

EVALUACION DE RACIONES CON DIFERENTES
DEGRADABILIDADES DE PROTEINA ALIMENTADAS
A OVINOS EN CRECIMIENTO

JAIMF. SALINAS CHAVIRA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN LA ESPECIALIDAD DE NUTRICION ANIMAL



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DE 1987

Evaluación de Raciones con Diferentes Degradabilidades de
Proteína Alimentadas a Ovinos en Crecimiento

Jaime Salinas Chavira

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Nutrición Animal



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

Programa de Graduados
Buenavista, Saltillo, Coahuila
Mayo de 1987

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

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD DE NUTRICION ANIMAL



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

Asesor principal:

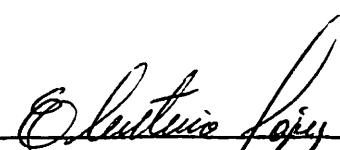

MS. JESUS M. FUENTES RODRIGUEZ

Asesor:


MC. RAMON F. GARCIA CASTILLO

Asesor:


DR. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo 1987.

AGRADECIMIENTOS

Al comité de asesoría por la ayuda brindada para la realización del presente trabajo: MS. Jesús M. Fuentes Rodríguez, MC. Ramón F. García C. y Dr. Ramiro López T.

A la Q.F.B. Carmén Pérez M. por su colaboración en el análisis químico de las dietas.

Agradecimiento especial al Dr. Jesús Torralba E., quien aportó ideas de gran valía y participó activamente en la realización del presente estudio.

A Laura Guadalupe Malacara por su eficiente trabajo mecanográfico.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a hacer posible la realización del presente estudio.

D E D I C A T O R I A

CON APRECIO PARA MI FAMILIA

A LOS JEFES:

MANUEL Y RAMONA

A LOS CARNALES:

RAMON

HECTOR ADOLFO

MANUEL HORACIO

OSCAR

A LA ABUELA:

LENCHA

COMPENDIO

Evaluación de Raciones con Diferentes Degradabilidades de Proteína Alimentadas a Ovinos en Crecimiento

POR

JAI ME SALINAS CHAVIRA

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD DE NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 1987.

MS. Jesús M. Fuentes Rodríguez.- Asesor -

Palabras Claves: Proteína, Degradabilidad, Alimentación, Ovinos.

Se evaluaron raciones con diferentes degradabilidades de proteína en una prueba de alimentación con ovinos en crecimiento. Las proporciones de proteína indegradable y -degradable en rumen fueron de 60:40, 50:50 y 40:60 para las raciones uno, dos y tres respectivamente.

Los incrementos diarios de peso y las conversiones alimenticias de los animales alimentados con las raciones -uno y dos no difirieron significativamente ($P > .05$) pero estos fueron significativamente mejores ($P < .05$) que los -

animales alimentados con la ración tres. Los incrementos -
diarios de peso fueron de 0.166, 0.165 y 0.081 kg y las con-
versiones alimenticias de 5.67, 5.62 y 10.81 kg para los ani-
males alimentados con las raciones uno, dos y tres respecti-
vamente. No se observó diferencia significativa (P .05) en
el consumo diario de alimento, el cual fue de 0.933, 0.916 y
0.843 kg para los animales alimentados con las raciones uno,
dos y tres respectivamente.

El costo por kg de alimento fue de \$ 65.88, \$ 62,25
y \$ 55.76 y el costo por kg de incremento en peso por concep-
to de alimentación fue de \$ 373.54, \$ 352.09 y \$ 602.77 para
los animales recibiendo las raciones uno, dos y tres respec-
tivamente.

La tendencia seguida por las ganancias de peso fue
lineal, incrementando la degradabilidad de la proteína de la
ración, las ganancias de peso descienden proporcionalmente.
La tendencia seguida por las conversiones alimenticias fue
cuadrática, al incrementar la degradabilidad de proteína de
la ración se mejoran las conversiones alimenticias, pero -
luego tienden a disminuir.

ABSTRACT

Evaluation of Rations with Different Protein Degradabilities Fed to Growing Sheep

BY

JAIME SALINAS CHAVIRA

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 1987.

MS. Jesús M. Fuentes Rodríguez - Adviser -

Key Words: Protein, Degradability, Feeding, Sheep.

Rations with different protein degradabilities were evaluated in a feeding trial using growing sheep. Rations had the following proportions of rumen protein bypass and rumen protein degradabilities: 60:40, 50:50 and 40:60 for rations one, two and three respectively.

Daily gains and feed conversions for rations one and two were not significant ($P < .05$) but these were -- - significant better ($P > .05$) than ration three. Daily gains were 0.166, 0.165 and 0.081 kg and feed conversions 5.67,

5.22 and 10.81 kg for animals fed rations one, two and three, respectively.

There was not significant difference ($P > .05$) in - - daily feed consumption by animals receiving rations one (0.933 kg) two (0.916 kg) and three (0.843 kg).

Feed costs (kg) were \$ 65.88, \$ 62.25 and \$ 55.76 and body weight gain feeding costs were \$ 373.54, \$ 352.09 and - \$ 602.77 for animals receiving rations one, two and three, - respectively.

The tendency followed by daily gain was linear, this indicates that increasing protein degradability of the ration decrease daily gains proportionally. The tendency followed by feed conversions was quadratic, first they are improved, and then tend to decrease.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
CAPITULO 2: REVISION DE LITERATURA	4
-CLASIFICACION DE LAS PROTEINAS Y SU IMPORTANCIA	4
-METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS NI TROGENADOS EN RUMIANTES	6
-IMPORTANCIA DE LA PRODUC CION DE AMONIACO EN EL - RUMEN	10
-IMPORTANCIA DE LA DEGRA- DABILIDAD DE LAS FUENTES PROTEICAS EN LA ELABORA- CION DE RACIONES PARA - RUMIANTES	18
CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS	23
-DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	23
-MATERIALES	23
-METODOS	24
CAPITULO 4: RESULTADOS	28
CAPITULO 5: DISCUSION	34

CAPITULO 6: CONCLUSIONES	37
CAPITULO 7: RESUMEN	38
CAPITULO 8: LITERATURA CITADA	40
APENDICE A	45

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Fraccionamiento de la proteína cruda en el tubo gastrointestinal del rumiante. . . .	7
2.2	Resumen esquemático de la utilización del nitrógeno por el rumiante.	9
2.3	Degradación ruminal de la proteína de la dieta.	11
2.4	Efecto de varias fuentes de nitrógeno sobre la concentración de NH_3 en rumen. . . .	16
4.1	Ganancias diarias de peso observadas por los animales alimentados con las tres raciones.	31
4.2	Conversiones alimenticias observadas por los animales alimentados con las tres raciones.	32
4.3	Consumos diarios de alimento observados por los ovinos alimentados con las tres raciones.	33

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Gran parte de la investigación pecuaria se realiza en el campo de la nutrición animal, debido a que el costo de alimentación generalmente es el mayor en las explotaciones pecuarias, así mismo, los ingredientes protéicos son los más caros en la elaboración de raciones para rumiantes, por lo que muchos trabajos de investigación se han conducido buscando alternativas que permitan su mejor utilización, basados dichos estudios en el conocimiento del metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen, para lo cual se necesita conocer la biología y la bioquímica que ocurren dentro del rumen y las repercusiones que tienen sobre el comportamiento del animal huésped.

La actividad proteolítica de los microorganismos del rumen influye mucho sobre la nutrición de aminoácidos de los rumiantes (Annison y Lewis, 1981) ya que los microorganismos del rumen son capaces de transformar fuentes de nitrógeno no protéico y proteína de baja calidad, en proteína de buena calidad, como lo es la proteína microbial; sin embargo, también desdoblan la proteína de buena calidad del alimento hasta amoníaco lo que representa una desventaja para el animal huésped (Satter y Roffler, 1975).

Los animales rumiantes satisfacen requerimientos de proteína a partir de la proteína que esta disponible en el intestino delgado para su absorción, la cual proviene de la proteína de origen microbiano más la proteína del alimento que no es degradada en el rumen, y en menor proporción por secreciones endógenas (Chalupa, 1975; Leng y Nolan, 1984). Cuando los requerimientos de proteína son altos como en el caso de animales en crecimiento o en aquellos que están soportando altas producciones de leche, las necesidades nutricionales del animal son superiores a las aportadas por el rumen (Gómez, 1986) en estos casos se requiere que la proteína no sea degradada en el rumen y este disponible para su absorción en el intestino delgado. Debido a esto Ørskov et al. (1980) señalan que la degradabilidad de proteína tiene un papel central en la nutrición de rumiantes, porque determina no sólo la proteína disponible para los microorganismos, sino también la proteína que escapa a la degradación ruminal y está disponible para la absorción intestinal, siendo en gran parte esta fracción de la proteína la que determina el valor de la proteína para los animales rumiantes (Broderick, 1978). Las fuentes de proteína, con baja degradabilidad en el rumen también permiten la inclusión de fuentes de nitrógeno no protéico como la urea que es altamente degradable en el rumen, - esto se debe a que las fuentes de proteína con baja degradabilidad pueden aportar cantidades insuficientes de amoniaco que son requeridas para la síntesis de proteína microbial y al agregar urea se llenan dichos requerimientos de amoniaco

(Peterson y Klopfenstein, 1976; Krouse y Klopfenstein, 1978). Dentro de las fuentes protéicas de baja degradabilidad está la harina de pescado y dentro de las fuentes protéicas de alta degradabilidad está la pasta de soya (Gómez et al., 1983).

El objetivo del presente trabajo es evaluar raciones con diferentes degradabilidades de proteína alimentadas a ovinos en crecimiento y medir su comportamiento en aumento en peso, consumo de alimento y conversiones alimenticias, así como la determinación de la tendencia seguida por estas variables y de los costos de producción por concepto de alimentación.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

Clasificación de las Proteínas y su Importancia

Desde un punto de vista meramente bioquímico, según Rodwell (1984) no existe un sistema sencillo y universalmente satisfactorio para la clasificación de las proteínas, y los sistemas de clasificación que persisten en la actualidad son mutuamente contradictorios. Los sistemas de clasificación de las proteínas según este autor son:

- a) los basados en la forma de la proteína
- b) los basados en las propiedades físicas de las proteínas
- c) los basados en la función de las proteínas
- d) los basados en la estructura tridimensional de las proteínas
- e) los basados en la solubilidad de la proteína.

Este último sistema de clasificación incluye:

- a) albuminas que son solubles en agua
- b) globulinas que son solubles en soluciones salinas

- c) protaminas que son insolubles en agua pero solubles en etanol
- d) histonas que son solubles en soluciones salinas
- e) escleroproteínas las cuales son insolubles en agua o soluciones salinas

A este sistema de clasificación de las proteínas basado en su solubilidad, Van Soest (1982) agrega el grupo de las glutelinas que son solubles en álcalis diluidos. Cabe aclarar que el sistema de clasificación basado en la solubilidad de las proteínas no tiene una división rigurosa entre grupos.

Se ha relacionado las características de solubilidad de las proteínas con su tasa de proteólisis por los microorganismos del rumen, por lo que Bergen (1979) y Van Soest (1982) señalan que los granos de cereales contienen grandes cantidades de prolaminas y glutelinas las cuales son insolubles en agua y la característica hidrofóbica de la proteína del maíz la hace tener baja tasa de degradabilidad en el rumen; mientras que las albuminas y globulinas son realmente degradadas en el rumen. A lo anterior, Bergen (1979) señala que es desafortunado que las prolaminas sean de baja calidad nutricional y pobres en aminoácidos esenciales y sean de baja degradabilidad en el rumen, mientras que la fracción albumina y globulina contiene mejor balance de aminoácidos esenciales y es extensamente degradada en el rumen.

Metabolismo de los Compuestos Nitrogenados en Rumiantes

Los avances obtenidos en el conocimiento del metabolismo de los compuestos nitrogenados en los animales rumiantes es sin duda de los más notables en el campo de la nutrición animal. Los compuestos nitrogenados de la dieta son metabolizados en primera instancia por los microorganismos del rumen y posteriormente por el animal huésped, siendo esta interacción entre dieta, microorganismos y huésped, lo que hace que la determinación de los requerimientos de proteína en los animales rumiantes sea compleja (Van Soest, 1982). Pese a los grandes logros obtenidos en el conocimiento del metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen, aun quedan incógnitas por resolver.

Martínez (1986) señala que los compuestos nitrogenados consumidos por los animales rumiantes son de dos tipos, nitrógeno no protéico altamente soluble y proteína verdadera de solubilidad variable, ésto se puede apreciar en la Figura 2.1, siendo la proteína verdadera la que forma la mayor parte de la proteína de la dieta de los rumiantes. La fracción de nitrógeno no protéico incluye aminoácidos, amidas, sales de amonio, nitratos y urea que se puede incluir en la dieta (Leng y Nolan, 1984). Shimada (1983) coincide con lo anterior y además menciona que se debe diferenciar la proteína verdadera de los alimentos, de la proteína verdadera de origen microbiano, pues ambas son verdaderas, también menciona que al rumen entra nitrógeno en la saliva en forma de urea y mucina, siendo la cantidad de urea que entra al rumen por

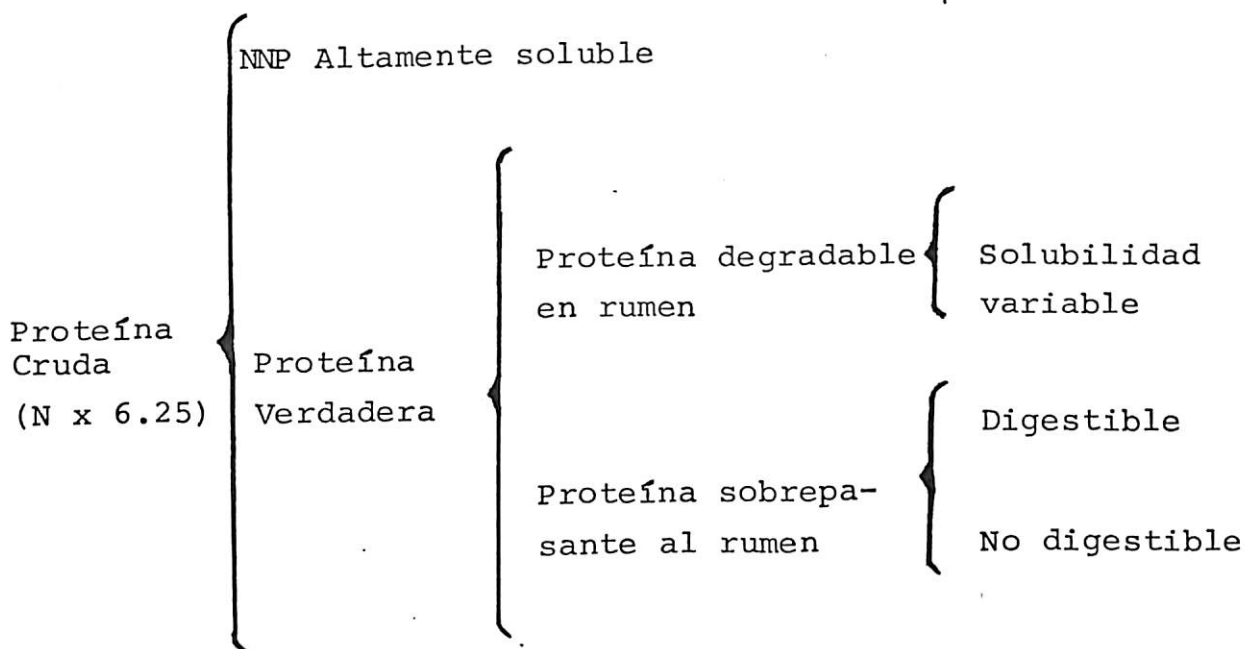


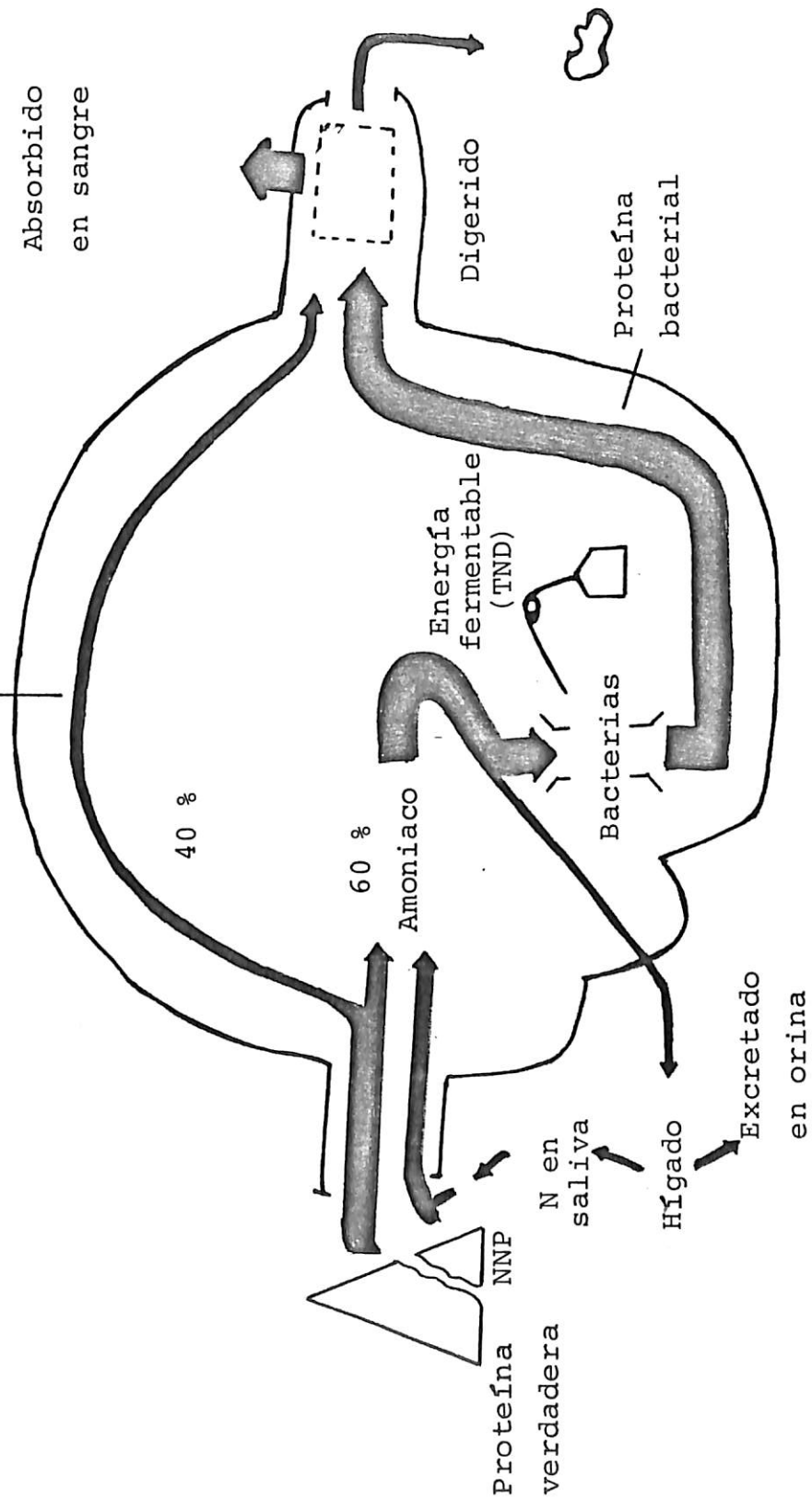
Figura 2.1. Fraccionamiento de la proteína cruda en el tubo gastrointestinal del rumiante (Martínez, 1986).

este concepto en cantidad no despreciable (Annison y Lewis, 1981). Además de los compuestos de nitrógeno no protéico mencionados anteriormente se encuentran también bases púricas y pirimídicas y compuestos como la urea y biuret que se pueden incluir intencionalmente en la dieta de los animales rumiantes (Church, 1979).

Un resumen esquemático de la utilización de los compuestos nitrogenados por los rumiantes se muestra en la Figura 2.2, según, Satter y Roffler (1981). El grosor de la flecha indica la importancia relativa de cada ruta, la proteína de la dieta puede ser degradada por los microorganismos del rumen o puede escapar a esta degradación y pasar a la parte posterior del tubo digestivo donde es absorbida o excretada en las heces, la cantidad de proteína del alimento que escapa a la degradación en el rumen puede variar considerablemente, pero en la mayoría de las condiciones de manejo y alimentación de las explotaciones pecuarias, un 40 por ciento de la proteína que escapa a la degradación en el rumen es un buen promedio, la proteína que se degrada en el rumen es convertida principalmente en amoníaco.

El metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen comprende el desdoblamiento de los mismos por acción de los microorganismos del rumen, asimismo, comprende la síntesis de proteína microbiana, por lo que se hace necesario entender estos procesos lo mejor posible para obtener el mayor beneficio de estas propiedades en el comportamiento productivo del animal.

Proteína que escapa a la degradación bacterial



Proteína cruda en la ración

Rumen Intestino Hece

Figura 2.2. Resumen esquemático de la utilización del nitrógeno por el rumiante (Satter y Roffler, 1981).

Para utilizar moléculas grandes como lo son las proteínas de las plantas, es necesario degradarlas antes de que puedan ser utilizadas por los microorganismos o por el animal huésped, a excepción de las globulinas que son absorbidas por animales jóvenes (Church, 1979). Como se puede apreciar en la Figura 2.2, el rumen exhibe actividad proteolítica, por lo que la proteína que entra al rumen, es usualmente extensamente degradada por ambos, bacterias y protozoarios (Tamminga, 1979).

La degradación de proteína en el rumen es un proceso de dos pasos, primero la proteína es desdoblada por las proteasas microbiales a sus aminoácidos constituyentes y segundo, los aminoácidos son entonces desaminados por las desaminasas microbiales, esto se puede apreciar en la Figura 2.3, siendo los productos finales de la fermentación amoniaco, α -cetoácidos que son fermentados hasta ácidos grasos volátiles o neutralizados por los microbios del rumen (Bergen, 1979). No como una regla los aminoácidos libres se acumulan en el rumen cuando la tasa de liberación de aminoácidos excede la tasa de desaminación de los mismos, por lo que Tamminga (1979) señala que es incierto cual de los dos procesos es el limitante, proteólisis o desaminación.

El proceso de degradación proteica difiere algo entre bacterias y protozoarios. En las bacterias la cadena proteica es desdoblada en pequeñas partes por hidrólisis de alguna o de todas sus cadenas peptídicas, este proceso se lleva a cabo en el exterior de la célula bacteriana, los

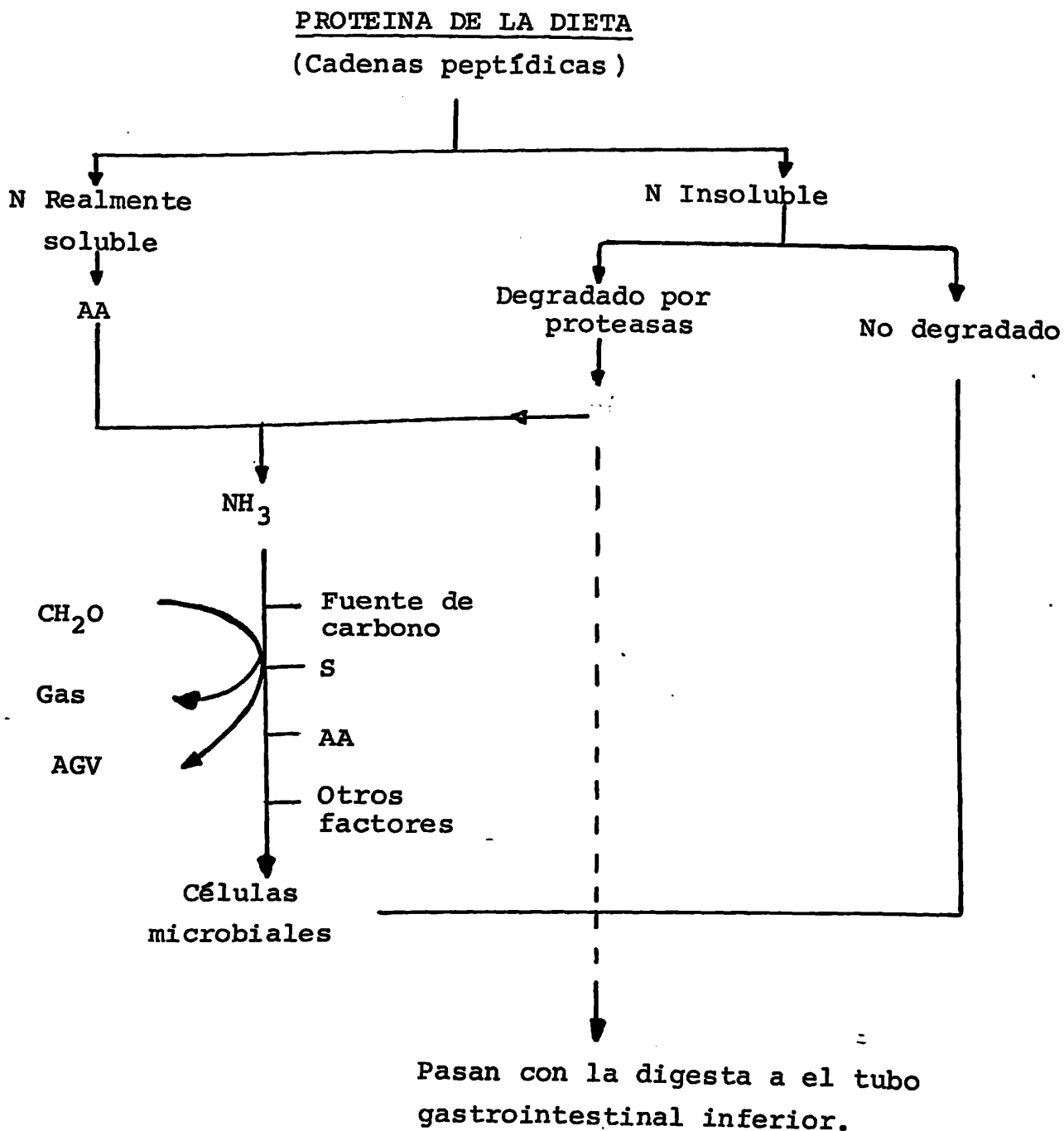


Figura 2.3. Degradación ruminal de la proteína de la dieta (Bergen, 1979).

péptidos y aminoácidos resultantes son transportados al interior de la célula bacteriana para ser metabolizados, las proteasas bacterianas se localizan en el exterior de la célula bacteriana para dar un libre acceso al sustrato, siendo las enzimas exo y endopeptidasas (Chalupa, 1975) este mismo autor además menciona que especies de Bacterioides, Butyrivibrio y Selenomonas son las bacterias con más potente actividad proteolítica, sin embargo, Hungate (1966) señala que la bacteria con más potente actividad proteolítica es Clostridium locheadii pero esta se encuentra en pequeño número en el rumen. En este punto debemos considerar la conclusión de Scheifinger et al. (1976) quienes señalan que la degradación total de aminoácidos de la dieta parece que ocurre como un resultado de la extensa interacción bacteriana.

Las proteasas bacterianas no parecen estar sujetas a control metabólico por lo que la maquinaria enzimática necesaria para la degradación de proteínas en el rumen puede estar presente bajo la mayoría de las condiciones de alimentación (Chalupa, 1975) es por esto que la actividad proteolítica de las bacterias del rumen parece independiente de la dieta y el grado en que las proteínas de la dieta son degradadas depende más de las propiedades de las proteínas que de la población microbiana del rumen, esto se debe a que las enzimas proteolíticas son de carácter no específico y su capacidad para fermentar una gran variedad de proteínas no está influenciada por los cambios producidos en la flora microbiana por efecto de los cambios en la ración (Annison y Lewis, 1981) así por

ejemplo en los trabajos de Ørskov et al. (1974) al agregar urea a la ración no afectó en nada la degradación de la proteína de la dieta, de igual manera en los trabajos de Grumer et al. (1984) en los cuales al incrementar la concentración de amoníaco del rumen no afectó la desaparición de materia seca ni de nitrógeno de suplementos protéicos suspendidos en bolsas de nylon en el rumen.

Los aminoácidos son sustancias intermedias en el metabolismo de las proteínas, los cuales son incorporados a la proteína bacteriana o degradados hasta amoníaco, ácidos grasos volátiles, bióxido de carbono, metano y algo de calor de fermentación, siendo los productos finales de esta degradación excretados al medio que rodea a las células bacteriales (Tamminga, 1979).

Las especies proteolíticas de protozoarios incluyen especies de Entodinium, Isotrichia, Eudiplodinium y Ophryoscolex (Chalupa, 1975). Los protozoarios son capaces de englobar y digerir partículas alimenticias, aminoácidos libres, bases púricas y pirimídicas de la digesta del rumen (Bartley y Deyoe, 1981) sin embargo, el papel de los protozoarios no está bien definido (Tamminga, 1979).

Importancia de la Producción de Amoníaco en el Rumen

El amoníaco siempre se forma durante el proceso de fermentación de aminoácidos en el contenido ruminal (Hungate, 1966) este hecho ha conducido a que se estudie con mayor detalle la importancia de la producción de amoníaco para la -

nutrición animal. Por una parte muchos compuestos nitrogenados de la dieta de los rumiantes son convertidos hasta - este sustrato (Van Soest, 1982) y por otro lado, el amoniaco sive para satisfacer la mayor parte de los requerimientos nitrogenados de la población microbiana del rumen, según - Oldham (1981) los microorganismos del rumen derivan sólo de un 25. a un 30 por ciento de sus requerimientos de nitrógeno de otras fuentes no amoniacaes como péptidos y aminoácidos, por lo cual Kaufmann (1983) concluye que el suministro de - amoniaco en raciones normales es el factor determinante en lo que se refiere a los requerimientos de nitrógeno de las bacterias.

Ha sido señalado por Leng y Nolan (1984) que las - principales fuentes de amoniaco en el rumen son:

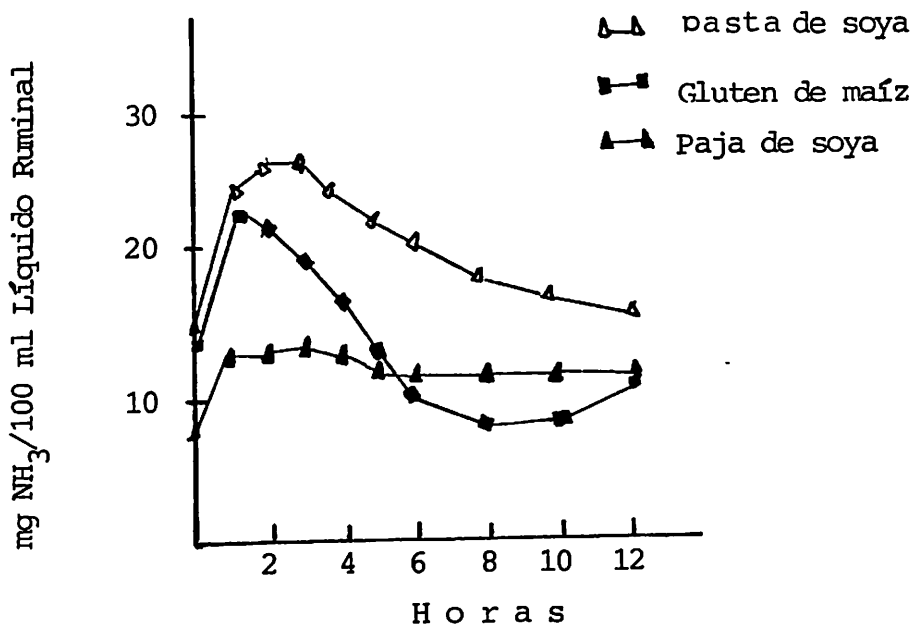
- a) péptidos aminoácidos
- b) materiales misceláneos de nitrógeno soluble
- c) protozoarios
- d) nitrógeno gaseoso

y como principales pérdidas de amoniaco las siguientes:

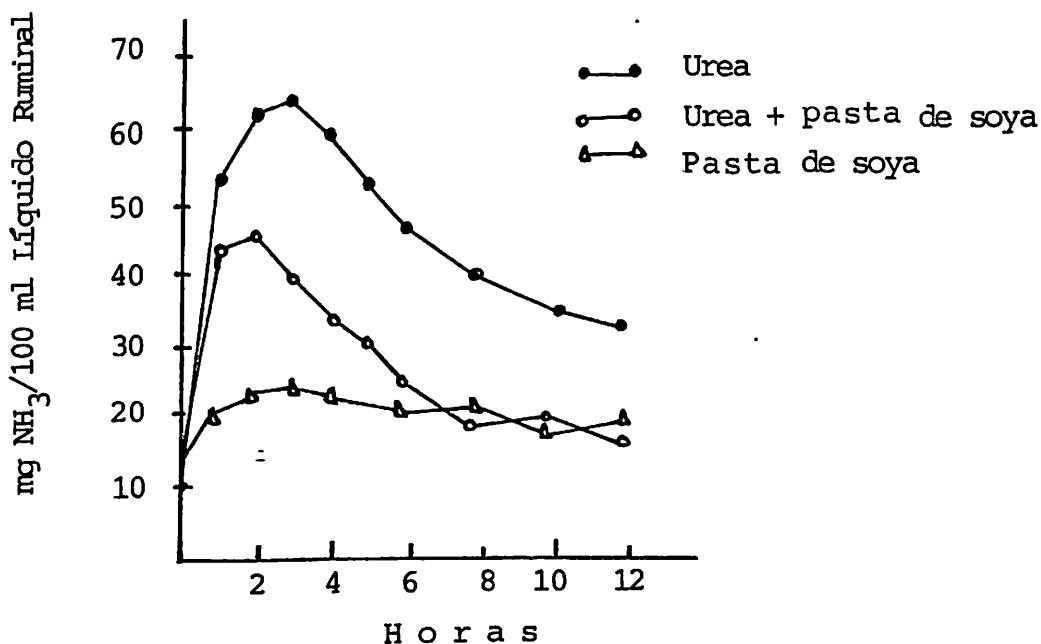
- a) nitrógeno amoniacal incorporado en las células bacteriales
- b) flujo de amoniaco
- c) absorción de amoniaco.

La cantidad de amoniaco presente en el rumen varía con la cantidad y degradabilidad de proteína en la dieta y

lo extenso de la entrada de nitrógeno endógeno, en la Figura 2.4, según Davis y Stallcup (1967) se puede observar que las diferencias en la concentración de amoníaco en el líquido ruminal es diferente con las fuentes de proteína, al comparar la pasta de soya, gluten de maíz y paja de soya, se puede observar como la pasta de soya produce las más altas concentraciones de amoníaco, luego al comparar la urea, urea más pasta de soya y pasta de soya, se observa como la urea produce las más altas concentraciones de amoníaco en líquido ruminal. El amoníaco producido durante la degradación de proteína no necesariamente es una pérdida para el animal huésped, siendo reutilizado por los microorganismos del rumen para sintetizar aminoácidos, entonces para la producción de células, esto se puede apreciar en las Figuras 2.2 y 2.3, sin embargo, los microorganismos tienen una capacidad limitada para utilizar el amoníaco y esto según Bergen (1979) depende en gran parte de la cantidad de energía metabólica disponible para los microorganismos del rumen, y la energía está en función directa de la fermentación de los carbohidratos por los microorganismos. El amoníaco producido en el rumen de fuentes de nitrógeno no protéico puede ser utilizado de manera similar, sin embargo, hay un límite superior a lo extenso de la síntesis de proteína microbial en el rumen. Este límite superior según Satter y Roffler (1975) es cuando la concentración de amoníaco en líquido ruminal es de 5 mg/100 ml de líquido ruminal, a partir de esta concentración no hay efecto en la producción de proteína microbial, esta concentración de amoníaco usualmente se alcanza en raciones que contienen - -



A) Concentración de NH_3 de pasta de soya, Gluten de maíz y Paja de soya, en rumen de novillos.



B) Concentración de NH_3 de Urea, Urea + pasta de soya y pasta de soya en rumen de novillos.

Figura 2.4. Efecto de varias fuentes de Nitrógeno sobre la concentración de NH_3 en rumen (Davis y Stallcup, 1967).

aproximadamente 13 por ciento de proteína cruda, por lo que agregar fuentes de nitrógeno no protéico a raciones con esta concentración protéica no es recomendado debido a que el amoníaco se incrementa rápidamente sin incremento en la producción de proteína microbial, ésto coincide con los resultados de Wohlt et al. (1978) quienes reportan que vacas alimentadas con dietas con nueve a doce por ciento de proteína cruda, la concentración de amoníaco fue menor a los 5 mg/100 ml de líquido ruminal, y pudo haber disminuído la digestibilidad y síntesis de proteína en el rumen, en dietas con 11 ó 12 por ciento de proteína el nitrógeno aportado por la pasta de soya o por urea, fue usado con la misma eficiencia, pero en dietas con 13 a 14.5 por ciento de proteína, la concentración de amoníaco fue superior a los 5 mg/100 ml de líquido ruminal y mayor con la urea, y la producción de leche también fue superior con la pasta de soya, resultados similares son reportados por Wohlt y Clark (1978). En contraste con estos resultados Bartley Y Deyoe (1981) demostraron que 5 mg de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal no es el límite superior para la síntesis protéica bacterial, pues indican que aún en concentraciones hasta 20 veces mayores a los 5 mg de amoníaco por 100 ml de líquido ruminal, la síntesis de proteína microbial fue mayor para la urea que para otros sustratos, en algunos casos.

Es importante señalar que el suministro de energía - afecta la síntesis de proteína microbial, Kaufmann (1983) señala que existe una relación directa entre estos dos factores. La energía disponible para la fermentación microbiana influye

también sobre la cantidad de amoníaco que los microorganismos del rumen pueden utilizar (Macrae y Reeds, 1980). Así mismo, Hagemester et al. (1980) concluyen que un suministro de energía abajo de los requerimientos da un incremento no sólo de las deficiencias del animal, sino también un exceso de amoníaco.

Importancia de la Degradabilidad de las Fuentes Protéicas en la elaboración de Raciones para Rumiantes

Los animales rumiantes satisfacen necesidades de proteína a partir de la proteína de origen microbiano y la proteína que no es degradada en el rumen y que es digerida intestinalmente (Leng y Nolan, 1984). Cuando las necesidades de proteína son altas como en los animales en crecimiento o con altas producciones de leche, las necesidades nutricionales del animal huésped son superiores a las aportadas por los productos de fermentación ruminal (Gómez, 1986) por lo que para satisfacer estas altas necesidades de proteína, se hace necesaria la inclusión de fuentes de proteína de baja degradabilidad en el rumen.

Los suplementos protéicos presentan diferentes degradabilidades en el rumen, siendo importante considerar las degradabilidades de las proteínas porque esta determina no sólo el aporte de nitrógeno para los microorganismos del rumen, sino que también determina la cantidad de proteína disponible en el intestino delgado para su digestión y absorción (Øskorv et al., 1980).

Debido a que los sistemas propuestos para evaluar proteína como los del NRC (1975) en donde únicamente mencionan la proteína cruda o proteína cruda digestible, se han diseñado otros sistemas que consideran la degradabilidad de proteína o la inclusión de fuentes de nitrógeno no protéico, dentro de estos sistemas están los propuestos por Burroughs et al. (1975), Vertyte et al. (1979) y Chalupa (1975). En estos sistemas se estima la cantidad de proteína disponible para la absorción intestinal o proteína metabolizable.

Los ingredientes protéicos de baja degradabilidad en rumen aportan la mayor cantidad de aminoácidos para la absorción en el intestino delgado, así lo muestran los trabajos de Santos et al. (1984) quienes reportan que el gluten de maíz, los granos de destilería o cervecería aportan la mayor cantidad de aminoácidos al intestino delgado que la pasta de soya, la cual es más degradada en el rumen.

Al comparar suplementos protéicos con diferentes degradabilidades en la alimentación de ganado lechero, algunos autores reportan incrementos en la producción de leche al incluir en la ración ingredientes protéicos con bajas degradabilidades en el rumen, así lo muestran los trabajos de Majdoub et al. (1978), Forster et al. (1983) y Wohlt et al. (1978) en contraste con lo anterior Erdman y Vandersall (1983) no encontraron efecto benéfico al incluir fuentes protéicas de baja degradabilidad en las raciones para ganado lechero.

Los resultados obtenidos con animales en crecimiento muestran el efecto benéfico de elaborar raciones que contienen

ingredientes protéicos con bajas degradabilidades en el rumen, así lo muestran los trabajos de Stock et al. (1981) los cuales al comparar raciones que contenían urea, pasta de soya más urea, harina de sangre más urea y harina de carne más urea, las ganancias diarias en peso fueron: 0.720, 0.810, 0.910, 0.850 kg y las conversiones alimenticias de 8.6, 7.8, 7.1 y 7.1 kg respectivamente, resultados similares fueron reportados por Stock et al. (1983) en donde se reporta que ovinos alimentados con raciones que contenían urea, soya más urea, harina de sangre más urea, como suplementos protéicos, las ganancias diarias en peso fueron de 0.053, 0.074 y 0.106 kg respectivamente. Así mismo Nimrick et al. (1972) reportan ganancias diarias de peso en ovinos alimentados con harina de soya y harina de pescado como suplementos protéicos de 0.280 y 0.310 kg respectivamente.

Las fuentes protéicas de baja degradabilidad, si bien soportan las mayores cantidades de aminoácidos para su absorción en el intestino delgado, en ocasiones pueden limitar el crecimiento de los microorganismos del rumen al aportar cantidades insuficientes de amoníaco requeridas para la síntesis de proteína microbial, por lo que se ha pensado en combinar las fuentes de proteínas de baja degradabilidad con fuentes de nitrógeno no protéico, así se llenan por una parte los requerimientos de nitrógeno de los microorganismos del rumen y por otro lado se aporta proteína al intestino delgado, la cual no fue degradada en el rumen, así por ejemplo Little et al. (1963) reportan que la adición de urea a el gluten de -

maíz incrementan marcadamente las ganancias diarias de peso de ovejas, resultados similares son reportados por Peterson y Klopfenstein (1976) sólo que en novillos, el mismo efecto es demostrado por los resultados de Waller et al. (1976) y Waller et al. (1980) sólo que en estos trabajos el ingrediente protéico de baja degradabilidad fueron los granos de destilerías, los cuales al ser suplementados con urea mejoraron considerablemente las ganancias de peso de novillos.

El Cuadro 2.1, muestra una lista de las degradabilidades de proteínas de algunos ingredientes usados en la alimentación de rumiantes, según Gómez et al. (1983).

Cuadro 2.1. Contenido de proteína cruda (PC) proteína sobrepasante del rumen (PSR) proteína degradable en el rumen (PD) y proteína insoluble (PI) en algunos ingredientes protéicos (Gómez et al., 1983)

SUPLEMENTO	PC	PSR	PD	PI
	----- % -----			
Harinolina	44.3	47.1	48.8	4.1
Pasta de soya I	50.9	35.7	63.2	1.1
Pasta de soya II	52.0	29.0	70.2	0.8
Pasta de cártamo	29.8	33.7	60.5	5.8
Pasta de nabo	42.2	28.7	69.0	2.3
Pasta de girasol	30.4	31.9	63.1	5.0
Harina de pescado	68.2	73.4	25.3	1.3
Harina de sangre	88.1	84.8	10.7	4.5
Harina de carne	53.2	34.1	62.0	3.9
Heno alfalfa	16.0	33.2	60.8	6.0
Pulido arroz	14.5	44.3	47.5	8.2
Salvado trigo	18.0	27.3	69.4	3.3

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Unidad Metabólica del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Sus coordenadas geográficas son 25°22' de latitud norte y 101°11' de longitud oeste. Su altitud es 1742 msnm y su temperatura media anual es 19.8°C con una precipitación media anual de 293.5 mm. El clima es Bw hw (x') (e). (Mendoza, 1983).

Materiales

Para el presente estudio se utilizaron doce ovinos castrados de tipo criollo de edad y peso similar, este fue de 19.8 kg en promedio al inicio del experimento. Los animales fueron desparasitados internamente al inicio del experimento y se les aplicó vitaminas (A, D y E).

Los animales fueron alojados en corraletas individuales de dos por dos metros, el alimento se les ofreció en cubetas de lámina número diez.

El alimento ofrecido y el rechazado se pesó en una báscula con capacidad para cuatro kg y los animales se pesaron en una báscula con capacidad para 100 kg.

Métodos

Los doce animales se dividieron en tres grupos de cuatro animales cada uno. Cada grupo de animales se asignó a cada una de las raciones que aparecen en el Cuadro 3.1. Las raciones se elaboraron acorde a las tablas de requerimientos para ovinos propuestos por NRC (1975). Las raciones contenían aproximadamente 11 por ciento de proteína cruda y 83 por ciento de total de nutrientes digestibles, el análisis bromatológico, la degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda, aparecen en el Cuadro 3.2 y se realizaron acorde a los procedimientos descritos por Tejada (1983) calculando el total de nutrientes digestibles de acuerdo con Shimada (1983). Las proporciones de proteína indegradable y degradable en el rumen son: 60:40, 50:50 y 40:60 para las raciones uno, dos y tres respectivamente, las degradabilidades de proteína se estimaron en base a promedios de los trabajos publicados por Gómez et al. (1983); Chalupa (1975) y Zinn et al. (1981).

Se llevó registro diario del alimento ofrecido y del rechazado y por diferencia se obtuvo el alimento consumido. Los animales se pesaron cada veinte días. El período experimental fue de 60 días con un período de adaptación de siete días.

El diseño experimental fue en bloques al azar, el análisis de varianza, la prueba de comparación de medias y el -

Cuadro 3.1. Composición de las raciones alimentadas a los ovinos en base a materia seca.

INGREDIENTE	Ración 1	Ración 2	Ración 3
	60:40 ^a	50:50 ^a	40:60 ^a
	----- % -----		
Rastrojo de maíz	37	29	34
Sorgo	55	66	62
Harina de pescado	7	3.4	-
Pasta de soya	-	-	2
Urea	-	0.6	1.0
Premezcla de minerales	1.0	1.0	1.0
T o t a l	100.0	100.0	100.0

^a Proporción de la proteína indegradable y degradable en rumen.

Cuadro 3.2. Análisis bromatológico, degradabilidad in situ de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de las tres raciones usadas en la prueba de alimentación.

INGREDIENTE	Ración 1 60:40 ^a	Ración 2 50:50 ^a	Ración 3 40:60 ^a
	----- % -----		
Ceniza	5.52	4.66	4.00
Proteína cruda	9.50	11.50	10.00
Extracto etéreo	2.58	2.59	2.44
Fibra cruda	10.13	10.03	10.37
Extracto libre de nitrógeno	72.27	71.22	73.19
Total de nutrientes digestibles	82.93	83.55	83.99
Degradabilidad <u>in situ</u> a 48 hs (MS) ^b	35.31	36.10	38.10
Degradabilidad <u>in situ</u> a 48 hs (PC) ^b	14.70	24.82	27.65

^a Proporción de proteína indegradable y degradable en rumen.

^b Adaptado de Rojas (datos sin publicar).

análisis de tendencia se realizaron acorde con los procedimientos descritos por Cochran y Cox (1965). Considerando que se perdió una unidad experimental a mediados del experimento, se siguió el procedimiento descrito por estos autores para el cálculo del dato faltante.

CAPITULO 4

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio se muestran en el Cuadro 4.1. Se probaron tres dietas isoprotéicas en la alimentación de ovinos, las dietas difirieron en la proporción de proteína indegradable y degradable en el rumen, siendo dichas proporciones de 60:40, 50:50 y 40:60 para las raciones uno, dos y tres respectivamente. Las ganancias diarias en peso de los animales alimentados con las raciones uno y dos no difirieron significativamente ($P > .05$) sin embargo, estas raciones fueron significativamente ($P < .05$) mejores que la ración tres, siendo las ganancias diarias de peso en promedio de 0.166, 0.165 y 0.082 kg para las raciones uno, dos y tres respectivamente. Los consumos diarios de alimento mostrados por los animales, no difirieron significativamente ($P > .05$) entre las raciones, siendo dichos consumos diarios de alimento de 0.933, 0.916 y 0.843 kg en promedio para las raciones uno, dos y tres respectivamente. La conversión alimenticia expresada como la relación de los kg de alimento consumido y los kg de ganancia en peso, no difirió significativamente ($P > .05$) entre las raciones uno y dos, siendo estas raciones significativamente ($P < .05$) mejores que la ración -

Cuadro 4.1. Comportamiento de los ovinos alimentados con las tres raciones.

Término	Tratamientos		
	60:40 ^a	50:50 ^a	40:60 ^a
No. de animales por tratamiento	4	4	4
Peso promedio inicial (kg)	19.50	19.80	20.10
Peso promedio final (kg)	29.47	29.70	25.01
Ganancia diaria de peso (kg)	0.166 ^b	0.165 ^b	0.081 ^c
Consumo diario de alimento (kg)	0.933 ^b	0.916 ^b	0.843 ^b
Conversión alimenticia (kg alimento/kg ganancia)	5.67 ^b	5.62 ^b	10.81 ^c
Costo por kg de alimento (\$)	65.88	62.25	55.76
Costo por kg de incremento en peso por concepto de alimentación (\$)	373.54	352.09	602.77

^a Proporción de proteína indegradable: degradable en rumen.

^{bc} Medias de la misma hilera con la misma literal son iguales (P>.05).

tres, las conversiones alimenticias promedio fueron de 5.67, 5.62 y 10.81 para las raciones uno, dos y tres respectivamente.

El costo por kg de alimento fue de \$ 65.88, \$ 62.25, y % 55.76 y el costo por kg de aumento en peso por concepto de alimentación fue de \$ 373.54, \$ 352.09 y \$ 602.77 para las raciones uno, dos y tres respectivamente.

La tendencia seguida por la ganancia diaria en peso de los ovinos en las raciones fue lineal y la seguida por las conversiones alimenticias es del tipo cuadrática, las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3 muestran en forma gráfica las ganancias diarias en peso, conversiones alimenticias y consumos diarios de alimento observados por los ovinos alimentados con las tres raciones.

Las ecuaciones de predicción son las siguientes:

a) Conversiones alimenticias

$$y = 41.05 - 1.11 x + .0085 x^2$$

donde: y = conversión alimenticia (kg)

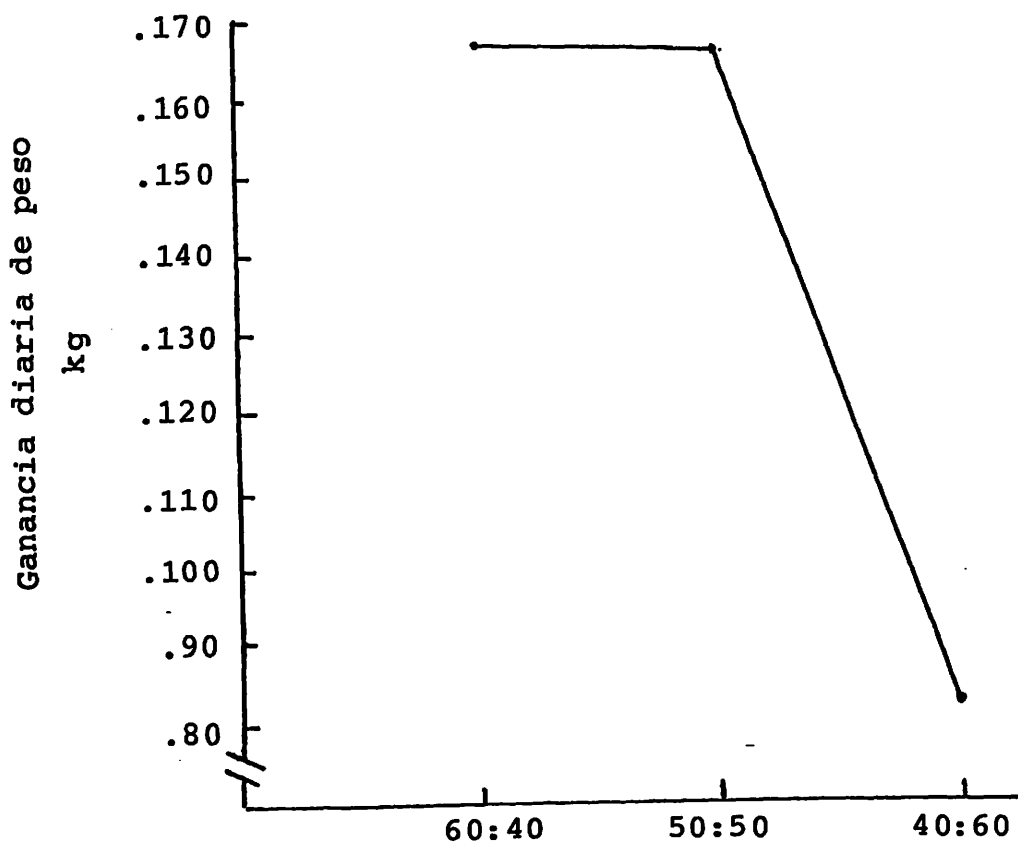
x = degradabilidad protéica (%)

b) Aumentos diarios de peso

$$y = -73.00 + 4.2145 x$$

donde: y = aumentos diarios de peso (g)

x = degradabilidad protéica (%)



Proporción proteína indegradable y degradable en el rumen.

Figura 4.1. Ganancias diarias de peso observadas por los animales alimentados con las tres raciones.

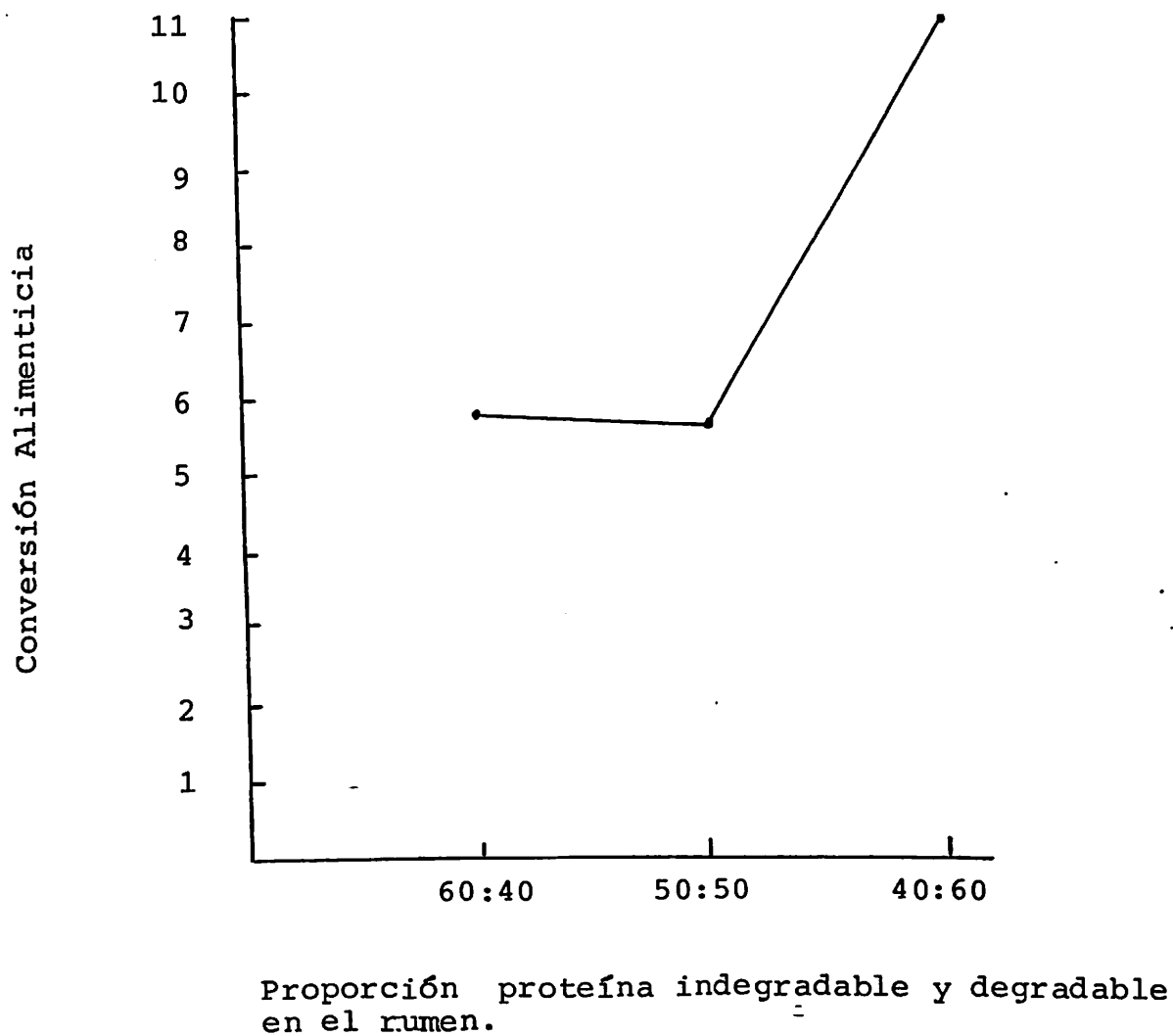


Figura 4.2. Conversiones alimenticias observadas por los animales alimentados con las tres raciones.

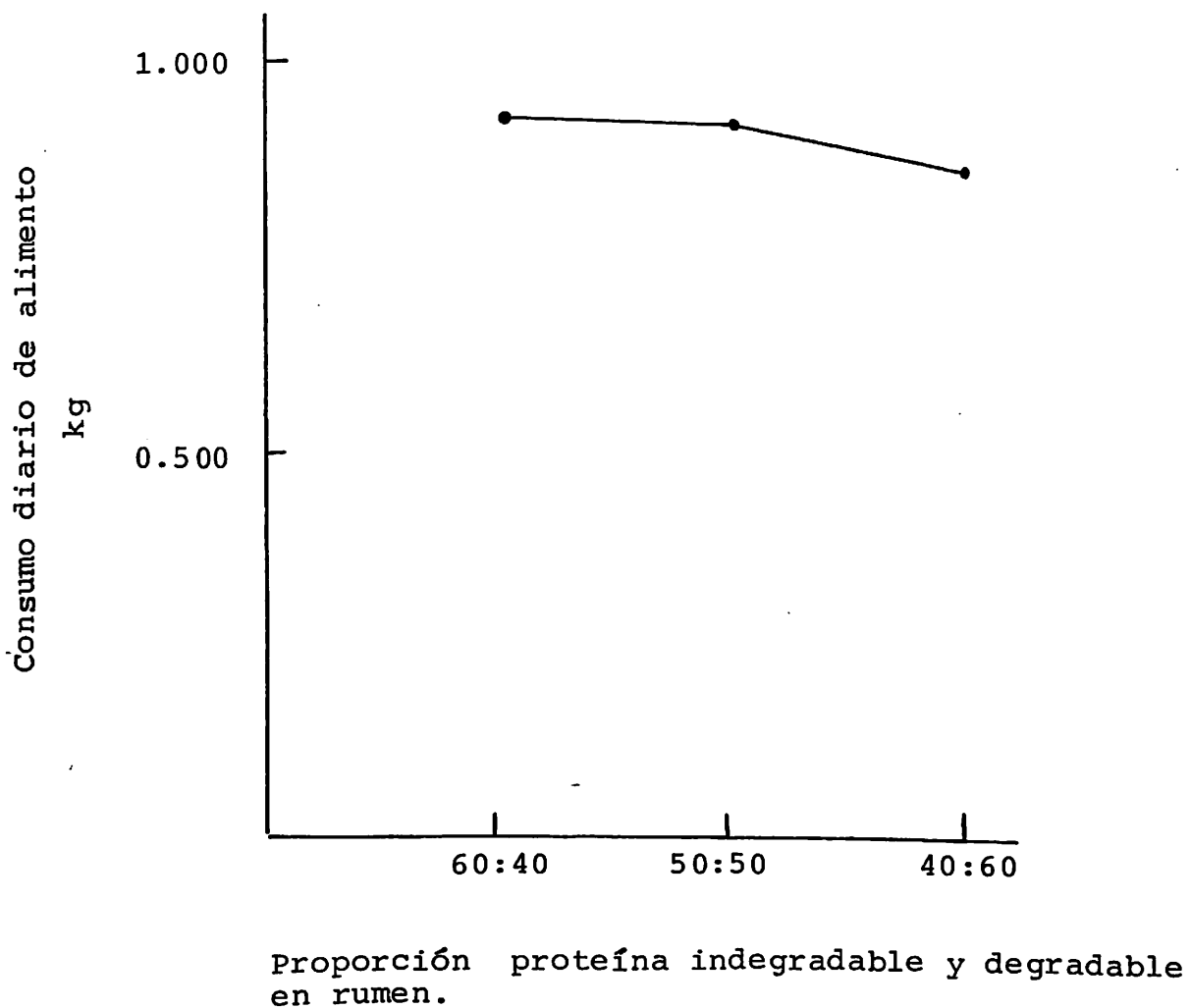


Figura 4.3. Consumos diarios de alimento observados por los ovinos alimentados con las tres raciones.

CAPITULO 5

DISCUSION

El mejor comportamiento de los animales alimentados con las raciones con menores degradabilidades de proteína en el rumen se puede explicar por la mayor cantidad de proteína disponible en el intestino delgado para su absorción. A pesar de que los análisis de laboratorio no fueron iguales a lo calculado en base a la literatura en lo referente a degradabilidad de PC, estas degradabilidades siguieron una tendencia similar, lo cual explica el comportamiento anterior. La harina de pescado es de más baja degradabilidad a la mayoría de las fuentes protéicas vegetales (Mehrez et al., 1980). Por otro lado la urea es altamente degradable en el rumen y provee mucho amoníaco, siendo de menor calidad que la harina de soya (Kropp et al., 1977); sin embargo, la pasta de soya es alta mente degradable en rumen y al combinarla con urea, es lógico que se produzca un exceso de amoníaco el cual se debe excretar principalmente como urea en la orina, por lo que no se recomienda combinar la urea con pasta de soya en la alimentación de rumiantes.

En trabajos de respuesta animal, se han encontrado resultados similares a los encontrados en el presente estudio, así lo muestran los trabajos de Nimrick et al. (1972) en donde los ovinos alimentados con harina de pescado tuvieron mejor comportamiento que los alimentados con pasta de soya, así

mismo los resultados de Stock et al. (1981) y Stock et al. (1983) quienes obtuvieron mejores comportamientos animales con novillos alimentados con harina de sangre, harina de carne y gluten de maíz que con pasta de soya, ésto por efecto de degradabilidad de proteína.

Los resultados obtenidos también muestran que es factible obtener buenas ganancias diarias en peso y conversiones alimenticias al combinar fuentes protéicas de baja degradabilidad con fuentes altamente degradables como la urea o pasta de soya, ya que por un lado se provee de nitrógeno amoniacal a los microorganismos del rumen y por otro lado se proporciona proteína de sobrepaso, requerida por los animales en crecimiento, lo anterior coincide con los resultados de Little et al. (1963) quienes observaron que la adición de urea a el gluten de maíz incrementaba significativamente ($P < .05$) los aumentos en peso de ovinos en crecimiento. Resultados similares son reportados por Peterson y Klopstein (1976) quienes al comparar la pasta de soya, gluten de maíz y la urea, solos o en combinaciones en la alimentación de novillos, concluyen que combinaciones de gluten de maíz con urea produce ganancias diarias de peso iguales o mejores que la pasta de soya, ésto quizá se debió a la baja degradabilidad de la zeína, la cual se ha comprobado que es lentamente degradable en rumen (Ely et al., 1967; Little y Mitchel Jr., 1967). El efecto benéfico de agregar urea a un suplemento protéico de baja degradabilidad también es demostrado por Waller et al. (1967) y por Waller et al. (1980) quienes reportan que novillos alimentados con granos de destilerías

con urea se comportan igual o mejor que aquellos alimentados con pasta de soya como ingrediente protéico.

Sin embargo, el efecto benéfico de las proteínas de sobrepaso sólo se da en animales en crecimiento, ésto es demostrado en los trabajos de Wachira et al. (1974) quienes en varias pruebas de alimentación con ovinos, no encontraron efecto benéfico de tratar la harina de soya con varios niveles de formaldehído con la adición de urea para asegurar el aporte de amoniaco a los microorganismos del rumen, concluyen que animales de 25 kg de peso o más no se benefician con la proteína de sobrepaso.

Bajo las condiciones del presente estudio, los animales alimentados con las raciones que contenían las fuentes protéicas con baja degradabilidad en el rumen , produjeron mejores resultados que los animales alimentados con la ración que contenían fuentes protéicas de alta degradabilidad.

En la elaboración de raciones se debe considerar los costos de los ingredientes, pero también los resultados que produzcan ya que no siempre la ración más barata es la que conviene más, desde un punto de vista económico, ésto es demostrado plenamente en el presente trabajo como se puede apreciar en el Cuadro 4.1 la ración más barata es la tres, sin embargo, al ver los incrementos en peso y las conversiones alimenticias de los animales alimentados con esta ración, es la más mala y el ahorro en precio por kg de alimento desaparece en el precio por kg de incremento en peso por concepto de alimentación.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran como las fuentes de proteínas de baja degradabilidad en rumen, cuando son alimentadas en las raciones para ovinos en crecimiento producen mejores resultados que aquellas fuentes de proteína de alta degradabilidad. Los incrementos de peso de los animales recibiendo harina de pescado, sola o combinada con urea, no mostraron diferencias entre sí, siendo estadísticamente superiores a los que observaron los animales recibiendo pasta de soya más urea.

Pese a que el precio por kg de alimento fue más barato para la ración conteniendo pasta de soya más urea, el precio por kg de incremento en peso por concepto de alimentación fue el más elevado para esta ración, por lo que no sólo se debe considerar el precio de la ración, sino también los resultados que estos produzcan en el comportamiento animal, -ésto en la elaboración de raciones, en este caso para rumiantes.

CAPITULO 7

RESUMEN

En una prueba de alimentación con ovinos en crecimiento, se evaluaron raciones con diferentes proporciones de proteína indegradable y degradable en el rumen, dichas proporciones fueron de 60:40, 50:50 y 40:60 para las raciones uno, dos y tres respectivamente. Las fuentes de proteína fueron para la ración uno, harina de pescado, para la ración dos harina de pescado más urea y para la ración tres pasta de soya más urea.

Los incrementos diarios de peso y conversiones alimenticias no fueron diferentes ($P > .05$) para los animales recibiendo las raciones uno y dos, las cuales fueron significativamente ($P < .05$) superiores a los animales recibiendo la ración tres. Los incrementos diarios de peso fueron de 0.166, 0.165 y 0.081 kg y las conversiones alimenticias de 5.67, 5.62 y 10.81 kg para los animales alimentados con las raciones uno, dos y tres respectivamente. No se observó diferencia significativa ($P > .05$) en el consumo diario de alimento de los animales alimentados con las tres raciones, dichos consumos fueron de 0.933, 0.916 y 0.843 kg para los animales recibiendo las raciones uno, dos y tres respectivamente.

El costo por kg de alimento fue de \$ 65.88, \$ 62.25 y \$ 55.76 y costo por kg de incremento en peso por concepto de alimentación fue de \$ 373.54, \$ 352.09 y \$ 602.77 para los animales recibiendo las raciones uno, dos y tres respectivamente.

La tendencia seguida por las ganancias de peso fue lineal, al incrementar la degradabilidad de proteína de la ración las ganancias de peso descienden proporcionalmente, La tendencia seguida por las conversiones alimenticias fue cuadrática, al incrementar la degradabilidad de proteína de la ración, primero se mejoran las conversiones alimenticias, pero luego tienden a disminuir.

CAPITULO 8

LITERATURA CITADA

- Annison, E.F. y M.A.D. Lewis. 1981. El metabolismo en el Rumen. UTHEA. México. p. 90-124.
- Bartley, E.E. and C.W. Deyoe. 1981. Reducing the Rate of ammonia Release by the Use of Alternative Non-Protein Nitrogen Sources. In: Haresign, W. and D.J.A. Cole (Ed.). Recent Developments in Animal Nutrition. Butterworths, London. p. 91-114.
- Bergen, W.G. 1979. Protein Degradation in the Rumen. Feed Manage, February:20-22. United States of America.
- Broderick, G.A. 1978. In vitro Procedures for Estimating Rates of Ruminal Protein Degradation and Proportions of Proteins Escapating the Rumen Undegraded. J. Nutr. 108(2):181-190. United States of America.
- Burroughs, W., D.K. Nelson and D.R. Metens. 1975. Evaluation of Protein Nutrition by Metabolizable Protein and Urea Fermentation Potential, J. Dairy Sci. 58(4):611-619. United States of America.
- Chalupa, W. 1975. Rumen Bypass and Protection of Proteins and Aminoacids J. Dairy Sci. 58(8):1198-1218. United States of America.
- Church, D.C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. O & B books, Inc. Oregon, U.S.A. p. 227-252.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1965. Diseños Experimentales. Tri-llas. México. p. 132-139.
- Davis, G.V. and O.T. Stallcup. 1967. Effect of Soybean Meal, Raw Soybean, Corn Gluten Feed and Urea on the Concentration of Ruminal Fluid Components at Intervals After Feeding. J. Dairy Sci. 50(10):1638-1644. United States of America.

- Ely, D.G., C.O. Little, P.G. Woolfolk and G.E. Mitchell, Jr. 1967. Estimation of the Extent of Conversion Dietary Zein to Microbial Protein in the Rumen of Lambs. J. Nutr. 91(3):314-318. United States of America.
- Erdman, R.A. and J.H. Vandersall. 1983. Effect of Rumen Protein Degradability on Milk Yield of Dairy Cows in Early Lactation. J. Dairy Sci. 66(9):1873-1880. United States of America.
- Forster, R.J., D.G. Grieve, J.G. Buchman-Smith and G.K. McLeod. 1983. Effect of Dietary Protein in Cows in Early Lactation. J. Dairy Sci. 66(8):1653-1662. United States of America.
- Gómez, A.R. 1986. Harinas de Origen Animal. En: Shimada, A.S., G.F. Rodríguez y J.A. Cuaron (Ed.) Engorda de Ganado Bovino en Corrales. Consultores en Producción Animal. México. p. 145-153.
- Gómez, A.R., M.I. Santacruz, F.C. Gaxiola y L.G. Llamas. 1983. Análisis Comparativo del Valor Nutritivo de Algunas Fuentes de Proteína para la Alimentación de Rumiantes. Memorias de la Investigación Pecuaria en México. INIP. México. p. 665-669.
- Grumer, R.R., J.H. Clark, C.L. Davis and R. Murphy. 1984. Effect of Rumen Ammonia - Nitrogen Concentration on Protein Degradation in situ. J. Dairy Sci. 67(10): 2294-2301. United States of America.
- Hagemeister, H., W. Luping and W. Kaufmann. 1980. Microbial Protein Synthesis and Digestion in the High Yielding Dairy Cow. In: W. Haresign (Ed.) Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths London. p. 67-84.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and its Microbes. Academic Press. New York. U.S.A. p. 281-328.
- Kaufmann, W. 1983. Utilización de la Proteína. En: Broster, W.H. y H. Swan (Comp.) Estrategia de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción. A.G.T. México. p. 69-83.
- Krause, V. and T. Klopfenstein. 1978. In vitro Studies of Dried Alfalfa and Complementary Effects of Dehydrated Alfalfa and Urea in Ruminant Rations. J. Anim. Sci. 46(2):499-504. United States of America.
- Kropp, J.R., R.R. Johnson, J.R. Males and F.N. Owens. 1977. Microbial Protein Synthesis With Low Quality Roughage Rations: Isonitrogenous Substitution of Urea for Soybean Meal. J. Anim. Sci. 46(4):837-843. United States of America.

00925

U.A.A.A.N

- Leng, R.A. and J.V. Nolan. 1984. Symposium: Protein Nutrition of the Lactating Dairy Cow. *J. Dairy Sci.* 67(2):1072-1089. United States of America.
- Little, C.O. and G.E. Mitchell, Jr. 1967. Abomasal versus Oral Administration of Proteins to Wethers. *J. Anim. Sci.* 26(2):411-413. United States of America.
- Little, C.O., W. Bourroughs and W. Woods. 1963. Nutritional Significance of Soluble Nitrogen in Dietary Proteins for Ruminants. *J. Anim. Sci.* 22(1):358-363. United States of America.
- Macrae, J.C. and P.J. Reeds. 1980. Prediction of Protein - Deposition in Ruminants. In: Buttery, P.J. and D.B. Lindsay (Ed.) Protein Deposition in Animals. Butterworths, London. p. 225-249.
- Majdoub, A., G.T. Lane and T.E. Aitchison. 1978. Milk Production Response to Nitrogen Solubility in Dairy Rations. *J. Dairy Sci.* 61(1):59-65. United States of America.
- Martínez, R.L. 1986. Pastas protéicas. En: Shimada, A.S., G.F. Rodríguez y J.A. Cuaron (Ed.) Engorda de Ganado Bovino en Corrales. Consultores en Producción Animal. México. p. 136-145.
- Mehrez, A.Z., E.R. Ørskov and J. Opstvedt. 1980. Processings Factors Affecting Degradability of Fish Meal in the Rumen. *J. Anim. Sci.* 50(4):737-744. United States of America.
- Mendoza, H.J.M. 1983. Boletín Meteorológico para la Zona de Influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 20.
- Nimrick, K., A.P. Peter and E.E. Hatfield. 1972. Aldehyde Treated Fish and Soybean Meals, as Dietary Supplements for Growing Lambs. *J. Anim. Sci.* 34(3):488-490. United States of America.
- National Research Council (NRC). 1975. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No.5. Nutrient Requirements of Sheep. 5 th. Revised ed. National Academy of Sciences National Research Council. Washington, D.C. 74 p.
- Oldham, J.D. 1981. Aminoacids Requirements for Lactation in High-Yielding Dairy Cows. In: Haresign. W. and D.J.A. Cole (Ed.). Recent Developments in Ruminant Nutrition. Butterwoths, London. p. 49-81.

- Ørskov, E.R., M. Houges-Jones and I. McDonald. 1980. Degradability of Protein Supplements and Utilization of Undegraded Proteins by High Producing Dairy Cow. In: Haresign, W. (Ed.) Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London. p. 85-98.
- Ørskov, E.R., C. Fracer, I. McDonald and R.L. Smart. 1974. Digestion of Concentrates in Sheep. 5. The Effect of Adding Fish Meal and Urea Together to Cereal Diets on Protein Digestion and Utilization by Young Sheep. Br. J. Nutr. 31(4):491-499. England.
- Peterson, L. and T. Klopfenstein. 1976. Corn Gluten Meal as a Protein Source for Cattle. J. Anim. Sci. 43(1):330 (Abtr.) United States of America.
- Rodwell, V.W. 1984. Proteínas. En: Martín, Jr. D.W., P.A. Mayes and V.W. Rodwell (Ed.) Bioquímica de Harper. El Manual Moderno. México. p. 31-40.
- Rojas, C.P. s/f. Determinación de la degradabilidad in situ de proteína cruda de tres raciones con diferente degradabilidad proteica. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. En prensa.
- Santos, K.A., M.D. Stern and L.D. Satter. 1984. Protein Degradation in the Rumen and Aminoacid Absorption in Small Intestine of Lactating Dairy Cattle Feed Various Protein Sources. J. Anim. Sci. 58(1):244-255. United States of America.
- Satter, L.D. and R.E. Roffler. 1975. Nitrogen Requirements and Utilization in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 58(8): 1219-1236. United States of America.
- Satter, L.D. and R.E. Roffler. 1981. Influence of Nitrogen and Carbohydrate Inputs on Rumen Fermentation. In: Haresign, W.D.J.A. Cole (Ed.) Recent Developments in Ruminant Nutrition. Butterworths, London. p. 115-139.
- Scheifinger, C., N. Russell and W. Chalupa. 1976. Degradation of Amino Acids by Pure Cultures of Rumen Bacteria. J. Anim. Sci. 43(4):821-827. United States of America.
- Shimada, A.S. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Shimada, A.S. (Ed.). Consultores en Producción Animal. México. 375 p.
- Stock, R., N. Merchen, T. Klopfenstein and M. Poos. 1981. Feeding Value of Slowly Degraded Proteins. J. Anim. Sci. 53(4):1109-1119. United States of America.
- Stock, R., T. Klopfenstein, D. Brink, S. Lowry, D. Rock and S. Abrams. 1983. Impact of Weighing Procedures and Variation in Protein Degradation Rate on Measured Performance of Growing Lambs and Cattle. J. Anim. Sci. 57(5):1276-1285. United States of America.

- Tamminga, S. 1979. Protein Degradation in the Forestomachs of Ruminants. J. Anim. Sci. 49(6):1615-1630. United States of America.
- Tejada, de H.I. 1983. Manual de Laboratorio para Análisis de los Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. INIP-SARH. México. 387 p.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B books, Inc. Oregon. U.S.A. p. 230-248.
- Veryte, R., H. Journet and R.Jarrige. 1979. A New System for protein Feeding of Ruminants: the PDI System. Liv. Prod. Sci. 6:344-367. Holanda.
- Wachira, J.D., L.D. Satter, G.P. Brook and A.L. Pope. 1974. Evaluation of Formaldehyde-Treated Protein for Growing Lambs and Lactation Cow. J. Anim. Sci. 39(4):796-807. United States of America.
- Waller, J., W. Rounds and T.Klopfenstein. 1976. Distillers feed in Ruminant Rations. J. Anim. Sci. 43(1):337 (Abstr.) United States of America.
- Waller, J., T. Klopfenstein and M. Pods. 1980. Distillers feeds as a Protein Sources for Growing Ruminants. J. Anim. Sci. 51(5):1154-1157. Unites States of America.
- Wohlt, J.E. and J.H. Clark. 1978. Nutritional value of Urea versus Preformed Protein for Ruminants. I. Lactation of Dairy Cows feed Corn Based Diets Containing Supplemental Nitrogen from Urea and/or Soybean Meal. J. Dairy Sci. 61(7):902-915. United States of America.
- Wohlt, J.E., J.H. Clark and F.S. Blaisdell. 1978. Nutrition Value of Urea versus preformed Protein for Ruminants. II. Nitrogen Utilization by Dairy Cows Feed Corn Based Diets Containing Supplemental Nitrogen from Urea and/or Soybean Meal. J. Dairy Sci. 61(7):916-931. United States of America.
- Zinn, R.A.; R.S. Bull and R.W. Hemken. 1981. Degradation of Supplemental Proteins in the Rumen. J. Anim Sci. 52(4):857-866. United States of America.

A P E N D I C E A

Tablas de concentración de datos de incrementos
diarios en peso y consumos de alimento

Incrementos diarios de peso (kg)

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	M	\bar{x}
t ₁	0.165	0.157	0.156	0.187	0.665	0.16625
t ₂	0.190	0.135	0.190	0.145	0.660	0.1650
t ₃	0.9333 ^a	0.930	0.550	0.860	0.32783	0.8195

^a Dato perdido, estimado acorde al procedimiento de Cochran y Cox (1965).

Consumo diario de alimento (kg)

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	M	\bar{x}
t ₁	1.042	0.958	0.944	0.788	3.732	0.933
t ₂	1.026	0.877	0.928	0.832	3.663	0.916
t ₃	0.953 ^a	0.934	0.717	0.769	3.373	0.843

^a Dato perdido, estimado acorde con el procedimiento de Cochran y Cox (1965).