

EFECTO DE LA PROTEINA Y GRASA SOBREPASANTES
EN EL INCREMENTO DE PESO Y CALIDAD DE LA
CANAL DE VAQUILLAS Y TORETES EN ENGORDA

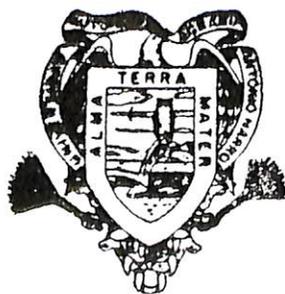
JORGE ACOSTA ORTIZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL.



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

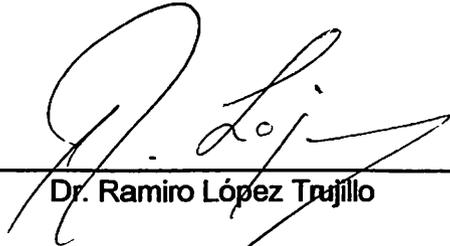
OCTUBRE DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

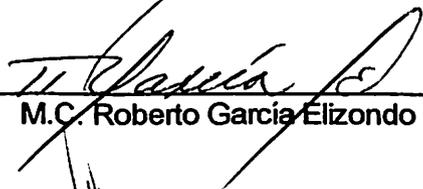
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:


Dr. Ramiro López Trujillo

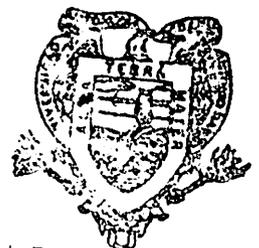
Asesor:


M.C. Roberto García Elizondo

Asesor:


M.C. José Luis Benavente Flores


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado



Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 1996

BIBLIOTECA
FEDILIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

14542

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a los asesores: Dr. Ramiro López Trujillo, M.C. Roberto Elizondo García y al M. C. Jose Luis Berlanga Flores, por su apoyo y por su valiosa contribución y sugerencias para la realización del presente escrito.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad y facilidades para realizar mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo para realizar mis estudios de maestría.

A todo el personal del departamento de Producción Animal, Nutrición Animal y Subdirección de Postgrado, por las facilidades y apoyo prestados durante mis estudios y la realización de este trabajo.

Al Dr. Fernando Ulises Adame de León y al M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla por su apoyo brindado.

A la Lic. Yanira Yaber Patiño, Lic. Diana Castro Alvarado y al Ing. Gabriel Ryestra por su apoyo para la realización de este escrito.

DEDICATORIA

A DIOS

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

A MIS PADRES:

RAMON ACOSTA COLIN

M^aHORTENSLAORTIZDEACOSTA

De quienes he recibido amor, comprensión y apoyo,
y me han encausado a ser útil a Dios y a mis semejantes.

A MIS ABUELOS: CHONITA, ARANZAZU Y CANDELARIO, por su amor y apoyo.

A MIS HERMANOS: Rafael, Marcela, Beatriz, Federico, Rocío, Ricardo,
Rosalba, Paty, Ramón, Rosa y Dulce.

A MIS SOBRINOS: Rafael, Miguel Angel, Marcela, Marisol, Mariana,
Marisela, Gabriel y Omar.

A MIS AMIGOS: Laurentino, Carlos, Láscares, Chuy, Sandra, Ely y
Arte, Javier, Chava, Alemán, Javier, Ofelia, Pablo, Raúl, Alejandro,
Ofelia, a los del 20 y 11, equipo de Basketball LINABE, maestros
y compañeros de postgrado.

COMPENDIO

EFFECTO DE LA PROTEINA Y GRASA SOBREPASANTES EN EL INCREMENTO DE PESO Y CALIDAD DE LA CANAL DE VAQUILLAS Y TORETES EN ENGORDA.

Por

JORGE ACOSTA ORTIZ

MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, OCTUBRE DE 1996.

Dr. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO - Asesor-

Palabras clave: Proteína y grasa sobrepasantes, Incrementos de peso, Calidad de la canal.

En los Corrales de Alimentación y Evaluación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, fue llevado a cabo un experimento, el cual se dividió en dos etapas: una de crecimiento (42 días), en la cual se evaluó el efecto de dos fuentes de proteína, harinolina y soya; la otra de engorda, donde se evaluó el efecto de dos niveles de grasa, 0 y 3 por ciento de grasa sobrepasante¹ con 10 por ciento de P. C. sobre el consumo de alimento, conversión alimenticia, incrementos de peso y características de la canal de vaquillas y toretes.

¹ Megalac

Para realizar este experimento, se utilizaron 24 vaquillas (8 Beefmaster y 16 Charoláis) y 22 toretes (11 Beefmaster y 11 Charoláis), nacidos en la primavera de 1993, con una edad y un peso iniciales de 263 ± 22 días y 233 ± 23 kg. El diseño experimental empleado en cada una de las etapas fue bloques al azar con un arreglo factorial 2^2 no balanceado, donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > .05$), para el efecto de las fuentes de proteína ni para los niveles de grasa sobrepasante, el único efecto significativo ($P < .05$) se dio entre sexos en ambas etapas. En la etapa de crecimiento (42 días) los machos tuvieron en promedio 1.7 kg de incremento de peso/ día y una mejor conversión alimenticia que la de las hembras, que tuvieron en promedio 1.25 kg de incremento de peso/ día. Durante la etapa de engorda (95 días) las hembras tuvieron en promedio 1.25 kg de incremento de peso/ día, teniendo así mejor conversión alimenticia y un mayor grado de marmoleo (ligero-promedio) que los machos que tuvieron 1.13 kg de incremento de peso/ día, un menor grado de marmoleo ligero-bajo y un mayor grado de rendimiento que las hembras.

ABSTRACT

EFFECT OF RUMEN BYPASS PROTEIN AND FAT SUPPLEMENTATION ON THE INCREASE OF WEIGHT AND CARCASS QUALITY FOR FATTENING HEIFERS AND BULLCALVES.

BY

JORGE ACOSTA ORTIZ
MASTER OF SCIENCE
ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, OCTOBER 1996

Dr. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO - ADVISOR -

Key words: Bypass protein and fat, increase of weight, carcass characteristic.

The experiment was conducted in the Feed and Evaluation Bulls Stockyard propriety of Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", and it was divided in two periods: The growing period (42 d) where two sources of protein were tested : Cottonseed meal and soybean meal, and fattening period, the effect of two levels fat was tested, 0 y 3 per cent of bypass fat² with 10 per cent of protein crude (CP), on the intake of feed, feed conversion rate, increases of weight and heifers and bullcalves carcass characteristic; this experiment included 24 heifers (8

² Megalac

Beefmaster and 16 Charolais breed) and 22 bullcalves (11 Beefmaster and 16 Charolais breed), they were born in the spring of 1993. The treatments were arranged as 2² factorial designed for two periods and analyzed as a completely randomized block design, where the effect of two sources protein and two levels of bypass fat on the variable tested, was not significant ($P > .05$), the only significant effect ($P < .05$) in two periods was between sex. The males in the growing period had a daily gain average of 1.7 kg with better feed conversion rate than the females, and the females in the fattening period had a daily gain average of 1.25 kg and best marbling score than the males that had a daily gain average of 1.13 kg and best yield grade than the females.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xii
1.- INTRODUCCION	1
2.- REVISION DE LITERATURA	2
Vías de suministro protéico para los rumiantes.....	2
Propuestas para la alimentación protéica de los animales.	5
Degradabilidad ruminal de las fuentes de proteína.....	9
Procesamiento ruminal de las grasas.....	14
Cualidades de una buena suplementación de grasa para rumiantes.....	19
Factores que afectan la respuesta de la suplementación de grasa.....	20
Evaluación de las canales de bovinos.....	21
3.- MATERIALES Y METODOS.....	28
Localización y clima.....	28
Materiales.....	28
Métodos.....	30
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
Etapa de crecimiento.....	35
Etapa de engorda	37
Calidad de la canal.....	38
5.- CONCLUSIONES.....	42
6.- RESUMEN.....	44
7.- LITERATURA CITADA	46
8.- APENDICE.....	51

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
2.1. Requerimientos (g/d) de proteína no degradable para toretes de caja grande	8
2.2. Proporción de la proteína de diversas fuentes que tienden a pasar por el rumen sin ser degradadas.....	10
2.3 Proporción de canales en los E.U. en las diferentes categorías de clasificación	22
2.4 Coeficientes de determinación (r^2) de los componentes del grado de rendimiento en cortes primario de canales de bovinos	24
2.5 Proporción de canales en los E.U. en los diferentes grados de rendimiento.....	24
2.6 Características promedio de canales de bovinos en 28 empacadoras de los E.U.	24
3.1 Características de los animales usados en el estudio del efecto de dos fuentes de proteína cruda y nivel de grasa sobrepasante	27
3.2 Dieta de adaptación suministrada a los animales durante la etapa de crecimiento (42 días)	29
3.3 Dietas con dos niveles de grasa ruminalmente inerte con 10 % de P.C. suministradas en la etapa de engorda (95 días)	30
4.1 Resultados de incrementos de peso obtenidos durante la etapa de crecimiento (42 días) donde se evaluaron dos fuentes de proteína cruda.....	34
4.2 Resultados de incrementos de peso de bovinos consumiendo dos niveles de grasa ruminalmente inerte durante la etapa de engorda (95 días).....	36
4.3 Efecto del consumo de dos niveles de grasa ruminalmente inerte sobre las características de la canal	38
A.1 Dietas con dos niveles de grasa ruminalmente inerte con una ligera disminución de proteína cruda y aumento en el sorgo modificada a la mitad de la engorda (Apéndice)	47
A.2 Resultados obtenidos durante la etapa de crecimiento (42 días) donde se evaluaron dos fuentes de proteína cruda (Apéndice).....	48
A.3 Comportamiento productivo de bovinos consumiendo dos niveles de grasa ruminalmente inerte en la etapa de engorda (95 días) (Apéndice)	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
2.1. Diagrama del metabolismo del Nitrógeno en los animales rumiantes (Annison y Lewis, 1959).	3
2.2. Relación entre la energía y proteína degradables en el rumen y la producción de proteína microbial (López <i>et al.</i> , 1994).	6
2.3. Diagrama utilizado en la determinación del grado de calidad de las canales de bovino (USDA, 1989).	21

INTRODUCCION

En la alimentación del bovino explotado bajo condiciones intensivas, tales como la engorda, existen varias limitantes, una de ellas es el hecho de que la cantidad de proteína microbial producida en el animal puede ser insuficiente para mantener el ritmo de crecimiento inicial; otra limitante es el suministro de energía el cual es indispensable durante la fase de engorda; ya que al haber mayor cantidad de energía disponible para el animal, éste puede utilizarla para lograr mayores incrementos de peso y así, depositar grasa subcutánea para posteriormente hacerlo a nivel intramuscular, logrando producir canales de buena calidad y conseguir mejor precio en el mercado. Estas limitantes se han enfrentado suministrando proteína y grasa sobrepasantes, ya que de esa manera se mejora el comportamiento productivo del animal (Chalupa, 1991).

El objetivo de este estudio fue probar el efecto sobre incrementos de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia, calidad y rendimiento de la canal de dos fuentes protéicas de origen vegetal (diferentes en su concentración de proteína de paso), durante la fase de crecimiento de vaquillas y toretes Charolais y Beefmaster, y de la suplementación de grasa ruminalmente inerte durante la fase de engorda.

REVISION DE LITERATURA

Las proteínas son constituyentes orgánicos indispensables para los organismos vivos y conforman la clase de nutrimentos que se encuentran en la concentración más elevada en los tejidos musculares de los animales; todas las células sintetizan proteínas para mantener parte de su ciclo vital, ya que sin la síntesis de proteínas no podría haber vida; con excepción de los rumiantes cuya flora microscópica intestinal puede sintetizar proteínas a partir de fuentes de NNP, las proteínas ó los aminoácidos que las conforman se deben administrar en la dieta para que pueda haber un crecimiento normal; el porcentaje de proteínas que se necesita en la dieta es mucho más alto en los animales jóvenes en crecimiento y disminuye gradualmente al llegar a la edad adulta, donde sólo se necesita para mantener los tejidos corporales (Church y Pond, 1994).

Vías de suministro protéico para los rumiantes

El animal rumiante satisface sus necesidades de proteínas vía dos fuentes: El alimento que ingiere y la que transforma a protoplasma microbial. Las proteínas microbiales y las ruminalmente no degradables, provenientes del alimento, pasan al intestino donde son hidrolizadas a aminoácidos los cuales se utilizan en el metabolismo intermediario del animal (Figura 2.1).

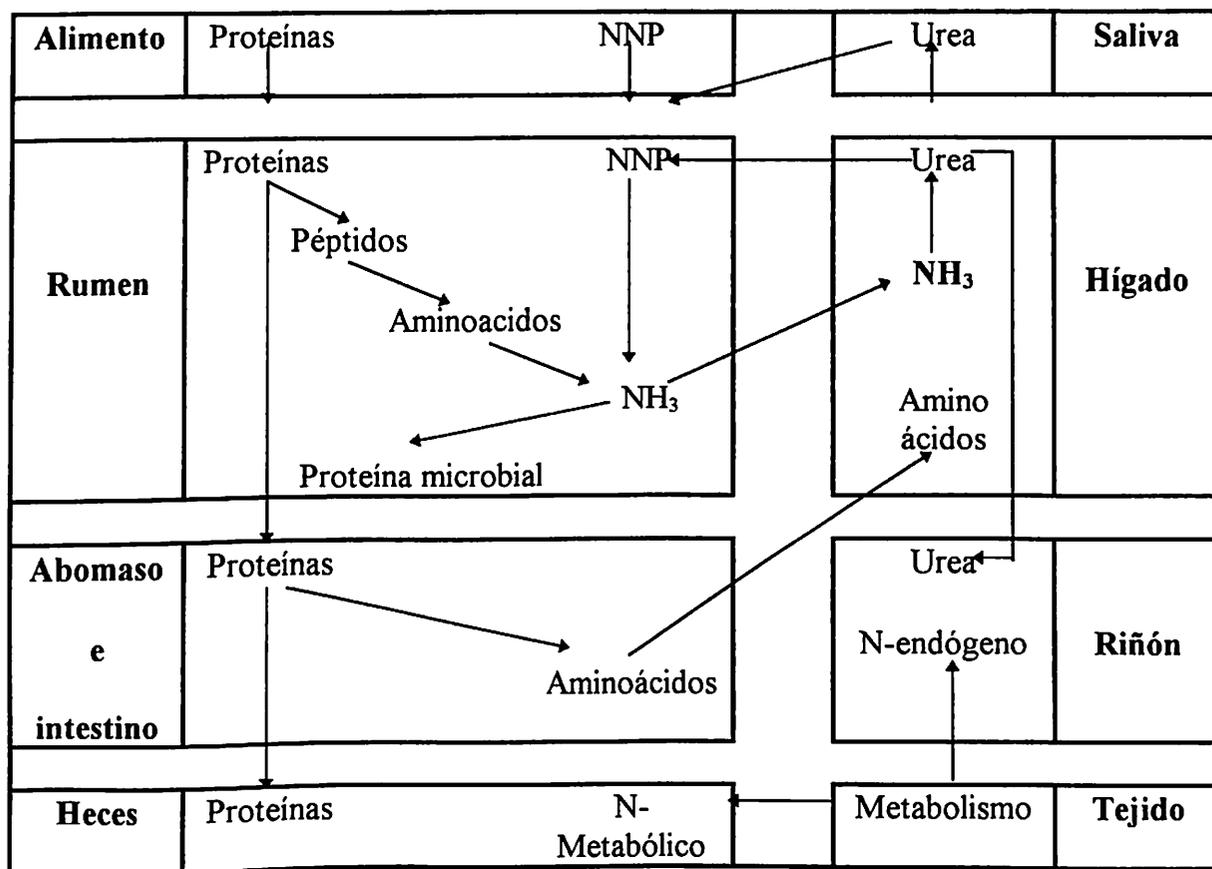


Figura 2.1. Diagrama del metabolismo del nitrógeno en los animales rumiantes (Annison y Lewis, 1959).

A nivel retículo-rumen, los microorganismos utilizan al amonio como fuente de nitrógeno, sin importar que proceda de degradación de proteínas o de NNP. La digestión ruminal de las proteínas está entonces relacionada con su grado de solubilidad, a menor solubilidad de éstas habrá menor liberación de amonio en rumen, por lo que la síntesis de la proteína microbiana se verá limitada (Shimada, 1987).

Si bien es posible para el rumiante ser independiente de fuentes exógenas de proteína y de utilizar una amplia cantidad de fuentes de nitrógeno no-protéico, en situaciones de producción en donde la cantidad o calidad de la proteína microbiana no es la adecuada para sostener la formación del tejido, la proteína microbiana sintetizada en el rumen apenas proporciona al rumiante cantidades necesarias de aminoácidos para soportar un nivel moderado de producción, casi siempre para altos niveles de producción, la aportación de aminoácidos de la proteína microbiana es insuficiente para una óptima producción (Chalupa, 1975; Mc Allister *et al.*, 1992), por esta razón es necesario suministrar proteína que sea utilizada directamente en el abomaso o intestino delgado y así complementar el perfil de aminoácidos provenientes de la digestión de las células de los microorganismos ruminales.

De hecho, desde hace algunos años (Hungate, 1966) se ha demostrado que la cantidad de proteína que se puede sintetizar en condiciones anaeróbicas, como las que existen en el preestómago de los rumiantes, es escasa y puede ser uno de

los factores limitantes en la producción animal. Lo anterior es así, en virtud de lo bajo, en comparación a situaciones aeróbicas, de la síntesis de compuestos energéticos (ATP) utilizables para la multiplicación de los microorganismos ruminales .

Propuestas para la alimentación protéica de los animales

A la luz de los conocimientos anteriores han surgido varias propuestas (Miller, 1973; Burroughs *et al.*, 1974; Vérité *et al.*, 1979) para alimentar protéicamente a los animales de manera más racional, ya que el sistema de proteína cruda digestible (PCD) no considera el grado de degradabilidad ruminal de los alimentos nitrogenados ni, por lo tanto, la magnitud de síntesis de proteínas microbianas, lo cual tiene importancia en la evaluación de dietas que contengan ingredientes con diferentes concentraciones de N degradable.

Los esquemas mencionados relacionan a la energía disponible para la producción de proteína microbiana en el rumen con el N también disponible para este propósito o bien consideran los requerimientos de N para los microorganismos y por separado los del hospedero, en relación con la ingestión de energía.

En la Figura 2.2 se ilustra la interdependencia entre la energía (MO) y las proteínas que son fermentadas en el rumen. En dicha figura también se puede apreciar que la cantidad de proteína disponible para el hospedero es función, por

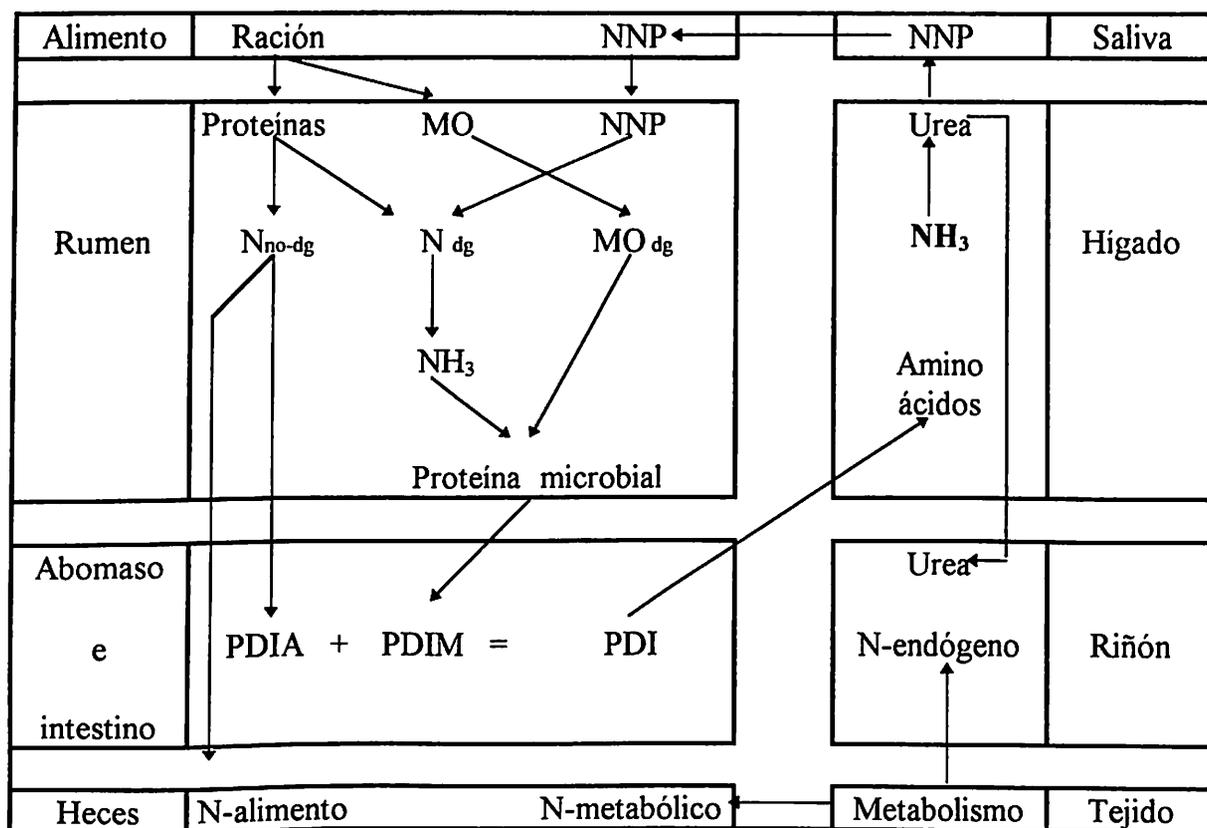


Figura 2.2. Relación entre la energía y proteína degradable en el rumen y la producción de proteína microbiana (López *et al.*, 1994).

PDI = Proteína digestible a nivel intestinal.

PDIA = Proteína digestible a nivel intestinal proveniente del alimento.

PDIM = Proteína digestible a nivel intestinal microbiana.

No-dg = No degradable.

Dg = Degradable.

un lado , de la MO y del N fermentados en el rumen y, por otro, de la proteína no degradable proveniente del alimento.

Bajo el esquema de la Figura 2.2 se pueden presentar dos situaciones: una, que la cantidad de proteína (aminoácidos) provenientes de los microorganismos sea suficiente para satisfacer los requerimientos del hospedero, en cuyo caso solo se requeriría de satisfacer las necesidades de N degradable para los microorganismos del rumen; la otra situación es cuando la proteína microbial es menor que la requerida por el tejido del animal, generándose la necesidad de complementarla con proteína de sobrepaso. En este caso los requerimientos de N serán la suma de los requerimientos de N degradable y no degradable.

Conviene observar que las necesidades de N no degradables son directas a la tasa de crecimiento de los animales, es decir a la concentración de energía potencialmente utilizable, e inversas al peso vivo del animal (Cuadro 2.1).

Los requerimientos de proteína de becerros de peso liviano para engorda para un rápido crecimiento durante la fase de crecimiento-finalización, no ha sido investigada extensivamente, consecuentemente la asignación de proteína en la dieta durante esta fase está basada en avalúos factoriales generales de costos metabólicos esperados; en este sistema factorial queda implícita la asunción que la respuesta del comportamiento de crecimiento está finalmente dependiendo del aporte post-ruminal de aminoácidos para las necesidades de tejido muscular, las cuales son

Cuadro 2. 1. Requerimientos (g/d) de proteína no degradable para toretes de caja grande.

Relación EM/EB	Peso vivo (kg)	Incremento diario de peso (kg)						
		0	0.25	0.50	0.75	1.0	1.25	1.5
0.6	100		35	105	170	230	275	310
	200			35	85	130	160	180
	300				10	35	55	60
	400							
0.7	100		40	115	185	245	295	340
	200			50	105	150	190	215
	300				30	65	90	105
	400						5	10
	500							

Fuente: ARC, 1980.

EM= Energía metabolizable
EB = Energía bruta.

influenciadas extensivamente por la tasa de crecimiento; cuando dichas necesidades del tejido muscular neto no son llenadas satisfactoriamente se hace necesaria la suplementación de proteína sobrepasante para incrementar el aporte de aminoácidos post-ruminales (Zinn y Owens, 1993).

La síntesis de proteína microbiana es limitada primariamente por la cantidad de energía fermentada anaerómicamente. En rumiantes jóvenes el tamaño del rumen puede limitar también el consumo de materia seca y por lo tanto la síntesis de proteína microbiana, por dicha razón el flujo duodenal de aminoácidos provenientes de la síntesis microbiana puede no ser adecuada para un crecimiento adecuado de los animales, por lo tanto éstos responderían bien a la suplementación de proteína dietética, tal como la soya, lo cual incrementaría el consumo de proteína degradable así como el flujo de proteína dietética al intestino delgado (Orskov, 1977 ; Coomer *et al.*, 1993).

Degradabilidad ruminal de las fuentes de proteínas

Las proteínas de los diversos ingredientes que se utilizan en la alimentación de los animales difieren, por su naturaleza o por el proceso industrial en su elaboración, en cuanto a su degradabilidad ruminal.

En relación a lo antes mencionado, el resultado neto de suministrar proteínas vegetales o animales, es que en gran parte se degradan y resintetizan en proteínas

microbianas diferentes; esto podría ser una ventaja para el animal si la calidad de la proteína suministrada es baja, pero, sí la proteína dietética es de alta calidad, como la de una dieta a base de soya, esto se convierte en desventaja, debido a que la calidad total de las proteínas microbianas normalmente es menor que la proteína de la soya (Church y Pond, 1994).

De acuerdo a investigaciones recientes, la solubilidad y la capacidad de degradación de las fuentes protéicas son de gran importancia para los rumiantes de alto rendimiento; así, si se suministra una proteína que solo se degrada parcialmente en rumen y que pueda ser absorbida en el intestino en forma de péptidos y aminoácidos, entonces es posible suministrar directamente al animal los aminoácidos que necesita (Church y Pond, 1994). Esta clase de proteína se denomina sobrepasante (Chalupa, 1991) y se encuentra en grados variables en las fuentes alimenticias comúnmente utilizadas en la alimentación del ganado (Cuadro 2.2).

La digestión en el rumen de la proteína dietética va a depender del tipo de alimentación, de las bacterias ruminales, del mismo animal, del tiempo que dure la proteína en el rumen y de las propiedades físicas y químicas de las proteínas. La estructura de las proteínas es un factor determinante de su degradabilidad; las proteínas que no tienen grupo terminal amino y carboxilo (v. gr., ovoalbumina) y aquellas con excesivos enlaces cruzados (v. gr., ribonucleasa) son menos accesibles a las enzimas proteolíticas microbiales (Chalupa, 1991).

Cuadro 2. 2. Proporción de la proteína de diversas fuentes que tiende a pasar por el rumen sin ser degradadas.

Baja degradabilidad en rumen		Alta degradabilidad en rumen	
Ingrediente	Proteína de paso (%)	Ingrediente	Proteína de paso (%)
Harina de sangre	82	Harina de yuca	36
Harina de carne	76	Harina de linaza	35
Harina de pluma	71	Harina de soya	35
H. de carne y hueso	70	Ensilaje gramíneas	29
Harina de pescado	60	H. nabo (canola)	28
Alfalfa deshidratada	59	Frijol soya	26
H. de gluten de maíz	55	Harina de girasol	26
Grano de destilería	49	Harina de cacahuete	25
Harinolina (solvente)	41	Salvadillo	21

Fuente: NRC, 1989.

Por otro lado, se ha demostrado que al contener los ingredientes bajas cantidades de lisina y arginina se disminuye la degradabilidad ruminal de la proteína de los mismos, ya que al parecer, las bacterias proteolíticas secretan enzimas que tienen preferencia sobre los enlaces donde participan estos aminoácidos. Los cereales y subproductos de los mismos son bajos en lisina, con lo cual se explica su alto valor de proteína sobrepasante (Espinoza y Espinoza, 1990).

Chalupa (1975), Satter y Roffler (1975), ARC (1980) y NRC(1984), sugieren que la proteína de alimentos para el ganado, pueden ser clasificados en tres categorías relativas de sobrepaso ruminal:

De bajo sobrepaso (< 40 por ciento; harina de soya y harina de cacahuete).

De medio sobrepaso (40 a 60 por ciento; harina de semilla de algodón, harina de alfalfa deshidratada, maíz grano y granos de destilería).

De alto sobrepaso (> 60 por ciento; harina de carne, harina de gluten de maíz, harina de sangre, harina de pluma y harina de pescado).

Al suministrar proteína de paso en la dieta, la cantidad de NNP necesitaría ser incrementada, debido a que la proteína dietética es degradada en menor grado en el rumen. El incrementar la cantidad de proteína de paso en la dieta, no necesariamente incrementa la producción en el animal, ya que la proteína de paso puede ser pobremente digerida en el intestino delgado y el balance de aminoácidos en la proteína post-ruminal puede ser pobre (NRC, 1984). Por esta situación se han venido realizando algunas investigaciones, como la realizada por Swartz *et al.*

(1991), en la cual evaluaron el efecto de la suplementación de proteína de paso, el consumo de M. S. , conversión alimenticia, ganancia de peso / día y características de la canal de 22 toretes y 38 vaquillas Holstein; no se encontró ningún efecto significativo ($P > .05$), dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Coomer *et al.* (1993), que al suplementar a novillos Holstein con proteína de paso (soya, soya tratada con calor y harinolina), no encontró efecto significativo ($P > .05$), reportando los siguientes resultados, consumo de M. S. : 6.28, 6.32 y 5.88 kg / día, incremento de peso / día : 1.0, 1.02 y 0.92 kg / día, y una conversión alimenticia de : 5.21, 5.10 y 5.16 kg. Sin embargo Zinn y Owens en 1993, al suplementar a 140 novillos en engorda con tres niveles de proteína de paso (2, 4 y 6 por ciento) con un grupo testigo (0 por ciento), encontraron efecto significativo ($P < .05$) sobre consumo de M. S. : 7.11, 6.78, 6.84 y 6.81 kg / día, incremento de peso / día : 1.52, 1.41, 1.39 y 1.34 kg / día, y conversión alimenticia : 4.66, 4.80, 4.93 y 5.10 kg, respectivamente.

Del procesamiento de los alimentos, se puede decir que al calentar los ingredientes, hay modificaciones estructurales de las proteínas, lo cual se conoce como desnaturalización y como consecuencia directa la fracción soluble de la proteína se convierte en insoluble por lo cual se incrementa el sobrepaso ruminal de la misma. Al refrigerarse la proteína sus moléculas se contraen además de desnaturalizarse por lo que presentan una menor área de ataque a los microorganismos, con lo que se aumenta la posibilidad de sobrepasar al rumen (Beever y Thomson, 1977; Clark *et al.*, 1987; Espinoza y Espinoza, 1990).

Existen algunos productos químicos como el formaldehído, taninos y alcohol isopropílico, entre otros, que cuando se adicionan al alimento insolubilizan a la fracción soluble de la proteína, elevando así el sobrepaso ruminal de la misma (Blethen *et al.*, 1990; Clark *et al.*, 1987; Rojas, 1987; Espinoza y Espinoza, 1990).

Procesamiento ruminal de las grasas

Las grasas son utilizadas en la alimentación animal como fuente concentrada de energía, ya que ésta es más del doble que en los concentrados energéticos. Su hidrólisis en el rumen fue reportada por primera vez en 1959, y hoy en día se sabe que la magnitud de su fermentación depende del substrato; así, los ácidos grasos del aceite de linaza son hidrolizados hasta en un 95 por ciento, en tanto que los del aceite de oliva en 69 por ciento y los del coco en 40 por ciento, en general, los aceites vegetales son hidrolizados en una proporción mayor que las grasas animales o de los aceites de pescado.

La población microbiana del rumen es intolerante a los altos niveles dietéticos de grasa. Cuando se emplea grasa en la alimentación animal, ésta se suministra normalmente en cantidades que no sobrepasen del 5 al 7 por ciento de la dieta total; si se suministran niveles más elevados es posible que se presente una fermentación anormal en el rumen, a excepción de que se proteja la grasa de la actividad de los microorganismos ruminales al cubrir las gotas de grasa con caseína, la cual se trata posteriormente con formaldehído (Church y Pond, 1994).

La clave para alimentar con grasas de paso (Tully, 1993) es que éstas escapen a la fermentación en el rumen, lo cual se puede lograr manteniendo condiciones apropiadas en el rumen, incluyendo pH y microflora; el adicionar este tipo de grasas, permite mantener suficiente cantidad de fibra en la ración; las grasas inertes cumplen con dos funciones, la de mantener el nivel de grasa y estabilizar el pH ruminal; para mantener estable a éste último, además se utilizan buffers en la dieta, tales como el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) que ayuda a prevenir la acidosis, además de mejorar el comportamiento productivo de los animales (Church y Pond, 1994).

También es conocido que suministrar grasa en la dieta de los rumiantes tiende a reducir la digestibilidad ruminal de la fibra, (probablemente por el efecto tóxico de la cadena larga de ácidos grasos sobre las bacterias ruminales, lo cual puede ser irrelevante, en el caso del corral de engorda por la escasa participación de los forrajes en la dieta) y la absorción de calcio y magnesio; por esta razón se recomienda incrementar la cantidad de calcio en raciones adicionadas con grasa para disminuir los efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra en dietas altas en forraje, y debido al bajo pH ruminal en corrales de engorda podrían verse favorecidas las formas ionizadas de ácidos grasos y calcio, de este modo, posiblemente se descubrieran más interacciones entra ácidos grasos y calcio (Bock *et al.*, 1991).

En virtud de que las grasas inertes en el rumen no interfieren con la

actividad microbiana, éstas pueden ser suministradas hasta en cantidades cercanas al 6 por ciento de la dieta (Cuitun *et al.*, 1975) permitiendo así, incrementar el nivel de forraje en la dieta para evitar trastornos digestivos sin disminuir la concentración de energía requerida para funciones productivas. El suplementar con niveles de grasa tan altos como 10 a 15 por ciento, ha sido experimentado y se tuvieron efectos adversos sobre la digestibilidad de la materia seca, ganancia de peso diaria y algunas veces sobre la eficiencia de conversión alimenticia (Brethour *et al.*, 1957; Logfreen, 1965; Garret *et al.*, 1976). Por dicha situación se han venido realizando investigaciones con grasa de sobrepaso ruminal, como la realizada por Basurto y Garza (1993), donde evaluaron el efecto de adicionar grasa protegida y/o harina de carne en una dieta a base de grano de maíz y sorgo para 59 toretes Brahman; emplearon cuatro tratamientos, dieta a base de maíz-sorgo, maíz-sorgo + 2 por ciento de harina de carne, maíz-sorgo + 1 por ciento de grasa protegida y maíz-sorgo + 2 por ciento de harina de carne + 1 por ciento de grasa protegida, en los cuales no se encontraron diferencias significativas ($P > .10$) sobre incrementos de peso / día : 1.4, 1.2, 1.2 y 1.3 kg / día, consumo de M. S. : 10.4, 9.5, 9.1 y 9.5 kg / día, conversión alimenticia : 7.3, 7.7, 7.1 y 7.5 kg, peso de la canal : 239.9, 232.3, 229 y 235.4 kg y rendimiento en canal de : 58.4, 57.4, 58.2 y 58.3 kg, para los cuatro tratamientos respectivamente; estos resultados se contraponen a los reportados por Bock *et al.* (1991), que al realizar un experimento con 138 novillos, suplementaron 3.5% de grasa, lo cual tuvo un efecto significativo ($P < .05$) sobre el consumo de M. S. (9.8 vs. 9.25), incremento de peso por día (1.71 vs. 1.41) y conversión alimenticia; los cuales concuerdan con los obtenidos por Garret *et al.* (1976), los cuales

suplementaron grasa protegida en la dieta de novillos en engorda, y reportaron los siguientes resultados : consumo de M. S. (8.89 vs. 9.12 kg), incrementos de peso / día (1.51 vs. 1.36 kg), conversión alimenticia (5.9 vs. 6.7 kg) y peso de la canal de (295.1 vs. 284.1 kg).

En los últimos años (Maynard *et al.*, 1981) resurgió el concepto de alimentar con "lípidos encapsulados". Investigadores australianos desarrollaron un procedimiento para encapsular pequeñas gotas de lípidos en una fina capa de proteína las cuales eran tratadas con formaldehído evitando que las gotas de lípidos fueran atacadas por los microorganismos del rumen, pero se liberaran por las condiciones de acidez y proteolíticas del abomaso; de este modo, el lípido quedaba disponible para su digestión y absorción al igual que en los no rumiantes. Sin embargo, Chalupa (1991) aclara que este tipo de productos, no pudieron llegar a ser viables comercialmente, debido a su alto costo de manufacturación, dificultad en su elaboración y a la ley gubernamental (E.U.) para la aprobación del uso del formaldehído en dietas para animales productores de alimento humano.

Aun cuando las condiciones duodenales ofrecen un medio poco adecuado para la hidrólisis de las grasas, la digestión y absorción de los lípidos protegidos es muy eficiente. La incorporación de esta grasa al tejido adiposo es mayor en novillos livianos que en aquellos más pesados, lo cual sugiere que en los animales de mayor edad, existe una menor tasa de cambios de lípidos (Maynard *et al.*, 1981).

Las grasas de paso pueden ser encapsuladas con productos proteicos, sales de calcio y productos que tienen ácidos grasos de cadena larga (ácido palmítico y esteárico, por su alto grado de disociación); una completa hidrogenación de triglicéridos para producir grasas altas en ácidos palmítico y esteárico (lo cual los hace ruminalmente inertes), provoca que la digestibilidad de éstos sea baja, en comparación con las grasas en forma de sales de calcio, lo cual puede ser debido al repliegue de los ácidos grasos estearificados sobrantes por todo el tracto digestivo; lo cual sugiere que los suplementos de grasa ruminalmente inerte, no deben ser triglicéridos hidrogenizados completamente, ya que resisten la hidrólisis en el rumen e intestino delgado (Chalupa, 1991).

El producto comercial², (ácidos grasos en forma de sales de calcio) es grasa completamente inerte en rumen que contiene 44 por ciento de ácido palmítico, 5 por ciento de ácido esteárico, 40 por ciento de ácido oléico, 9.5 por ciento de ácido linoléico y 1.5 por ciento de ácido mirístico (Chalupa , 1991).

La respuesta potencial de suministrar grasa de paso, puede ser estimada en base al valor de la EN de la grasa y la EN del ingrediente reemplazado por la grasa, por ejemplo, el producto comercial contiene 6.52 Mcal/kg de ENg (Andrew *et al.*, 1990) usado generalmente para reemplazar granos), y el maíz contiene 1.96 Mcal/kg de ENg (NRC, 1989), por lo que al reemplazar .5 kg de maíz con .5 kg del producto comercial, resulta en un incremento de 2.3 Mcal.

²Megalac

Cualidades de una buena suplementación de grasa para rumiantes

Al suministrar grasa a los rumiantes la palatabilidad debe ser el primero y más importante criterio a considerar, porque si los animales no la consumen de nada sirve suplementar la grasa. Las propiedades físicas y químicas de la grasa, la forma como es ofrecida, el nivel de suplementación y la composición de la ración basal, tienen influencia en como el animal aceptará la ración suplementada con grasa; generalmente se requieren entre 7 y 10 días para que los animales se adapten a la composición de la ración; los mejores resultados se obtienen cuando la grasa suplementada se mezcla adecuadamente dentro de la ración. La grasa suplementada que se va a utilizar debe ser inerte en el rumen, esto significa simplemente que no debe afectar la fermentación microbiana; ya que si ésta no es inerte, la digestión de la fibra disminuiría y la proporción de ácidos grasos volátiles cambiaría, teniendo un reducido porcentaje de acético y propiónico. Las grasas denominadas inertes son aquellas bajas en ácidos grasos insaturados, en las cuales los ácidos grasos son inertes en el rumen y se mezclan con calcio para formar jabones; la hidrogenación química de las grasas intactas, tales como el cebo, para convertirlas en inertes en el rumen, es un proceso riesgoso porque muchos de estos tratamientos convierten indigestible al producto, resultando que la mayoría de la grasa aparezca en las heces (Davis, 1990).

Factores que afectan la respuesta de la suplementación de grasa

La relación entre la proteína y la energía es importante en la optimización y eficiencia de la producción; Orskov *et al.* (1987) demostraron la habilidad de la proteína para regular la obtención de la energía de las raciones y la movilización de la energía de la grasa corporal, por lo que la respuesta a la suplementación de grasa, debe ser considerada en términos de balance entre la producción de energía y aminoácidos de los nutrientes. Cuando hay un exceso en la producción de energía en relación a la producción de aminoácidos de los nutrientes, puede disminuir la movilización de la grasa corporal, lo cual se manifiesta en un balance energético negativo; cuando la producción de ácidos grasos es adecuada, en relación a la producción de energía de los nutrientes, esta energía puede ser utilizada por el animal para producción, sin que haya un balance energético negativo. Al balancear raciones es importante recordar que la cantidad de proteína y su degradabilidad en el rumen, pueden ser usadas para la partición directa de la energía de los suplementos de grasa (Chalupa , 1991).

La grasa generalmente es sustituida por carbohidratos para incrementar la densidad calórica de la ración porque la grasa no es fermentada suficientemente para proveer energía (ATP's) para el crecimiento de microorganismos ruminales. En raciones que contienen suplementos de grasa, puede esperarse una menor producción de proteína microbial sintetizada ruminalmente, por lo que se hace necesario adicionar más proteína ruminalmente inerte. Por lo anterior, si una dieta

contiene 0.5 kg del producto comercial (3.3 Mcal de ENg de la grasa suplementada), deben ser reemplazados 238 g de proteína degradable por proteína no degradable ruminalmente (Chalupa , 1991).

Evaluación de las canales de bovinos

La evaluación de las canales, se realiza en dos aspectos: grado de calidad y grado de rendimiento en cortes primarios. Los grados de calidad intentan estimar el grado de apetecibilidad de la carne cocinada (jugocidad y sabor) y está determinada por cinco características: madurez, marmoleo (veteado graso del músculo), firmeza, color y textura; las primeras dos son substantivas y el resto adjetivas. La calidad se califica con ocho grados según el USDA (1989), los cuales son: *prime, choice, select, standard, commercial, utility, cutter* y *canner*. Esta clasificación es distinta a la aplicada en México; la clasificación que desde 1992 se aplica en Coahuila, consta solo de cuatro grados de calidad: selecta, buena, standar y comercial (Garza y Preciado, 1992) que corresponden a *choice, select, standard* y *commercial* de la anterior clasificación (USDA, 1989). Esto se debe a que solo son sometidos a clasificación animales jóvenes (de menos de 30 meses).

El marmoleo es la grasa intramuscular, y existen nueve grados de marmoleo: abundante, moderadamente abundante, ligeramente abundante, moderado, modesto, pequeño, ligero, trazas y prácticamente nulo, la calidad básicamente se determina por el marmoleo del músculo largo dorsal (lomo); así, en

condiciones comerciales se asigna el grado *prime* cuando el marmoleo es abundante, moderadamente abundante o ligeramente abundante, el grado *choice* cuando el marmoleo es moderado, modesto o pequeño, el grado *select* cuando el marmoleo es ligero y el grado *standard* cuando el marmoleo es trazas o prácticamente nulo (Figura 2.3).

Para tener una idea de la calidad de las canales que se comercializan en los E.U. se presenta el Cuadro 2. 3; a este respecto, no se dispone de información regional o nacional, en vista de los pocos mercados que manejan estándares de clasificación de canales, los cuales son los siguientes Estados: Baja California, Coahuila, Nuevo León, Sinaloa y Sonora.

La segunda área de la clasificación de canales de bovino es el grado de rendimiento en cortes primarios. Los grados de rendimiento, del superior al inferior, se designan con los dígitos del 1 al 5. Esta característica es estimada como una función lineal del espesor de la grasa dorsal al nivel de la 12^a costilla, cantidad relativa (respecto al peso de la canal caliente) de grasa en riñón, pelvis y corazón, área del ojo de la costilla y peso caliente de la canal. Cada uno de estos componentes del grado de rendimiento tiene una importancia relativa diferente (Cuadro 2. 4). Con la idea de mostrar el grado de rendimiento de las canales comercializadas en E.U. se muestra la información en el Cuadro 2. 5. En el Cuadro 2. 6 se muestran las características promedio de canales inspeccionadas por Lorenzen *et al.* (1993) en 28 empacadoras de los E.U.

Marmoleo	Madurez (meses)				
	A(9-30)	B(30-42)	C(42-72)	D(72-96)	E(>96)
Abundante	<i>Prime alto</i>				
Mod. abund.	<i>Prime prom.</i>				
Lig. abund.	<i>Prime bajo</i>			<i>Commercial</i>	
Moderado	<i>Choice alto</i>				
Modesto	<i>Choice prom</i>			<i>Utility</i>	
Pequeño	<i>Choice bajo</i>				
Ligero	<i>Select</i>				
Trazas	<i>Standard</i>				
Pract. nulo	<i>Standard</i>			<i>Cutter</i>	<i>Canmer</i>

Figura 2.3. Diagrama utilizado en la determinación del grado de calidad de las canales de bovino (USDA, 1989).

Cuadro 2. 3. Proporción de canales en los E.U. en las diferentes categorías de clasificación.

Grado de calidad	Porcentajes de canales	
	Lorenzen <i>et al.</i> (1993)	Griffin <i>et al.</i> (1992)
<i>Prime</i>	2.3	4
<i>Choice</i>	52.7	53
<i>Select</i>	36.9	43
<i>Standard</i>	7.6	-
<i>Commercial</i>	0.2	-
<i>Utility</i>	0.1	-
<i>Canner</i>	0.2	-

Cuadro 2. 4. Coeficientes de determinación (r^2) de los componentes del grado de rendimiento en cortes primarios de canales de bovinos.

Componente	r^2
Grasa dorsal (mm)	61.3
Area del ojo de la costilla	17.2
Peso de la canal caliente (kg)	11.7
Grasa en riñón, pelvis y corazón (%)	1.4

Fuente: Jasso, 1994.

Cuadro 2. 5. Proporción de canales en los E.U. en los diferentes grados de rendimiento.

Grado de rendimiento	Porcentaje de canales	
	Lorenzen <i>et al.</i> (1993)	Griffin <i>et al.</i> (1992)
1	10	10
2	33.9	43
3	39.6	40
4	13.6	7
5	2.9	-

Cuadro 2. 6. Características promedio de canales de bovino en 28 empacadoras de los E.U.

Característica	Promedio
Grado de calidad	<i>Select Alto</i>
Marmoleo	Ligero
Grado de rendimiento	3.1
Espesor de grasa dorsal (cm)	1.5
Area del ojo de la costilla (cm ²)	83.4
Peso de la canal caliente (kg)	344.7
Grasa en vísceras (% del peso de la canal)	2.2

Fuente: Lorenzen *et al.*, 1993.

Existen diversos factores que afectan tanto a la calidad como al grado de rendimiento de las canales, dado su efecto sobre uno o más componentes de estos conceptos.

Así, las razas para carne europeas logran un mayor marmoleo que las razas lecheras o cebuinas; las primeras tienen, en igualdad de circunstancias, mayor espesor de grasa dorsal y área del ojo de la costilla y menor cantidad de grasa visceral (Cole *et al.*, 1963; Griffin *et al.*, 1992; Lorenzen *et al.*, 1993).

Con respecto al sexo del animal, en ganado de carne, los machos enteros producen un grado de rendimiento en canal alto, pero generalmente producen canales de baja calidad; las vaquillas tienden a acumular más grasa externa y por esto, tienen mayor marmoleo, por lo cual, presentan menor aumento de peso y menor eficiencia alimenticia; los novillos tienen un comportamiento entre estos extremos (Garret e Hinman, 1971; Abraham *et al.*, 1980; Griffin *et al.*, 1992; May *et al.*, 1992; Lorenzen *et al.*, 1993).

En cuanto a cortes se refiere, el lomo de las hembras alcanza un mayor grado de calidad (USDA) que los cortes de los machos, como resultado de una mayor deposición de grasa por parte de las hembras; pero éstas alcanzan un menor grado de rendimiento que las canales de los machos, ya que las canales de las hembras requieren muchos recortes de grasa en sus canales, lo cual las pone en desventaja con machos de la misma edad y/o pesos; además, las hembras distribuyen

la grasa de diferente manera, lo cual resulta en una gran cantidad de recortes en las áreas donde se acumula la grasa (lomo).

Aún cuando las hembras tienen 2 o 3 por ciento menos cantidad de hueso que los machos, las canales de éstas tienden a alcanzar un menor grado de rendimiento que las canales de los machos, debido a que éstas depositan una mayor cantidad de grasa subcutánea (Griffin *et al.*, 1992).

El peso de la canal está relacionado con dos determinantes de la calidad de la canal: marmoleo y madurez. A mayor peso de la canal mejor marmoleo, pero mayor madurez, también, a mayor peso de la canal más grasa habrá tanto en el dorso como en las vísceras y el ojo de la costilla será más grande. Al combinar estas características en la ecuación para el cálculo del grado de rendimiento, resulta que las canales más pequeñas tienen mejor rendimiento (Jasso, 1994).

Los incrementos de peso diarios afectan la calidad y rendimiento; a mayores incrementos de peso durante el período de engorda, mayor será la calidad, pero también será más abundante la grasa dorsal y visceral, por lo tanto el rendimiento en cortes será bajo (Church y Pond, 1987; Lorenzen *et al.*, 1993; Jasso, 1994).

MATERIALES Y METODOS

Localización y clima

El estudio se realizó en los corrales de Alimentación y Evaluación de Sementales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una latitud norte de 25° 22', longitud oeste de 101° 00' y altitud sobre el nivel del mar de 1742 m; su tipo de clima es BS₀ kx' (e), i.e., semiárido, templado con verano cálido, extremoso y lluvias escasas todo el año (Tamayo, 1981).

Materiales

Se utilizaron 24 becerras (8 Beefmaster y 16 Charolais) y 22 becerros enteros (11 Beefmaster y 11 Charolais), nacidos en la primavera de 1993, las hembras Beefmaster tenían un peso inicial de 232 ± 24 kg, y las Charolais de 215 ± 21 kg, los machos Beefmaster tenían un peso inicial de 250 ± 13 kg y los Charolais de 245 ± 15 kg (Cuadro 3.1).

Cuadro 3. 1. Características de los animales usados en el estudio del efecto de dos fuentes proteína cruda y nivel de grasa sobrepasante.

Característica	Raza y sexo				total y Promedios
	Beefmaster		Charolais		
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	
Núm. de animales	8	11	16	11	46
Peso vivo inicial (kg)	232±24	250±13	215±21	245±15	233±23
Edad inicial (d)	275±17	258±13	266±24	256±26	263±22

Métodos

Previo a la llegada de los animales a los corrales de alimentación, fueron vacunados contra Fiebre Carbonosa, Septicemia Hemorrágica, Carbón Sintomático y Edema Maligno; además fueron desparasitados interna y externamente; también se les aplicó una dosis de vitaminas A, D y E.

El período de alimentación fue dividido en dos etapas, una de crecimiento y la otra de engorda; las dietas utilizadas se suministraron *ad libitum*; previo a la etapa de crecimiento la cual tuvo una duración de 42 días, los animales tuvieron un período de 13 días de adaptación a la dieta de crecimiento, iniciándose con 2 kg de concentrado y aumentando éste 0.5 kg cada tercer día hasta llegar a 5.5 kg hasta tener una relación forraje : concentrado de 70:30 (Cuadro 3.2); una vez lograda la adaptación los animales se dividieron en dos grupos balanceados respecto al resto de los factores en estudio, y se les suministró las dietas con una u otra fuente protéica, al finalizar esta etapa y previa aleatorización inicial, se reagruparon los animales a fin de administrarles su respectivo nivel de suplementación de grasa ruminalmente inerte (0 o 3 por ciento) previo período de adaptación de 13 días. En la etapa de engorda se ofreció una dieta con un 10 por ciento de proteína cruda (PC) (Cuadro 3.3), a la mitad de la engorda se le disminuyó ligeramente la cantidad de proteína cruda y se le aumentó a la cantidad de sorgo (Cuadro A.1 del apéndice), con una relación concentrado : forraje de 85:15.

Cuadro 3. 2. Dietas con dos fuentes de proteína suministrada a los animales durante la etapa de crecimiento (42 días).

INGREDIENTES	HARINOLINA	SOYA
%		
Sorgo	43.56	44.54
Harinolina	8.96	--
Soya	--	7.98
Salvadillo	14.99	14.99
Paja de avena	15	15
Cascarilla de algodón	15	15
Bicarbonato de sodio	0.50	0.50
Sal	0.80	0.80
Carbonato de calcio	0.99	0.99
Vitaminas y minerales	0.20	0.20
ANALISIS CALCULADO		
M. S. (%)	90.6	90.6
ENm (Mcal/kg)	1.65	1.65
ENg (Mcal/kg)	1.02	1.02
P. C. (%)	11.97	12.19
Proteína de paso (%)	4.71	4.33
F. C. (%)	13.18	12.93

Cuadro 3. 3. Dietas con dos niveles de grasa ruminalmente inertes con 10% de P.C. suministradas en la etapa de engorda (95 días).

INGREDIENTES	DIETA 1	DIETA 2
%		
Sorgo	61.63	58.42
Harinolina	4.25	4.25
Salvadillo	15.98	15.98
Megalac	--	3.23
Paja de Avena	7.5	7.5
Cascarilla de Algodón	7.5	7.5
Bicarbonato de sodio	1.02	1.02
Sal	0.85	0.85
Carbonato de Calcio	1.02	1.02
Minerales y Vitaminas	0.25	0.25
ANALISIS CALCULADO		
MS (%)	90.6	90.6
ENm (Mcal/kg)	1.69	1.75
ENg (Mcal/kg)	1.06	1.11
PC (%)	10.72	10.42
Proteína de paso (%)	4.56	4.40
FC (%)	7.45	7.38

Los incrementos de peso se obtuvieron utilizando los promedios de peso vivo de dos días consecutivos de pesaje al inicio y final de cada una de las etapas experimentales. La calidad y el rendimiento de las canales se evaluaron previas 24 hr de refrigeración en el Rastro Municipal de la Ciudad de Saltillo, Coahuila.

La calidad se determinó en base al grado de marmoleo el cual se midió haciendo un corte entre la doceava y treceava costilla, posteriormente se dejó el ojo de la costilla por 10 a 15 min y se procedió a observar la proporción de grasa intramuscular en el ojo de la misma, apoyándose en fotografías publicadas por el USDA (1989).

La estimación del grado de rendimiento (GdR), fue hecha utilizando la fórmula (NLSMB, 1988):

$$\text{GdR} = 2.5 + 2.5 (\text{grasa de cobertura en décimas de pulgada}) + 0.02 (\text{grasa en riñón, pelvis y corazón, en por ciento del peso de la canal caliente}) + 0.0036 (\text{peso de la canal caliente en libras}) - 0.32 (\text{área del lomo en la 12ª costilla, en pulgadas cuadradas}).$$

La grasa de cobertura dorsal se midió en el punto correspondiente a los tres cuartos, a partir de la columna vertebral de la longitud del músculo *Longissimus dorsi*. La grasa en riñón se estimó subjetivamente por una persona con experiencia. El área del ojo de la costilla se midió con una plantilla cuadrículada; el peso de la canal caliente se obtuvo inmediatamente después del sacrificio de los animales, al

restarle éste al peso vivo final se obtiene el porcentaje de rendimiento en canal.

El diseño de tratamientos fue factorial 2^2 no balanceado, en donde los factores para la etapa de crecimiento fueron: **fuentes de proteína** (harinolina: baja degradabilidad ruminal y soya: alta degradabilidad) y **sexo** (hembras y machos enteros). Para la etapa de engorda los factores fueron: **nivel de grasa inerte suplementaria** (cero y 3 por ciento en la dieta de un producto comercial¹) y **sexo** (hembras y machos enteros). Los animales fueron distribuidos conforme a un diseño experimental en bloques al azar. Las variables respuesta consideradas fueron: incremento de peso por día, consumo y conversión alimenticia promedios, calidad y rendimiento de la canal (NLSMB, 1988; USDA, 1989).

¹ Megalac

RESULTADOS Y DISCUSION

Etapa de crecimiento

El efecto de haber suplementado mayor cantidad de proteína de paso en la etapa de crecimiento, sobre el comportamiento productivo de toretes y vaquillas en engorda, no fue estadísticamente significativo ($P > .05$), aunque numéricamente, los animales a los cuales se les administró harinolina, tuvieron mejores incrementos de peso, debido a que tuvieron un mayor consumo de M. S. comparados con aquellos que recibieron soya (Cuadro 4. 1.); estos resultados coinciden con los encontrados por Coomer *et al.* (1993), Sindt *et al.* (1993) y Hafley *et al.* (1993) , pero difieren de los encontrados por Cecava y Hancock (1994), los cuales reportan un efecto significativo sobre las variables antes mencionadas .

Los consumos de M. S. y conversión alimenticia de los animales que consumieron soya y harinolina, no fueron muy diferentes , pero los animales que consumieron harinolina, fueron ligeramente superiores, tuvieron mayores consumos de M. S. Y por lo tanto un mayor incremento de peso y una mejor conversión alimenticia (Cuadro A. 2. del apéndice), con lo cual se vuelven más eficientes, al haber tenido una mayor disponibilidad de aminoácidos a nivel intestinal, debido al mayor nivel de

Cuadro 4. 1. Resultados de incrementos de peso (kg/d) obtenidos durante la etapa de crecimiento (42 días) donde se evaluaron dos fuentes de proteína cruda.

Fuente P.C.	Incrementos de peso		Promedio	Diferencia
	Sexo			
	Hembras	Machos		
Soya	1.24	1.57	1.4	0.1
Harinolina	1.17	1.79	1.5	
Promedio	1.2	1.7	1.45	
Diferencia	0.5		Prom. grai.	

proteína sobrepasante de la harinolina, aun así los resultados obtenidos no fueron los esperados, igual a los resultados obtenidos por Amos (1985), Coomer *et al.* (1993), Sindt *et al.* (1993b), Hafley *et al.* (1993) y Stenquist *et al.* (1994).

En esta etapa, el único efecto estadísticamente significativo se dio entre sexos; los machos tuvieron un mayor consumo de M. S. por lo cual lograron mayores incrementos de peso/día (kg) y una mejor conversión alimenticia (Cuadro 4. 1.).

Etapa de engorda

El efecto de haber suplementado grasa ruminalmente inerte sobre los incrementos de peso, consumo de M. S. y conversión alimenticia de toretes y vaquillas en engorda (Cuadro A. 3 del apéndice), no resultó estadísticamente significativo ($P > .05$), lo cual resultó contrario a lo esperado, ya que los animales que consumieron el producto comercial en teoría deberían de haber logrado mayores incrementos de peso, como consecuencia de una mayor densidad y disponibilidad de energía en su dieta, estos resultados hacen suponer que los animales no fueron capaces de aprovechar el excedente de ácidos grasos a nivel intestinal, probablemente parte de esa energía extra se perdió por heces, ya que éstas, en los animales que consumieron el producto comercial, tuvieron un mayor porcentaje de grasa (4.62) que las heces de los animales que no consumieron el producto comercial (3.55), estos resultados concuerdan con los de Basurto y Garza

(1993) y Cuitun *et al.* (1975), pero se contraponen con los de Bock *et al.* (1991) los cuales si encontraron diferencia significativa ($P < .05$) sobre las variables antes mencionadas.

El único efecto significativo ($P < .05$) se dio entre sexos; las hembras tuvieron mayores incrementos de peso, un consumo de M. S. ligeramente mayor y una mejor conversión alimenticia que los machos (Cuadro 4. 2.).

Calidad de la Canal.

En lo referente a esta variable, no existió efecto significativo ($P > .05$) de haber suministrado grasa de paso, aunque numéricamente los animales que recibieron el producto comercial no fueron superiores a los que no lo consumieron (Cuadro 4. 3.).

El único efecto significativo ($P < .05$) se dio entre sexos, las hembras, debido a que depositaron una mayor cantidad de grasa, lograron un mayor grado de marmoleo y por lo tanto una mejor calidad de la canal (Cuadro 4. 3.), pero debido al exceso de grasa fueron inferiores a los machos en grado de rendimiento y porcentaje de rendimiento en canal.

El efecto entre sexos probablemente, se debe a que los machos durante la etapa de crecimiento, alcanzan un desarrollo corporal más lento que las hembras de la misma edad, por lo cual tienen un mayor consumo de alimento ya que necesitan una mayor cantidad de nutrientes, tanto para desarrollo muscular, como para crecimiento óseo mayor que el de las hembras; por esta situación lograron mayores incrementos de peso

Cuadro 4. 2. Resultados de incrementos de peso (kg/d) de bovinos consumiendo dos niveles de grasa ruminalmente inerte durante la etapa de engorda (95 días).

Megalac	Incrementos de peso		Promedio
	Sexo		
	Hembras	Machos	
Sin	1.27	1.16	1.2
Con	1.23	1.09	1.2
Promedio	1.25	1.13	1.2
Diferencia	0.12		Prom. gral.

Cuadro 4. 3. Efecto del consumo de dos niveles de grasa ruminalmente inerte sobre las características de la canal.

Significancia (P<.05) solo entre sexos		Grado de marmoleo *	Grado de rendimiento	% Rendimiento en canal
Megalac 3%	12 ♀	Ligero promedio 4.0	1.67 ± .63	59.04 ± 1.8
	11 ♂	Lig. bajo 3.0	1.05 ± .61	59.81 ± 3.6
	Prom.	Ligero promedio 3.6 calidad:Buena promedio	1.40 ± .68	59.38 ± 2.7
Sin Megalac	12 ♀	Ligero promedio 4.0	1.51 ± .64	58.76 ± 2.1
	11 ♂	Ligero bajo 3.3	1.44 ± .74	58.99 ± 2.3
	Prom.	Ligero promedio 3.7 calidad:Buena promedio	1.48 ± .67	58.86 ± 2.2

* 1 Prácticamente nulo, 2 Trazas, 3 Ligero bajo, 4 Ligero promedio, 5 Ligero alto, 6 Pequeño bajo, 7 Pequeño promedio, 8 Pequeño alto.

que las hembras, pero durante la etapa de engorda, donde las hembras lograron mayores incrementos de peso que los machos, pueda deberse a que éstas empiezan a depositar grasa más rápido que los machos y como consecuencia de este mayor depósito de grasa obtuvieron mejor calidad de la canal, pero un menor grado de rendimiento que las canales de los machos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

En la etapa de crecimiento de los animales en engorda de este experimento, el haber suplementado proteína de paso extra, no tuvo un efecto tan contundente como el que se esperaba en cuanto a incrementos de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia.

Durante la etapa de engorda, el haber suplementado grasa de sobrepeso, no tuvo un efecto significativo estadísticamente, en cuanto a incrementos de peso, conversión alimenticia y características de la canal de toretes y vaquillas en engorda.

En cuanto a las características de calidad de la canal, la grasa sobrepasante no tuvo una influencia significativa ($P > .05$) sobre las canales de vaquillas y toretes empleados en este experimento.

El único efecto significativo ($P < .05$), se dió entre sexos, tanto en la etapa de crecimiento donde los machos lograron mayores incrementos de peso y conversión alimenticia, así como en la de engorda donde las hembras fueron mejores en

incrementos de peso, conversión alimenticia y calidad de la canal, pero con un menor grado de rendimiento que los machos.

RESUMEN

Este estudio fue realizado para probar la hipótesis, de que utilizando niveles adecuados de proteína y grasa de paso, se obtendrían mayores incrementos de peso, mejor conversión alimenticia y mayor calidad de la canal. El experimento, fue realizado en los Corrales de Alimentación y Evaluación de Sementales, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio narro, localizada en Saltillo, Coahuila, México. El experimento incluyó 24 vaquillas (8 Beefmaster con un peso inicial de 232 ± 24 kg y 16 Charolais con un peso inicial de 215 ± 21 kg) y 22 machos (11 Beefmaster con un peso inicial de 250 ± 13 kg y 11 Charolais con un peso inicial de 245 ± 15 kg). El diseño de tratamientos fue un arreglo factorial 2^2 no balanceado para cada etapa, analizados como un diseño experimental de bloques al azar, los factores con dos niveles fueron: **Fuente de proteína**, en el período de crecimiento (harinolina, baja degradabilidad ruminal y soya, alta degradabilidad ruminal) y **sexo** (vaquillas y toretes). Para la etapa de engorda los factores con dos niveles fueron: **nivel de grasa inerte** (cero y 3 por ciento en la dieta del producto comercial) y **Sexo** (vaquillas y toretes), las variables respuesta fueron: incremento de peso/día, consumo, conversión alimenticia y calidad de la canal. En la fase de crecimiento, no hubo efecto estadísticamente significativo de la fuente de proteína ($P > .05$), el único efecto significativo ($P < .05$) se dio entre sexos, los machos fueron superiores en

cuanto a incrementos de peso/día, consumo de M.S. y conversión alimenticia. En la fase de engorda (95días) no hubo efecto significativo de la suplementación con grasa ruminalmente inerte ($P > .05$), el único efecto significativo ($P < .05$) se dio entre sexos, las hembras fueron mejores a los machos. En lo referente a las características de la canal, las hembras en general tuvieron un mejor grado de calidad que los machos, pero resultaron inferiores en cuanto a grado de rendimiento de la canal, como consecuencia del exceso de grasa que depositaron. Con lo cual se puede concluir, que el haber suministrado proteína y grasa de paso durante las fases de crecimiento y de engorda, respectivamente, no fue estadísticamente relevante sobre las variables medidas.

LITERATURA CITADA

- Abraham, H. C., C. E. Murphey, H. R. Cross, G. C. Smith and W. J. Franks Jr. 1980. Factors affecting beef carcass cutability: an evaluation of the USDA yield grades for beef. *J. Anim. Sci.* 50: 841-851.
- Amos, H.E. 1985. Influence of dietary protein degradability and energy concentration on growth of heifers and steer and intraruminal protein metabolism. *J. Dairy Sci.* 69:2099-2109.
- Andrew, S. M., H. F. Tyrrell, C. K. Reynolds, R. A. Erdman y D. L. Palmquist. 1990. Net energy value for lactation of a dietary fat supplement fed to mature dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73 : (suppl. 1).
- Annison, E.F. and D. Lewis. 1959. *Metabolism in the rumen.* Wiley and Sons. N.Y., U.S.A.
- ARC. 1980. *The nutrient requirement of ruminant livestock.* Commonwealth Agricultural Bureaux. UK.
- Basurto, G.R. y Garza F., J.D. 1993. Efecto de la adición de grasa ó proteína a dietas a base de maíz-sorgo para ganado en finalización. *Memorias del III Congreso de Buiatría, UNAM, México, D.F.* p.p. 119-126.
- Beever, D.E. and D.J. Thomson. 1977. *The potential of protected proteins in ruminants nutrition.* The Grassland Research Institute, Berkshire, Engeland.
- Blethen, D. B., J. E. Wohlt, D. K. Jasaitis and J. L. Evans. 1990. Feed Protein Fractions: relationship to nitrogen solubility and degradability. *J. Dairy Sci.* 73: 1544-1557.
- Bock, R.T., D.L. Harmon, R.T. Brandt and J.E. Schneider. 1991. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion and metabolism. *J. Ani. Sci.* 69:2211-2225.
- Brandt, R.T. and S.J. Anderson. 1990. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. *J. Anim. Sci.* 68:2208-2216.

- Brethour, J.R., R.J. Sirry and A.D. Tillman. 1957. Further studies concerning the effects of fats in sheep rations. *J. Anim. Sci.* 17: 171-180.
- Burroughs, W., R. Vetter and T. Wickersham. 1974. Metabolizable protein and amino acid requirements of ruminants and fermentation potential of potential of feeds. *Proc. Georgia Nut. Conf. Feed Manuf. U.S.A.* Mimeo.
- Cecava, M.J. and D. L. Hancock. 1994. Effects of anabolic steroids on nitrogen metabolism and growth of steers fed corn silage and corn-based diets supplemented with urea or combinations of soybean meal and feathermeal. *J. Anim. Sci.* 72: 515-522.
- Clark, J. H., M. R. Murphy and B. A. Crooker. 1987. Symposium : Alternate feed source for dairy cattle: supplying the protein needs of dairy cattle from by products feed. *J. Dairy Sci.* 70: 1092-1105.
- Cole, J.W., C. B. Ramsey, C. S. Hobbs and R. S. Temple. 1963. Effects of type and breed of british, zebú and dairy cattle on production, palatability and composition. I. Rate of gain, feed efficiency and factors affecting market value. *J. Ani. Sci.* 22:702-707.
- Coomer, J.C., H.E. Amos, M.A. Froetschel, K.K. Ragland and C.C. Williams. 1993. Effects of supplemental protein source on ruminal fermentation, protein degradation, and amino acid absorption in steers and on growth and feed efficiency in steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 71: 3078- 3086.
- Chalupa, W. 1975. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58: 1198-1218.
- Chalupa, W. 1991. Feeding lactating dairy cows. III Ciclo de conferencias internacionales LALA '91. Gómez Palacio, Dgo. México. p.p. 1-36
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa. México. p.p. 287-289.
- Church, D.C. y W. G. Pond. 1994. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusa . México, D.F. p.p. 137-155.
- Cuitun, L.L., W.H. Hale, B. Theurer, F.D. Dryden and J.A. Marchello. 1975. Protein and protected fat for ruminants digestion and performance in fattening steers. *J. Anim. Sci.*, 40 : 691-700.
- Davis, C.L. 1990. Fats in Animal Feeds. University of Illinois. Urbana-Champaign. p. 10.

- Espinoza, S.J.L. y S. R. Espinoza. 1990. Algunos factores que afectan la degradabilidad ruminal de la proteína. Tercera Reunión Bianual de Nutrición Animal. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- Garret, W. N. and N. Hinman. 1971. Fat content of trimmed beef muscles as influenced by quality grade, yield grade, marbling score and sex. *J. Anim. Sci.* 33: 940-952.
- Garret, W.N., Y.T. Yang, W.L. Dunkley and M. Smith. 1976. Energy utilization feedlot performance and fatty acid composition of beef steers fed protein, encapsulated tallow or vegetable oils. *J. Anim. Sci.* 42:1522-1531.
- Garza, C., H.M. y E. Preciado. 1992. Servicio de clasificación de carnes. Secretaría de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Coahuila. México. p.p. 10-15.
- Griffin, D.B., J.W. Savell, J. B. Morgan, R.P. Garret and H. R. Cross. 1992. Estimates of subprimal yield from beef carcasses as affected by USDA grades, subcutaneous fat trim level, and carcass sex and type. *J. Anim. Sci.* 70: 2411-2423.
- Hafley, J. L., B. E. Anderson and T. J. Klopfenstein. 1993. Supplementation of growing cattle grazing warm-season grass with proteins of various ruminal degradabilities. *J. Anim. Sci.* 71: 522-529.
- Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press. N.Y., U. S. A.
- Jasso, J.L. 1994. Factores relacionados con el grado de calidad y grado de rendimiento de canales de novillos jóvenes. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- Logfreen, G. P. 1965. Net energy of fat and molasses for beef heifers with observations on the method for net energy determination. *J. anim. Sci.* 24: 480-492.
- López, T. R., E. R. García y O. J. Acosta. 1994. Efecto de la proteína y grasa sobrepasantes en el comportamiento y calidad de la canal de vaquillas y toretes. Quinta Reunión Bienal de Nutrición Animal. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- Lorenzen, C.L., D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, K.E. Belk, T.L. Frederick, M.F. Miller, T.H. Montgomery and G.C. Smith. 1993. National beef quality audit: Survey of producer-related defects and carcass quality attributes. *J. Anim. Sci.* 71:1495-1505.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1981. Nutrición Animal. 7ª ed. Ed. Mc Graw Hill. México, D.F. p.p. 109-144.

- May, S.G., W.L. Mies, J.W. Edwards, F.L. Williams, J.W. Wise, J.B. Morgan, J. W. Savell and H.R. Cross. 1992. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score, and external fatness. *J. Anim. Sci.* 70: 2411-2423.
- Mc allister, T.A., L.M. Rode, K.J. Cheng and J.G. Buchanan-Smith. 1992. Effect of formaldehyde-treated barley or escape protein on the ruminal environment and digestion in steers. *Can. J. Anim. Sci.* 72: 317-328.
- Miller, E.R. 1973. Evaluation of foods as sources of nitrogen and aminoacids. *Proc. Nutr. Soc.* 32:79-86.
- NLSMB. 1988. Meat evaluation handbook. National Livestock and Meat Board. USA.
- NRC. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. National Research Council. National Academic Press. Washington, D.C., USA.
- NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6 th ed. National Research Council. National Academic Press. Washington D.C., USA. p.p. 113-114.
- Orskov, E.R. 1977. Capacity for digestion and effects of composition of absorbed nutrients on animal metabolism. *J. Ani. Sci.* 46:600-608.
- Orskov, E.R., C.W. Reid and C. A.G. Tait. 1987. *Animal Production.* 45: 345-358.
- Rojas C, P. M. 1987. Determinación de la degradabilidad protéica del nitrógeno no protéico en el rumen, mediante la técnica *in situ*. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Satter, L.D. and R.E. Roffler. 1975. Nitrogen requirements and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 1219-1232.
- Shimada, A. 1987. *Fundamentos de Nutrición Animal Aplicada.* Ed. Consultores en Producción Animal. México, D.F., p.p. 36-41.
- Sindt, M. H., R. A. Stock, T.J. Klopfenstein and B. A. Vieselmeyer. 1993a Protein sources for finishing calves as affected by management system. *J. Anim. Sci.* 71: 740-752.
- Sindt, M. H., R. A. Stock, T.J. Klopfenstein and D. H. Shain. 1993b. Effect of protein source and grain type on finishing calf performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 71: 1047-1056.
- Stenquist, N. J., D. Wiedmeier and K. C. Olson. 1994. By-pass protein and implants in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 58 supp. 2.

- Swartz, L. A., A. J. Heinrichs, G. A. Varga and D. Muller. 1991. Effects of varying dietary undegradable protein on dry matter intake, growth, and carcass composition of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 74: 3884-3890.
- Tamayo, J. 1981. *Geografía Moderna de México*. 9ª ed. Ed. Trillas. México.
- Tully, J. 1993. La grasa le ayuda a las vacas a producir y reproducirse. *Nutrius Dairy Feed Supplement Group*. p.p. 17-18.
- USDA. 1989. *Official United States Standards for Grades of Carcass Beef*. USDA. Agricultural Marketing Service. Washington, D.C. , USA.
- Vérité, R., M. Journet and R. Jarrige. 1979. A new system for the protein feeding of ruminants: the PDI system. *Liv. Prod. Sci.* 6:349.
- Zinn, R. A. and F. N. Owens. 1993. Ruminant escape protein for lightweight feedlot calves, *J. Anim. Sci.* 71: 1677-1687.

APENDICE

Cuadro A. 1 Dietas con dos niveles de grasa ruminalmente inerte con una ligera disminución de proteína cruda y aumento en el sorgo, modificadas a la mitad de la engorda.

INGREDIENTES	DIETA 1	DIETA 2
%		
Sorgo	66.05	62.9
Harinolina	1.02	1.02
Salvadillo	14.96	14.96
Megalac	--	3.8
Paja de Avena	7.5	7.5
Cascarilla de Algodón	7.5	7.5
Bicarbonato de sodio	1.02	1.02
Sal	0.76	0.76
Carbonato de calcio	1.02	1.02
Minerales y vitaminas	0.17	0.17
ANALISIS CALCULADO		
MS (%)	90	90
ENm (Mcal/kg)	1.52	1.58
ENg (Mcal/kg)	0.98	1.02
PC (%)	9.92	9.65
Proteína de paso (%)	4.06	3.92
FC (%)	7.92	7.85

Cuadro A. 2 Resultados obtenidos durante la etapa de crecimiento (42 días) donde se evaluaron dos fuentes de proteína cruda.

Significancia (P<.05) solo entre sexos		Peso Inicial (kg)	P.V. final (kg)	Incremento de P.V. final (kg/d)	Consumo de M.S. (kg/d)	Conversión alimenticia
Soya	12 ♀	208.71 ± 35	261.42 ± 38	1.24 ± .20	9.74	7.85
	11 ♂	247.27 ± 16	314.72 ± 18	1.57 ± .17	9.40	5.98
	Prom.	225.58 ± 34	284.88 ± 41	1.38 ± .25	9.57	6.93
Harinolina	12 ♀	215.28 ± 27	264.75 ± 28	1.17 ± .14	8.79	7.51
	11 ♂	247.18 ± 11	322.68 ± 17	1.79 ± .41	10.46	5.84
	Prom.	229.32 ± 26	290.24 ± 37	1.44 ± .42	9.63	6.68

Cuadro A. 3. Comportamiento productivo de bovinos consumiendo dos niveles de grasa ruminalmente inerte en la fase de engorda (95 días).

Significancia (P<.05) solo entre sexos		Peso Inicial (kg)	P.V. final (kg)	Incremento de P.V. final (kg/d)	Consumo de M.S. (kg/d)	Conversión alimenticia
Megalac 3 %	12 ♀	266.53 ± 34	383.28 ± 40	1.23 ± .16	11.81	9.6
	11 ♂	324.22 ± 18	427.68 ± 32	1.09 ± .26	10.89	9.99
	Prom.	291.92 ± 40	402.82 ± 42	1.16 ± .21	11.35	9.78
Sin Megalac	12 ♀	259.64 ± 33	380.35 ± 34	1.27 ± .22	12.42	9.77
	11 ♂	313.18 ± 16	423.36 ± 27	1.16 ± .17	12.54	10.81
	Prom.	283.20 ± 38	399.28 ± 37	1.22 ± .21	12.48	10.22