9 % de la materia seca, esta respuesta es más consistente sobre todo cuando las concentraciones de proteína metabolizable que escapa a la degradación ruminal es mayor al 60% del total de la proteína aportada en la dieta, ya que una disminución en la concentración de proteína soluble puede causar una reducción en la síntesis de proteína microbial y una posible reducción en la digestión ruminal del almidón cuando esta es la fuente principal de energía en la dieta.

Lo antes descrito es importante, ya que al emplearse suplementos con una alta concentración de proteína degradable en el rumen se logra un mayor consumo y digestibilidad de forrajes cuando estos son de mala calidad, también la fuente de carbohidratos tiene efecto sobre la digestibilidad del forraje, ya que una mayor cantidad de almidón en la dieta deprime la digestión del forraje y al combinarse una menor cantidad de almidón con una mayor cantidad de proteína degradable se encuentra una mayor digestibilidad de la fibra (Heldt et al., 1999).

En el caso de las correlaciones encontradas entre las evaluaciones en pie y sus correspondientes características de la canal y composición de los tejidos, se puede deducir que en su mayoría son un tanto lógicas, ya que existen antecedentes (Milton et al., 1997, D.G.C.P., 1994) de que animales con una mejor conformación general, es decir un animal que tiene un mayor grado de desarrollo muscular y mayor cobertura de grasa sería mejor su rendimiento en canal y la relación músculo:hueso. La correlación positiva encontrada entre el grado de gordura y el área del lomo es difícil de interpretar ya que el grado de marmoleo en los animales

no mostró diferencias. Es por esta razón, que cuando se pretende estimar la composición corporal a partir de animales en pie, preferentemente se usen varios métodos o técnicas como son el uso de ultrasonido, marcadores en dilución, zoometría, etc. en auxilio de la condición corporal como predictores (Castellanos, 1990).

En el caso de las correlaciones entre las mediciones de la canal y la composición de tejidos y las relaciones entre estos en la base de la cola, se encontró, que a mayor cantidad de musculo se tiene menor cantidad de grasa y hueso. Cabe hacer mención que la utilización de esta parte del animal como referencia para poder estimar la proporción de tejidos en una canal se hizo en forma empírica, sin disponer de apoyo técnico previamente referenciado. sin embargo, y en base a los resultados encontrados en la presente investigación, se puede considerar como una alternativa metodológica interesante que amerita de un estudio de validación. La forma como esta técnica se emplea aquí es de índole relativo, al jerarquizar entre tratamientos únicamente, y no con un carácter de índole predictivo de rendimiento.

En el supuesto caso de que todos los tejidos y todos los órganos se desarrollaran a la misma velocidad relativa que el resto del cuerpo, y si cada kg de peso vivo ganado tuviera la misma composición, el conocimiento de la ganancia diaria de peso seria suficiente para caracterizar el crecimiento y para definir la calidad de las canales. Sin embargo, esto no es lo que sucede en la practica. Es decir, la condición corporal per se no es suficiente para poder estimar la composición corporal.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## CONCLUSIONES

- 1.- Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación, el uso de pasta de soya o harina de pescado como fuente de proteína, el nivel bajo o alto de energía o su interacción no modifican significativamente los resultados sobre la digestibilidad, volumen y contenido ruminal, el comportamiento productivo, y el rendimiento de la canal, no así, en las variables de desaparición in situ, pH, nitrógeno amoniacal, calificación en pie y composición corporal, variables en las que sí se observó efecto de tratamiento. Por lo que es factible modificar la composición corporal en términos de relación grasa:músculo. a través de la inclusión de fuentes de proteína y/o energía de sobrepaso.
- 2.- La utilización de la base de la cola del animal como referencia para poder estimar la proporción de tejidos en una canal se hizo en forma empírica, sin disponer de apoyo técnico previamente referenciado. Sin embargo, y en base a los resultados encontrados en la presente investigación, se puede considerar como una alternativa metodológica interesante que amerita de un estudio de validación para poder predecir la composición de la canal.

## IMPLICACIONES

La respuesta productiva que se logre obtener a la utilización de diferentes fuentes que aporten proteína de sobrepaso para ganado bovino, dependerá de diversos factores; que involucran tanto a la combinación de ingredientes y sus niveles de inclusión en la dieta, así como las condiciones propias del tipo de animal a engordar (raza, sexo, edad, nivel nutricional previo, etc.), existiendo, la posibilidad, de modificar la composición corporal a partir de la manipulación e inclusión en la dieta de diferentes niveles de calidad de proteína como sucede en otras especies pecuarias (aves y cerdos). Por su parte, el nivel de energía a usar es importante, bajo las características de los animales usados en el presente experimento, se encontró numéricamente una mejor respuesta productiva en el nivel bajo de energía independientemente de la fuente proteica usada, pudiendo en este caso ser cuestionables los requerimientos nutricionales indicados en el N.R.C. para este tipo de ganado.

## REFERENCIAS

- Agricultural and Food Research Council. 1993. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 85-103
- Almeida P J J, Garza F J D. 1997. Valor nutritivo del grano de cebada en comparación con el grano de maíz y sus combinaciones para toretes de engorda en finalización. XXXIII. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz Mex. 60.
- Allison M J. 1982. Nitrogen requirements of ruminal bacteria. In: Owens F N. (Ed). Symposium Proceedings: Protein requirements for cattle. Okla. Agr. Sta. MP-109: 128-132.
- Apple J K. 1999. Influence of body condition score on live and carcass value of cull beef cows. J. Anim. Sci. 77:2610-2620.
- Apple J K, Davis J C, Stephenson J, Hankins J E, Davis J R, Beaty S L. 1999. Influence of body condition score on carcass characteristics and subprimal yield from cull beef cows. J. Anim. Sci. 77:2660-2669.
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis, 13th Ed. Washington, D.C.
- Barrón A M, Garza F J D. 1995. Parámetros ruminales en novillos cebú alimentados con maíz, pollinaza y diferentes fuentes proteicas. Veterinaria México. Vol. 26. Sup. 2:220.
- Basurto G R. 1995. Dinámica y digestión ruminal de bovinos de carne alimentados con dietas a base de grano de maíz y pollinaza. Tesis de Maestría. FESC-UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo de México.
- Basurto G R, Garza F J D. 1995. Parámetros ruminales (pH amonio y AGV) y urea sanguínea en novillos brahman alimentados con distintos niveles de pollinaza. Veterinaria México. Vol. 26. Sup. 2:221.
- Basurto G R, Garza F J D. 1998. Efecto de la inclusión de grasa o proteína de escape ruminal en el comportamiento de toretes brahman en engorda. Tec. Pecu. Mex. Vol. 36. Nº 1. 35-47
- Belk K E, Tatum J D, Williams Jr. F L. 1991. Deposition and distribution of carcass fat for steers differing in frame size and muscle thickness. J. Anim. Sci. 69:609-616.

- Bergen W G. 1974. Protein synthesis in animal models, in: protein synthesis and muscle growth, A Symposium. American Soc. Anim. Sci., Champaign, IL.
- Bergen W G, Bates D B, Johnson D E, Waller J C, Black J R. 1982. Ruminant microbial protein synthesis and efficiency. In: Owens F N. (Ed). Symposium Proceedings: Protein requirements for cattle. Okla. Agr. Exp. Sta. MP-121: 99-112.
- Bergen W G, Yokoyama T M. 1977. Productive limits to rumen fermentation. J. Anim. Sci. 46:573-584.
- Berry W T. 1983. The future for beef. Beef Cattle Science Handbook. Vo. 19 Westview press, Boulder, Col. U.S.A.
- Brethour J R. 1988. Modeling rate of increase in backfat thickness in feedlot steers. J Anim. Sci. 66 (Suppl. 1):453 (abstr.).
- Brethour J R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. J. Anim. Sci. 68:2603-2613.
- Broderick G A, Kang J H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. J. Dairy Sci. 63:64.
- Castellanos R A F. 1990. Técnicas para estimar la composición corporal. Manual de técnicas de investigación en rumiología. 1a. Ed. Consultores en producción animal S.C. 257-267.
- Coleman S W, Evans B C, Guenther J J. 1993. Body and carcass composition of Angus and Charolais Steers as affected by age and nutrition. J. Anim. Sci. 71:86-95.
- Confederación Nacional Ganadera. 1996. Evolución y situación actual de la industria de la carne en México. Ganadero. Mayo-junio. 19-30.
- Daley D A, Tatum J D, Taylor R E. 1983. Accuracy of subjective and objective preslaughter estimates of beef carcass fat thickness. J. Anim. Sci. 56:1-5.
- Département Génétique et Contrôle des Performances. 1994. Institut de L'élevage. Pointage au sevrage des bovins de race à viande. 2<sup>o</sup> trimestre. Compte rendu n° 2198.
- Dolezal H G, Tatum J D, Williams F L. 1993. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness and age class on days fed, weight and carcass composition. J. Anim. Sci. 71:2975-2985.

- Early R J, McBride B W, Ball R O. 1990a. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: I. Growth, serum chemistry and carcass weights. *J. Anim. Sci.* 68:4134-4143.
- Early R J, McBride B W, Ball R O. 1990b. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: II. Carcass and noncarcass tissue components and chemical composition. *J. Anim. Sci.* 68:4144-4152.
- Fenton T W, Fenton M. 1979. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Can. J. Anim. Sci.* 59:631
- Firkins J L, Weiss W P, Piwonka E J. 1992. Quantification of intraruminal recycling of microbial nitrogen using nitrogen-151. *J. Anim. Sci.* 70:3223-3233.
- Fursey G A J, Miles C A, Page S J, Fisher A V. 1991. Speed of ultrasound in hereford bulls and its correlation with carcass composition. *Anim. Prod.* 52:263-269.
- Garza F J D. 1990a. Técnicas para realizar la fistulación y canulación del esófago y del rumen. Manual de técnicas de investigación en rumiología. 1a. ed. Consultores en producción animal S.C. p 231-242.
- Garza F J D. 1990b. Water kinetics in the rumen of beef cattle. Thesis Doctor of Philosophy. Oklahoma State University, Oklahoma, USA. 168.
- Garza F J D, Owens F N, Welty S, Summers J. 1992. Frequency of urea dosing for beef steers fed low protein hay. *Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. MP-136:* 271-276.
- Garza F J D. 1993. Ganancia de peso compensatoria. Memoria del curso; Desarrollo y engorda de ganado. PIPEM. INIFAP. Morelia. Mich. Mex. 45-51.
- Gibb M J, Baker R D. 1991. Compensatory growth and body composition changes in grazing steers following silage feeding without or with a supplement of fish meal and monensin. *Anim. Prod.* 52:237-247.
- Goering H K, Van Soest P J. 1975. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook No. 379 ARS-USDA, Washington, D.C.
- Hafez E S E, Dyer I A. 1972. Desarrollo y nutrición animal. Ed. Acribia. Primera Ed. Zaragoza, España.
- Heldt J S, Cochran R C, Mathis C P, Woods B C, Olson K C, Titgemeyer E C, Nagaraja T J, Vanzant E S, Jhonson D E. 1999. Effects of level and source of

carbohidrat and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef steers. *J. Anim. Sci.* 77:2846-2854.

- Henderson-Perry S C, Corah L R, Perry R C. 1990. The use of ultrasound in cattle to estimate subcutaneous fat thickness and ribeye area. *J. Anim. Sci.* 67(Suppl.1):433.
- Hendrick H B. 1983. Methods of estimating live animal and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 57(5):1316.
- Hespel B R, Bryant P M. 1979. Efficiency of rumen microbial growth. Influence of some theoretical and experimental factors on ATP. *J Anim. Sci.* 49(6). p. 1640
- Hicks R B, Owens F N, Gill D R, Martin J J, Strasia C A. 1988. Water intake by feedlot steers. *Okla. Anim. Sci. Rpt. Mp-125:208*
- Houghton P L. 1988. Application of ultrasound in commercial feedlots and beef breeding programs. *Beef Improvement Federation Proc. Alburquerque N. M.* 89-99.
- Houghton P L, Simms D D, Wilson D E. 1989. How practical is ultrasound?. *Proc. Range Beef Cow Symposium. Rapid City. SD.* 57-67.
- Houghton P L, Turlington L M. 1992. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.* 70:930-941.
- Houtert van M F J, Perdok H B, Leng R A. 1990. Factors affecting food efficiency and body composition of growing ruminants offered straw-based diets: supplementation with lipids and without protein meal. *Anim. Prod.* 51:321-331.
- Ivings W E, Gibb M J, Dhanoa M S, Fisher A V. 1993. Relationships between velocity of ultrasound in live lactating dairy cows and some post-slaughter measurements of body composition. *Anim. Prod.* 56:9-16.
- Kempton T J. 1980. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. *Prod. Anim. Trop.* 5:115-126.
- Kerry C M, Amos H E, Frestchel M A. 1993. Effects of supplemental protein source on intraruminal fermentation protein degradation and amino acid absorption. *J. Dairy Sci.* 76:515-524.
- Knabe D A. 1997. Contenido y digestibilidad de proteína y aminoácidos en subproductos de origen animal. *Feed & Grain para la América Latina.* Abril. p 4-11.

- Kotb A R, Luckey T D. Markers in nutrition. *Nutr. Abst. & Rev.* 1972. 42(3):28.
- Lee Y B, Old C A, Hinman N, Garret W N. 1983. Effect of beef type and energy intake on carcass traits and adipose tissue cellularity. *J. Anim. Sci.* 57:621-627.
- Lewis J M, Klopfenstein T J, Stock R A. 1990. Evaluation of intensive vs extensive systems of beef production and the effect of level of beef cow milk production on postweaning performance. *J. Anim. Sci.* 68:2517.
- Lorenzen C L, Hale D S, Griffin D B, Sabell J W, Belk K E, Frederick T L, Miller M F, Montgomery T H, Smith G C. 1993. National beef quality audit: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.* 71:1495-1502.
- Ludden P A, Kerley M S. 1997. Amino acid and energy interrelationships in growing beef steers: I. The effect of level of feed intake on ruminal characteristics and intestinal amino acid flows. *J. Anim. Sci.* 75:2550-2560.
- May S G, Mies W L, Edwards J W, Williams F L, Wise J W, Morgan J B, Savell J W, Cross H R. 1992. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score and external fatness. *J. Anim. Sci.* 70:2431-2445.
- M. B. Meat Evaluation Handbook. 1988. National Live Stock and Meat Board. Illinois, USA.
- McBride B W, Kelly J M. 1990. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: A review. *J. Anim. Sci.* 68:2997.
- Mehrez A Z, Orskov E R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 88:645.
- Mehrez A Z, Orskov E R, McDonald I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Br. J. Nutr.* 38:437.
- Merchen N R, Elizalde J C, Drackley J K. 1997. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 75:2223-2234.
- Merchen N R and Titgemeyer. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J. Anim. Sci.* 70:3238.
- Mertens D R, Ely L O. 1979. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *J. Anim. Sci.* 49:1085.

- Mertens D R, Ely L O. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization. A dynamic model evaluation. *J. Anim. Sci.* 54:895.
- Mertens D R, Lofton J R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *J. Dairy Sci.* 63:1437-1446.
- Milton C T, Brandt R T, Titgemeyer E C, Kuhl G L. 1997. Effect of degradable and escape protein and roughage type on performance and carcass characteristics of finishing yearling steers. *J. Anim. Sci.* 75:2834-2840.
- National Research Council. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. (6th Ed.) National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- National Research Council. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. (7th Ed.) National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- National Research Council. 1985. Ruminant Nitrogen Usage. National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- Orskov E R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Editorial Acribia. Zaragoza España. 1a Ed.
- Orskov E R, DeB-Hovell F D, Mould F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5:213-233.
- Orskov E R, Mc Donald I. 1979. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.* 92:499.
- Owens F N, Bergen W G. 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals: Historical Perspective, current understanding an future implications. *J. Anim. Sci.* 57(2):498.
- Owens F N, Dubeski P, Hanson C F. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.
- Owens F N Goetsch A L. 1984. Digesta passage and microbial protein syntesis. In: Milligan L P, Grovum W L, Dobson A. (Eds). Control of digestion and metabolism in ruminants. Proceedings of the sixth International Symposium on Ruminant Physiology. p 196-223.
- Owens F N, Lousy K S, Mizwicki K, Forero O. 1980. Slow ammonia release from urea: Rumen and metabolism studies. *J. Anim. Sci.* 50(3):527.
- Owens F N, Zinn R. 1988. Protein metabolism of ruminants animals. In: Church D C. (De). The Ruminant Animal. Digestive physiology and nutrition. 1st. Ed. USA: Prentice Hall. p 227-249.

- Park B, Whittaker A D, Miller R K, Hale D S. 1994a. Predicting intramuscular fat in beef longissimus muscle from speed of sound. *J. Anim. Sci.* 72:109-116.
- Park B, Whittaker A D, Miller R K, Bray D E. 1994b. Measuring intramuscular fat in beef with ultrasonic frequency analysis. *J. Anim. Sci.* 72:117-125.
- Perry T C, Stouffer J R, Fox D G. 1989. Use of real time and attenuation ultrasound measurements to measure fat deposition, rib eye area and carcass marbling. *J. Anim. Sci.* 67(Suppl. 1):120 (Abstr).
- Pezo D A. 1990. Medición de las tasas de degradación ruminal en alimentos. *Nutrición de rumiantes: Guía metodológica de investigación.* ALPA-RISPAL. San José, Costa Rica. 115-126.
- Philippeau C, Martin C, Michalet-Doreau B. 1999. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. *J. Anim. Sci.* 77:1587-1596.
- Porter S J, Owen M G, Page S J, Fisher A V. 1990. Comparison of seven ultrasonic techniques for in vivo estimation of beef carcass composition with special reference to performance testing. *Anim. Prod.* 51:489-495.
- Preston T R, Willis M B. 1974. *Producción intensiva de carne.* Editorial Diana S.A. México D.F.
- Prigge E C, Galyean M L, Owens F N, Wagner D G, Johnson R R. 1978. Microbial protein synthesis in steers fed processed corn rations. *J. Anim. Sci.* 66:(1)249.
- Rodríguez G F, Llamas L G. 1990. Digestibilidad, balance de nutrimentos y patrones de fermentación ruminal. *Manual de técnicas de investigación en rumiología.* 1a. Ed. Consultores en Producción Animal S.C. p 95-126.
- Rumsey T S, Elsasser T H, Kahl S. 1999. Performance and digestibilities of beef cattle fed diets supplemented with either soybean meal or roasted soybeans and implanted with Synovex. *J. Anim. Sci.* 77:1631-1637.
- Ryan W J, McIntyre B L, Trevenen S J. 1982. Fat scoring of beef cattle. Western Australian Department of agriculture. *Farmnote* N° 50/82. Agdex 420/84
- SARH. 1980. Norma de Calidad Mexicana para comercialización de ganado vacuno en pie para abasto. MCM-PC/1-1980. México D.F.
- SARH. 1990. Boletín mensual de información básica del Sector Agropecuario y Forestal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F.

- SAS. 1987. Statistics Analysis System User's guide: Statistics. Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Satter L D, Slyter L L. 1974. Effect of Ammonia Concentration on Rumen Microbial Protein Production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32:199-204.
- Satter L D A. 1982. Metabolizable protein system keyed to ruminal ammonia concentration - The Wisconsin System. In: Owens F N. (Ed). Symposium Proceedings: Protein requirements for cattle. Okla. Agr. Exp. Sta. MP-109: 245-264.
- Schanbacher B D. 1984. Manipulation of endogenous and exogenous hormones for red meat production. *J. Anim. Sci.* 59:1621-1630.
- Schauff D J, Clark J H. 1989. Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production and milk composition. *J. Dairy Sci.* 72:917
- Shain D H, Stock R A, Klopfenstein T J, Herold D W. 1998. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 76:242-248.
- Shimada A S M. 1986. Crecimiento compensatorio. *Engorda de ganado bovino en corrales*. 1a. Ed. Consultores en producción animal S.C. México D.F. 13-19.
- Short R E, Grings E E, MacNeil M D, Heitschmidt R K, Williams C B, Bennett G L. 1999. Effects of sire growth potential, growing-finishing strategy, and time of feed performance, composition, and efficiency of steers. *J. Anim. Sci.* 77:2406-2417
- Sinclair L A, Garnsworthy P C, Newbold J R, Buttery P J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in Sheep. *J. Agric. Sci.* 120:251-263
- Sindt M H, Stock R A, Klopfenstein T J, Shain D H. 1993. Effect of protein source and grain type on finishing calf performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 71:1047-1056.
- Smith M T, Oltjen J W, Dolezal H G, Gill D R, Behrens B D. 1990. Evaluation of real-time ultrasound for predicting carcass traits of feedlot steers. *Animal Science Research Report*. Oklahoma Agricultural Experiment Station. U.S.A. 374-383.

- Smith M T, Oltjen J W, Dolezal H G, Gill D R, Behrens B D. 1992. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 70:29-37.
- Smith R H. 1979. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. *J. Anim. Sci.* 49(6):1604.
- Soria R L, Aveldaño R, Ortiz L. 1987. Levantamiento fisiográfico del Estado de Querétaro. CIFAP-Guanajuato. INIFAP-SARH. p 135.
- Steel R G D, Torrie J H. 1981. Principles and procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Singapore. 2a. De. McGraw-Hill International Book Co. p 633.
- Stern M D, Bach A, Calsamiglia S. 1997. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 75:2256-2276.
- Storm E. 1982. Isolation and utilization of microbial protein in ruminants. PhD Thesis. University of Aberdeen. p 109.
- Stouffer J R, Perry T C, Fox D G. 1989. New techniques for real time ultrasonic evaluations of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67(Suppl. 1):121 (Abstr).
- Tejada de H I. 1992. Control de calidad y análisis de alimento para animales. Ed. Sistema de Educación Continua en Producción Animal A. C. México D.F.
- Titgemeyer E C. 1997. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J. Anim. Sci.* 75:2235-2247.
- Tolley E A, Tess M W, Johnson T, Pond K R. 1988. Effect of switching diets on growth and digesta kinetics in cattle. *J. Anim. Sci.* 66:2551.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco. 1993. IV Concurso de rendimiento de ganado bovino y clasificación de canales. Asociación de Engordadores de Guadalajara. Dirección Técnica. U.G.R.J. Jalisco, México.
- U.S.D.A. 1989. Official United States standards for grades of carcass beef. USDA, Agricultural Marketing Service. Washington, D. C.
- Van Soest P J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. 1st ed. Portland, Or. USA: O & B Books Inc. p 373
- Weakley C D. 1983. Influence of roughage level, ruminal pH and ammonia concentration on ruminal protein degradation and microbial protein synthesis in cattle. Thesis Doctor of Philosophy. Oklahoma State University.

- Wheeler T L, Cundiff L V, Koch R M, Crouse J D. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV) carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* 74:1023-1035
- Winchester C F, Morris M J. 1956. Water intake rates of cattle. *J. Anim. Sci.* 15:722-740.
- Wright I A, Russel A J F. 1984. Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows. *Anim. Prod.* 38:33-44.
- Wright I A, Russel A J F. 1991. Changes in the body composition of beef cattle during compensatory growth. *Anim. Prod.* 52:105-113.
- Yokoyama M T, Johnson K A. 1988. Microbiology of the rumen and intestine. In: Church D C. (ed) *The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition.* 1st ed. USA. Prentice Hall. 125-144.
- ZAP 1.16. Visual Feedlot Consultant. Copyright 1997, 1998. VeraSys, LLC. All right Reserved.
- Zinn R A. 1990. Influence of time of day on live weight measurements for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 68:915-918.

## APENDICE

### ANEXO 1

**APORTE DE PROTEÍNA Y AMINOÁCIDOS METABOLIZABLES POR PARTE DE LA DIETA, LOS MICROORGANISMOS RUMINALES Y TOTALES AL COMPARARSE CON EL REQUERIMIENTO DEL ANIMAL EN BASE A SU RESPUESTA PRODUCTIVA AL CONSUMIR LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**

#### TRATAMIENTO: PASTA DE SOYA Y NIVEL DE ENERGÍA BAJA.

Metabolizable (g/d)	DIETARIO	MICROBIANO	TOTAL	REQUERIMIENTO G.D.P. 1.52 kg
Proteína	324.0	478.9	802.9	712.0
Arginina	13.1	24.4	37.5	23.5
Histidina	7.2	9.6	16.8	17.8
Isoleucina	11.1	27.3	38.4	19.9
Leucina	31.1	38.8	69.9	47.7
Lisina	11.0	37.8	48.8	45.6
Metionina	3.5	12.5	16.0	14.2
Fenilalanina	12.9	24.4	37.3	24.9
Treonina	9.9	27.8	37.7	27.8
Triptofano	2.7	7.8	10.5	4.3
Valina	13.1	29.7	42.8	28.5

#### TRATAMIENTO: PASTA DE SOYA Y NIVEL DE ENERGÍA ALTA.

Metabolizable (g/d)	DIETARIO	MICROBIANO	TOTAL	REQUERIMIENTO G.D.P. 1.73 kg
Proteína	337.8	483.0	820.8	763.5
Arginina	13.4	24.6	38.0	25.2
Histidina	7.5	9.7	17.2	19.1
Isoleucina	11.5	27.5	39.0	21.4
Leucina	32.8	39.2	72.0	51.2
Lisina	11.2	38.2	49.4	48.9
Metionina	3.7	12.6	16.3	15.3
Fenilalanina	13.4	24.6	38.0	26.7
Treonina	10.3	28.0	38.3	29.8
Triptofano	2.7	7.9	10.6	4.6
Valina	13.6	29.9	43.5	30.5

**TRATAMIENTO: HARINA DE PESCADO Y NIVEL DE ENERGÍA BAJA.**

Metabolizable (g/d)	DIETARIO	MICROBIANO	TOTAL	REQUERIMIENTO G.D.P. 1.51 kg
Proteína	398.8	468.9	867.7	708.2
Arginina	16.1	23.9	40.0	23.4
Histidina	8.5	9.4	17.9	17.7
Isoleucina	13.9	26.7	40.6	19.8
Leucina	36.3	38.0	74.3	47.4
Lisina	15.8	37.0	52.8	45.3
Metionina	7.3	12.2	19.5	14.2
Fenilalanina	15.7	23.9	39.6	24.8
Treonina	13.4	27.2	40.6	27.6
Triptofano	3.3	7.6	10.9	4.2
Valina	16.8	29.1	45.9	28.3

**TRATAMIENTO: HARINA DE PESCADO Y NIVEL DE ENERGÍA ALTA.**

Metabolizable (g/d)	DIETARIO	MICROBIANO	TOTAL	REQUERIMIENTO G.D.P. 1.48 kg
Proteína	407.7	467.4	875.1	703.2
Arginina	16.2	23.8	40.0	23.2
Histidina	8.7	9.3	18.0	17.6
Isoleucina	14.1	26.6	40.7	19.7
Leucina	37.5	37.9	75.4	47.1
Lisina	15.8	36.9	52.7	45.0
Metionina	7.3	12.2	19.5	14.1
Fenilalanina	16.1	23.8	39.9	24.6
Treonina	13.7	27.1	40.8	27.4
Triptofano	3.3	7.6	10.9	4.2
Valina	17.1	29.0	46.1	28.1

## ANEXO 2

**FUNCION DIGESTIVA TEORICA ESTIMADA POR EL PROGRAMA "ZAP" QUE SE ENCONTRARIA EN BOVINOS AL CONSUMIR LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**

FUNCION	DIETA			
	PS*EB	PS*EA	HP*EB	HP*EA
pH Ruminal	5.94	5.85	5.94	5.85
Amonia Ruminal mg/dl	6.58	5.40	6.58	5.40
Digestibilidad Ruminal %				
Materia Orgánica	54.6	55.2	53.3	54.0
Almidón	66.0	65.8	65.5	65.3
Fibra Detergente Neutro	27.9	31.0	27.3	30.8
Proteína Cruda	65.8	65.2	58.4	58.0
Digestibilidad total %				
Materia Orgánica	77.2	79.5	76.9	79.2
Almidón	92.1	91.9	91.6	91.5
Fibra Detergente Neutro	34.8	38.7	34.1	38.5
Proteína Cruda	69.9	69.8	69.3	69.2

PS = Pasta de soya

HP = Harina de pescado

EB = Energía Baja (ENm 1.76 Mcal/kg y ENg 1.17 Mcal/kg)

EA = Energía Alta (ENm 2.08 Mcal/kg y ENg 1.41 Mcal/kg)

### ANEXO 3

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO TEORICO (N.R.C. 1998) ESPERADO A PARTIR DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA OBTENIDA EN LOS TORETES DE ACUERDO A LA FUENTE DE PROTEINA Y NIVEL DE ENERGIA**

VARIABLE (kg)	DIETA				
	PS	HP	EB	EA	
Ganancia diaria de peso:	esperada	1.69	1.62	1.38	1.94
	observada	1.62	1.50	1.52	1.61
Consumo de materia seca:	esperada	8.34	7.94	8.94	7.51
	observada	8.60	8.35	8.38	8.57
Conversión alimenticia:	esperada	5.15	5.29	5.88	4.67
	observada	5.32	5.61	5.55	5.38

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO TEORICO (N.R.C. 1998) ESPERADO A PARTIR DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA OBTENIDA EN LOS TORETES DE ACUERDO A LA INTERACCION PROTEINA Y ENERGIA**

VARIABLE (kg)	DIETA				
	PS*EB	PS*EA	HP*EB	HP*EA	
Ganancia diaria de peso:	esperada	1.27	1.77	1.20	1.70
	observada	1.52	1.73	1.51	1.48
Consumo de materia seca:	esperada	9.60	8.57	9.67	7.63
	observada	8.48	8.73	8.28	8.42
Conversión alimenticia:	esperada	6.31	4.95	6.40	5.15
	observada	5.61	5.03	5.50	5.72

PS = Pasta de soya

HP = Harina de pescado

EB = Energía Baja (ENm 1.76 Mcal/kg y ENg 1.17 Mcal/kg)

EA = Energía Alta (ENm 2.08 Mcal/kg y ENg 1.41 Mcal/kg)

Información requerida para estimar la respuesta esperada:

Peso inicial

Peso final

Consumo diario de materia seca

Energía neta de mantenimiento de la dieta en base seca

Ganancia diaria de peso

ANEXO 4

COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES DE LA CALIFICACION DE LOS ANIMALES EN PIE Y LAS VARIABLES MEDIDAS EN LA CANAL

MEDICIONES EN LA CANAL	VARIABLES DE CALIFICACION EN PIE		
	CONFORMACION GENERAL	COBERTURA MUSCULAR	COBERTURA DE GRASA
RENDIMIENTO	0.44 <sup>a</sup>	0.38	0.58
	0.10 <sup>b</sup>	0.17	0.03
LONGITUD	- 0.22	- 0.15	0.03
	0.61	0.73	0.95
AREA DE LOMO	0.42	0.31	0.49
	0.14	0.28	0.08
GRASA DORSAL	0.20	0.18	0.28
	0.50	0.54	0.34
GRASA RENAL	- 0.05	0.02	- 0.15
	0.88	0.95	0.60
MARMOLEO	- 0.01	0.19	0.10
	0.98	0.52	0.73

<sup>a</sup> = Coeficiente de correlación (r)

<sup>b</sup> = Probabilidad <

**ANEXO 5**

**COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES DE LA CALIFICACION DE LOS ANIMALES EN PIE Y LAS VARIABLES MEDIDAS EN LA BASE DE LA COLA**

MEDICIONES EN LA BASE DE LA COLA	VARIABLES DE CALIFICACION EN PIE		
	CONFORMACION GENERAL	COBERTURA MUSCULAR	COBERTURA DE GRASA
% DE MUSCULO	- 0.20 <sup>a</sup> 0.50 <sup>b</sup>	- 0.30 0.30	0.33 0.26
% DE GRASA	- 0.12 0.68	- 0.05 0.86	-0.36 0.21
% DE HUESO	0.38 0.18	0.41 0.15	0.12 0.69
MUSCULO:HUESO	0.41 0.15	0.49 0.08	- 0.11 0.71
MUSCULO:GRASA	0.08 0.80	0.15 0.60	- 0.35 0.22

<sup>a</sup> = Coeficiente de correlación (r)

<sup>b</sup> = Probabilidad <

ANEXO 6

COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS MEDICIONES EN LOS TEJIDOS (músculo : grasa : hueso) Y SUS PROPORCIONES CON LAS VARIABLES MEDIDAS EN LA CANAL

MEDICIONES EN LA CANAL	% DE TEJIDO EN LA BASE DE LA COLA			RELACION DE LOS TEJIDOS	
	MUSCULO	GRASA	HUESO	MUSCULO : HUESO	MUSCULO : GRASA
RENDIMIENTO	- 0.14 <sup>a</sup>	0.17	- 0.07	0.21	0.28
	0.64 <sup>b</sup>	0.57	0.81	0.48	0.34
LONGITUD	- 0.17	0.10	0.07	0.09	0.12
	0.70	0.81	0.88	0.84	0.79
AREA DE LOMO	- 0.05	- 0.01	0.07	0.11	0.04
	0.86	0.99	0.83	0.70	0.90
GRASA DORSAL	0.30	- 0.08	- 0.23	- 0.35	- 0.31
	0.30	0.80	0.44	0.23	0.28
GRASA RENAL	- 0.53	0.44	0.02	0.25	0.35
	0.05	0.12	0.96	0.38	0.22
MARMOLEO	0.14	- 0.29	0.24	- 0.62	- 0.27
	0.64	0.31	0.41	0.84	0.36

<sup>a</sup> = Coeficiente de correlación (r)

<sup>b</sup> = Probabilidad <

ANEXO 7

COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LAS MEDICIONES EN LOS % DE LOS TEJIDOS (músculo : grasa : hueso) Y SUS RELACIONES MEDIDAS EN LA BASE DE LA COLA

VARIABLES	% DE TEJIDO EN LA BASE DE LA COLA			RELACION DE LOS TEJIDOS	
	MUSCULO	GRASA	HUESO	MUSCULO : HUESO	MUSCULO : GRASA
% DE MUSCULO	---	- 0.68 <sup>a</sup> 0.01 <sup>b</sup>	- 0.21 0.48	- 0.84 0.01	- 0.89 0.01
% DE GRASA		---	- 0.58 0.04	0.22 0.45	0.87 0.01
% DE HUESO			---	0.64 0.01	- 0.17 0.58
MUSCULO:HUESO				---	0.64 0.02

<sup>a</sup> = Coeficiente de correlación (r)

<sup>b</sup> = Probabilidad <