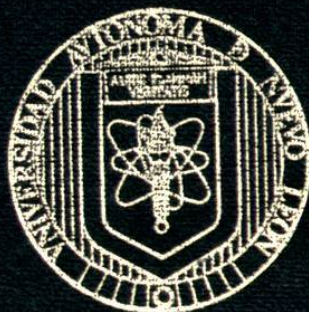


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON
DIFERENTES CONCENTRADOS
DIFERENCIANDOSE ESTOS EN LA CANTIDAD
DE ENERGIA METABOLIZABLE Y/O PROTEINA
SOBREPASANTE OFRECIDOS A CABRAS EN
LACTACION SEMIESTABILADAS

Por

JOSE ALFREDO PUENTE LARA

Médico Veterinario Zootecnista

Universidad Autónoma de Nuevo León

San Nicolás de los Garza, Nuevo León

1991

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

Febrero, 1995

TM

SF383

.5

.M6

P8

c.1



1080062769

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON
DIFERENTES CONCENTRADOS
DIFERENCIANDOSE ESTOS EN LA CANTIDAD
DE ENERGIA METABOLIZABLE Y/O PROTEINA
SOBREPASANTE OFRECIDOS A CABRAS EN
LACTACION SEMIESTABILADAS

Por

JOSE ALFREDO PUENTE LARA

Médico Veterinario Zootecnista

Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, Nuevo León

1991

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

Febrero, 1995

11946 ε

TM
SF383
.5
.m6
P8

045.636

FAL

1995

C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad




BURQUE RABBITER
UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

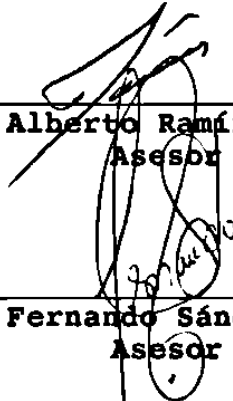
F. tesis

**RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON DIFERENTES CONCENTRADOS
DIFERENCIANDOSE ESTOS EN LA CANTIDAD DE ENERGIA
METABOLIZABLE Y/O PROTEINA SOBREPASANTE
OFRECIDOS A CABRAS EN LACTACION
SEMIESTABULADAS**

Aprobación de tesis:



**Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas
Asesor Principal**



**Dr. Mario Alberto Ramírez de la Garza
Asesor**

**M.Sc. Fernando Sánchez Dávila
Asesor**

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

Al Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas asesor principal de mi tesis y a los coasesores Dr. Mario Alberto Ramírez de la Garza y M.Sc. Fernando Sánchez Dávila por formar parte del Comité de tesis, así como por sus valiosas sugerencias e interés en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Juan Fransisco Villarreal Arredondo Director de la Facultad de Agronomía por su apoyo para la culminación de la tesis.

A la Jefatura del Campo de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. por permitirme el uso de sus instalaciones y animales.

A todos los maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ing. Juan F^{co} Uresti Salazar por su apoyo en el laboratorio de bromatología.

Al Ing. Jorge Landa y al Sr. Elias Martínez por su colaboración en el trabajo de campo.

A mis compañeros de maestría y a todas aquellas personas que de una forma u otra me apoyaron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

Este escrito de la investigación
la dedico con mucho cariño a mi esposa
Emeteria Martínez Villeda, por su apoyo
moral y paciencia que me ha tenido
durante el tiempo que duro la maestría.

También la dedico a mis hijos
Angel Alfredo y Alejandro Puente Martínez,
por el tiempo que no he compartido con ellos.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
Calidad de la Dieta Consumida en Pastoreo	4
Importancia de la Energía.	7
Importancia de la Proteína	9
Proteína Sobrepasante.	10
Importancia de la Nutrición en la Producción de Leche.	11
Fuentes de Concentrados Energéticos para Cabras	15
Fuentes de Concentrados Proteícos para Cabras	16
Curva de Lactancia.	17
Factores que Afectan la Producción de Leche	19
Investigaciones Realizadas con Suplementos.	21
III. MATERIALES Y METODOS.	25
Localización del Estudio.	25
Tipo de Vegetación.	25
Clima	26
Animales Utilizados	26
Manejo de los Animales	28
Suplementos Utilizados	28
Composición de los Suplementos Utilizados	30
Toma de Datos y Muestras.	31
Muestreo de Agostadero.	31
Registros de Producción de Leche	32
Registros de Condición Corporal.	34
Análisis Estadístico	34

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	36
Calidad de la Dieta Consumida en Pastoreo .	36
Producción de Leche	41
Primera Etapa.	42
Efecto de Tratamiento y Otros	
Factores	42
Efecto de Energía Metabolizable	
y Proteína Sobrepasante	45
2 Niveles de Energía Y 3 de	
Proteína	45
3 Niveles de Energía Y 2 de	
Proteína	47
Segunda Etapa.	52
Efecto de Tratamiento y otros	
Factores	52
Efecto de Energía Metabolizable	
y Proteína Sobrepasante	54
3 Niveles de Proteína a 1	
Nivel de Energía.	54
2 Niveles de Energía Y 2 de	
Proteína	57
Comportamiento de la Curva de Lactancia. .	58
Primera Etapa.	58
Segunda Etapa.	60
Condición Corporal.	62
Primera Etapa.	62
Segunda Etapa.	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
VI. RESUMEN	74
VII. LITERATURA CITADA.	80

NOMENCLATURA

ADF	Fibra Acido Detergente
ANVA	Análisis de Varianza
CV	Coefficiente de variación
d	Día
DMO	Digestibilidad de la Materia Orgánica
DMS	Digestibilidad de la Materia Seca
EM	Energía Metabolizable
FC	F Calculada
FV	Fuente de Variación
GL	Grados de Libertad
gr	Gramos
KCal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
Lt	Litros
M	Fecha de Pesada
m	Metros
Mcal	Megacalorías
mm	Milímetros
MS	Materia Seca
N	Nitrógeno
NC	Número de Cabritos

NEM	Nivel de Energía Metabolizable
NNP	Nitrógeno no Proteico
NPAR	Número de Parto
NPS	Nivel de Proteína Sobrepasante
NT	Número de Tratamiento
PC	Proteína Cruda
PD	Proteína Digestible
PDR	Proteína Degradable en el Rumen
PI	Proteína Indigestible
PL	Producción de Leche
PP	Presipitación Pluvial
PPAR	Peso al Parto
PS	Proteína Sobrepasante
PV	Peso Vivo
QUILAC	Quincena de Lactancia
r	Correlación
r ²	Variabilidad Explicada por el Modelo
RZ	Raza
SLAC	Semana de Lactancia
T	Tratamiento

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I.	Identificación de los Suplementos y Cantidad de Concentrado con su Respectiva Concentración de EM (MCal) y PS (gr) Consumida por día para cada una de las Cabras Ubicadas en los Diferentes Tratamientos	29
II.	Composición de los Suplementos Representados como Porcentaje en Base a Materia Húmeda. .	31
III.	Comportamiento de las Variables Determinadas en la Dieta Consumida en Pastoreo y Producción de Leche Durante el Desarrollo del Estudio	39
IV.	Análisis de Correlación de las Variables Determinadas en la Dieta Consumida en Pastoreo	40
V.	Análisis de Correlación para Producción de Leche Correspondiente del Primero al Sexto Muestreo	40
VI.	Análisis de Correlación para Producción de Leche Correspondiente del Séptimo al Quinceavo Muestreo	40
VII.	Análisis de Varianza para el Modelo $PL=NT+RZ+NPAR+NCAB+PPAR$	43
VIII.	Comparación de Medias del Número de Tratamientos	45
IX.	Análisis de Varianza para el Modelo $PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+RZ+NCAB+PPAR$	46
X.	Análisis de Varianza para el Modelo $PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+PPAR+NPAR+RZ+NCAB$	49
XI.	Comparación de Medias de los Niveles 1, 2 y 3 de Energía Metabolizable	50

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

Tabla	Página
XII. Análisis de Varianza para el Modelo PL=NT+RZ+PPAR+SLAC+DMO+PS+PP+NPAR	53
XIII. Comparación de Medias Entre los Tratamientos 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11.	54
XIV. Análisis de Varianza para el Modelo PL=NPS+SLAC+PPAR+RZ+NPAR+NCAB+PS+DMO+PP . . .	56
XV. Comparación de Medias de los Niveles de Proteína Sobrepasante 1, 2 y 3 en el Nivel de Energía Metabolizable 2 (1.4 MCal EM). . .	56
XVI. Análisis de Varianza para el Modelo PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+SLAC+PPAR+NPAR+RZ+DMO+ PS+PP	58
XVII. Análisis de Varianza para el Modelo PV=NT+M+(NT*M)+RZ+PPAR.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Condiciones de Temperatura y Presipitación Pluvial Prevalcientes Durante el Estudio.	27
2. Comportamiento de las Variables Determinadas en la Dieta Consumida en Pastoreo Durante el Desarrollo del Estudio	37
3. Interacción de dos Niveles de Energía Metabolizable con tres Niveles de Proteína Sobrepasante	48
4. Interacción de tres Niveles de Energía Metabolizable con dos Niveles de Proteína Sobrepasante	51
5. Comportamiento de la Curva de Lactancia por Tratamiento Correspondiente a la Primera Etapa.	59
6. Comportamiento de la Curva de Lactancia por Tratamiento Correspondiente a la Segunda Etapa.	61
7. Pérdida y/o Ganancia de Peso (Kg) por Tratamiento en Relación al Peso al Parto Correspondiente a la Primera Etapa	64
8. Comportamiento de la Interacción de dos Niveles de Energía Metabolizable con tres Niveles de Proteína Sobrepasante sobre el Peso Vivo de las Cabras	66
9. Comportamiento de la Interacción de dos Niveles de Energía Metabolizable con dos Niveles de Proteína Sobrepasante sobre el Peso Vivo de las Cabras	66
10. Pérdida y/o Ganancia de Peso (Kg) por Tratamiento en Relación al Peso al Parto Correspondiente a la Segunda Etapa	68

CAPITULO I

INTRODUCCION

En México, las zonas áridas y semiáridas del norte del país representan aproximadamente el 60 % del territorio nacional, área por demás importante para el desarrollo de la ganadería y especialmente para la ganadería caprina, ya que estos animales pueden aprovechar la escasa y raquítica vegetación existente para producir productos útiles al hombre como leche, carne y pieles, siendo además, un medio de sustento e ingreso para miles de familias de mexicanos que habitan estas zonas poco favorecidas por la naturaleza.

El mayor número de caprinocultores son campesinos de escasos recursos y en sus rebaños predomina la raza criolla; en los últimos años se ha venido incrementando poco a poco el mejoramiento de los rebaños los que en su mayoría se encuentran encastados con las razas nubia, alpina y saanen entre otras, aumentando la producción individual arriba del 100% (Cantú, 1988).

En México existen dos sistemas preponderantes de producción, el extensivo, basado en el ramoneo y pastoreo en agostaderos, cerros, caminos, etc. y el intensivo o

estabulado, siendo el primero el más predominante en el país, donde no se suele suministrar ningún suplemento alimenticio, tan solo en ocasiones se les proporciona rastrojo de maíz y picado de maguey, de tal manera que la alimentación del ganado caprino es en general deficiente con grandes variaciones estacionales. Los bajos requerimientos que exige esta especie es lo que explica en muchos casos su supervivencia, sin embargo, estas deficiencias nutricionales repercuten gravemente en las posibilidades productivas y en los parámetros reproductivos de la ganadería caprina (Arbiza, 1986).

Durante la primera fase de la lactancia, la cabra necesita incrementar la ingestión de nutrientes dados los requerimientos tan altos que demanda el animal, donde el valor energético de los alimentos constituye el principal nutriente para la producción de leche. Debido a el sistema de producción extensivo predominante en el país, la cabra no satisface los requerimientos nutricionales para producción de leche, recomendándose el uso de concentrados en esta fase de la lactancia para que la cabra exprese su potencial de producción, por lo tanto, este estudio tiene por objetivo determinar la respuesta a la suplementación en cabras mantenidas en agostadero durante su lactancia utilizando diferentes concentrados para la zona de Marín N.L., variando en estos su cantidad de EM (energía metabolizable Kcal/día)

y PS (proteína sobrepasante gr/día):

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Calidad de la Dieta Consumida en Pastoreo

El valor nutritivo de los forrajes o de cualquier otro alimento, representa la posibilidad para que un animal exprese su potencial de producción, ya sea para producir carne, leche y otros productos mediante la utilización de sus nutrientes.

Los caprinos se alimentan de una grandísima variedad de plantas, pues como rumiantes gozan de considerables beneficios sobre otros animales, ya que pueden aprovechar la energía que se encuentra en complejos como la celulosa no digerible por los no rumiantes (Arbiza, 1986).

La calidad nutricional de la dieta deriva de sus componentes botánicos y de la composición química de éstos. Las dietas altas en ramoneo contienen mayores cantidades de fibra, lignina y cenizas que aquellas en las que predominan los forrajes. Las dietas más lignificadas tienen menor digestibilidad y las que se componen en su mayoría de pastos contienen por lo general mayores concentraciones de celulosa y hemicelulosa.

La composición botánica de la dieta varía en el transcurso del año como consecuencia de los cambios climatológicos, tal variación se refleja no tan solo en la cantidad y compuestos botánicos, si no también en la composición química de las especies (Ramírez, 1989).

El estado de madurez de la planta es probablemente el factor más importante que afecta su composición química. En las plantas maduras, la pared celular tanto en las hojas como en los tallos aumenta en proporción al citoplasma. Con la madurez cambian también las características de dicha pared celular, aumentando la lignina (Gutiérrez, 1989).

Las plantas de ramoneo y hierbas contienen comúnmente altos niveles de proteína cruda y fósforo durante la época de crecimiento (Ramírez, 1989), pero en muchas plantas de ramoneo sus niveles de utilización son más limitados, pues puede existir uno o más inhibidores que limiten la utilización de los nutrientes de las plantas. Uno de tales inhibidores puede ser la excesiva lignificación de los tallos y hojas que cubren físicamente los nutrientes, otro de dichos inhibidores se encuentra en los aceites esenciales como los terpenos que están presentes en relativamente altos niveles en algunos arbustos, lo que es muy probable que inhiban el desarrollo de las bacterias del rumen (Holechek et al., 1988), y por último se encuentran también compuestos como el

silicio y taninos que suele limitar el valor nutritivo de los arbustos.

Ramírez (1989), en un estudio durante tres años consecutivos evaluó el contenido de PC (proteína cruda), ADF (fibra ácido detergente), PI (proteína indigestible) y DMO (digestibilidad de la materia orgánica) mediante la utilización de muestras esofágicas, reportando que existió variación de cada uno de estos componentes durante los meses del año ($P < .05$), obteniendo un valor promedio de 16.8 % para PC, sin embargo la PI (media de 9.1 %) que representa la fracción de la PC que es insoluble (atrapada en la ligno-celulosa de la pared celular) constituyó casi la mitad de la PC. Los valores para ADF y DMO obtenidos fueron: 52% y 31 % respectivamente. La naturaleza de las dietas de las cabras fue muy variada, concluyendo que son muy bajas en su contenido energético (obtenido por la formula de Ratikanta) y proteico (dada la alta cantidad de PI) para cubrir los requerimientos de las cabras en pastoreo, lo cual pudiera explicar el por que de la baja productividad de las cabras en estas condiciones, sugiriendo la necesidad de establecer un régimen de suplementación en base a energía y proteína durante todo el año.

Díaz (1991), utilizando las mismas muestras recolectadas por Ramírez (1989), reportó valores promedios para PDR

(proteína degradable en el rumen) y PS (proteína sobrepasante) (sin restarle la PI) de 5.7 % y 12.3 % respectivamente, existiendo variación significativa ($P < .05$) entre los meses de muestreo.

La PI no le fue restada a la PS ya que fue muy elevada, llegando a darle valores negativos en la PS en algunos meses de muestreo, argumentando que esto pudo ser debido al sobrecalentamiento de las muestras al momento del secado después de haber obtenido la ADF, de esta manera se estaba sobrestimando la concentración de la PI.

Importancia de la Energía

En las condiciones mayoritarias existentes en el mundo en cuanto a la cría de las cabras, es posible que la energía sea el nutriente más limitante de la producción (Arbiza, 1986). La eficiente utilización de los nutrientes depende de un adecuado suministro de energía, y su deficiencia retarda el crecimiento y pubertad, a la vez que reduce la fertilidad y deprime la producción de leche (NRC, 1981). La mayoría de las zonas mundiales donde se crían las cabras están sobrepastoreadas, o bien muy erosionadas y de baja productividad, al punto que tan solo proporcionan alimento rico en fibra, de ahí que las celulosas constituyen la principal fuente de energía, a las que le siguen las

hemicelulosas (Arbiza, 1986).

Los requerimientos de energía dependen del peso y tamaño del cuerpo del animal, de su edad, estado fisiológico, clima, sistema de manejo, ubicación del agua, cantidad de agua que beba, cantidad de sal en agua y forrajes (NRC, 1981; Arbiza, 1986).

El requerimiento energético para mantenimiento de las cabras es de 101.38 Kcal de EM/Kg.⁷⁵. En este sentido, las cabras son muy afectadas por la actividad que desarrollan para la proporción de su alimento. Aquellas cabras con baja actividad se les adiciona 25 %, que son las que pastorean en excelentes praderas y deben caminar muy poco; 50 % es lo que se agrega a aquellas que pastorean en agostaderos de regular a baja calidad y 75 % a las que realizan el pastoreo en las peores condiciones en cuanto a vegetación y agua (NRC, 1981). Las necesidades de energéticos para el mantenimiento de las cabras parecen ser superiores a las de los ovinos y bovinos, bajo las mismas condiciones (NRC, 1981; Arbiza, 1986).

Los requerimientos energéticos para producción de leche oscilan alrededor de 1246.12 Kcal de EM/Kg de leche con 4 % de grasa. El NRC (1981) recomienda que por cada incremento de 0.5 % de grasa se deben adicionar 16.25 Kcal de EM.

La cabra suple sus necesidades de energía mediante los forrajes, así como con algunos concentrados energéticos derivados de los cereales. En ciertas condiciones requieren determinada cantidad mínima de grasa en la dieta, pero se requieren más estudios para dejar bien claro este punto (Arbiza, 1986).

Importancia de la Proteína

El nitrógeno es un nutriente esencial tanto como constituyente principal del cuerpo del animal así como restaurador de las células que se van perdiendo, o para efectuar varias síntesis y para las secreciones de enzimas, hormonas y leche. Las proteínas son imprescindibles en todo y cada uno de los procesos de la vida (Arbiza, 1986).

El valor promedio según la NRC (1981) para mantenimiento es de 2.82 gr. PD/Kg⁷⁵, con un promedio de digestibilidad de 68 % para la proteína total, y en cabras en lactancia, este es de 57.20 gr. PD/Kg. de leche con 4.86 % de grasa.

Las estimaciones anteriores son susceptibles de sufrir grandes variaciones debido fundamentalmente a la raza, condición física, ejercicio, clima, etc.

La deficiencia en el abasto proteico causa serios

trastornos al animal, pues disminuye sus reservas en la sangre, hígado y músculo. Una cantidad inferior al mínimo de 6 % de PC en la dieta baja el consumo de alimento, lo que conduce a una deficiencia combinada de proteína y energía, a la vez que reduce la tasa metabólica de los microorganismos del rumen y ello provoca una disminución en el paso del alimento, lo que acarrea una reducción en el consumo; el peso vivo desciende, baja la conversión alimenticia, la eficiencia reproductiva y la producción de leche (NRC, 1981).

Proteína Sobrepasante

Proteína de escape o proteína sobrepasante son términos usados para definir la fracción de la proteína de la dieta que no es degradada en el rumen. Esta fracción de proteína es potencialmente disponible para los animales en el intestino y puede contribuir en alta extensión a la proteína metabolizable necesaria para los rumiantes. La respuesta positiva del animal a la suplementación con PS (proteína sobrepasante) solamente es posible cuando esta es el primer nutriente limitante, una vez que la PDR ha sido adecuadamente suministrada (Gutiérrez, 1989).

La PS escapa a la fermentación, pasa por el rumen sin que la degraden los microorganismos ruminales. Esta proteína llega al abomaso y los intestinos en forma de proteína

intacta, donde son degradadas a péptidos y aminoácidos. En el abomaso se liberan las proteínas para la digestión y absorción en el intestino en forma de aminoácidos (Bath et al., 1986).

Las fuentes de PS pueden ser de origen animal, concentrados y forrajes. En general, el valor de la PS es alto para las fuentes de origen animal, medio para los concentrados y bajo para el forraje. Harina de sangre, pescado, carne y hueso son las principales fuentes de origen animal para aportar PS, sus valores promedios son: 82, 80, 76 y 60 %, respectivamente (NRC, 1981). La harina de pluma hidrolizada (73 % de PS) también a sido utilizada exitosamente (Goedeken et al., 1989).

Importancia de la Nutrición en la Producción de Leche

Durante la primera fase de la lactación, la cabra necesita aumentar la ingestión de nutrientes. Habitualmente el valor energético de los alimentos constituye el principal nutriente para la producción de leche y por ende, el factor limitante más importante; con bajos niveles energéticos se reduce la producción. A medida que la curva de lactancia llega a su punto más elevado (de 3 a 4 semanas después del parto), los requerimientos se aumentan; pero el máximo de la ingestión de alimentos tiene lugar una vez rebasado el pico

productivo. La correlación entre la energía ingerida y producción aumenta de 0.75, durante las semanas primera a octava de lactancia, a 0.87 en las semanas 19 a 28. En dichas correlaciones coinciden otras investigaciones, donde se han encontrado 0.82 para las semana cuarta a octava, ascendiendo a 0.96 de la decimosexta a la vigésima (Arbiza, 1986).

Al comienzo de la lactación los animales recurren a sus reservas grasas, lo que explica de manera lógica que la correlación entre energía ingerida y la producción de leche se mayor a mediados de la lactancia, cuando la mayoría de los animales dependen estrictamente de la ingestión dado el agotamiento de sus reservas. El total del rendimiento de leche depende en cierto grado del pico de la lactancia; los noruegos encontraron una correlación de 0.81 entre el más alto rendimiento diario y el total producido durante la lactancia (Arbiza, 1986).

El porcentaje de grasa en la leche muestra cierta independencia de la energía consumida; en la lactancia temprana, la relación es de baja a nula y en la tardía de 0.14. La proteína de la leche tiende a subir en porcentaje respecto a la materia seca total de la leche cuando se disminuye la ingestión de energía.

Se ha observado que cuando las cabras productoras de muy

alto rendimiento no pueden consumir la cantidad suficiente de alimento para suplir los también muy altos requerimientos en este período, deben recurrir a sus reservas de energía acumuladas durante la preñez. En esta etapa de lactancia se recomienda el empleo prudencial de concentrados. En las etapas temprana y media de la lactación, suplementar con concentrados mejora la producción de leche, aunque el efecto sobre el porcentaje de grasa en la leche es mínimo (Moran et al, 1980). Así mismo, es recomendable que en esta etapa se suministre forraje de la mejor calidad como el heno de alfalfa. Esta leguminosa proporciona excelentes proteínas tanto en cantidad como en calidad, conteniendo de 14 a 16 % de PC. Morand et al. (1980), menciona la ventaja de suplementar proteína a través de concentrado cuando la ración es deficiente en proteína, lo cual trae un efecto positivo sobre la producción de leche, sin embargo, la producción no se ve afectada cuando el forraje tiene suficiente proteína. Durante la lactación temprana, las cabras particularmente las altas productoras parecen ser sensitivas al contenido de proteína en la dieta.

Los lípidos en la dieta ejercen poco efecto sobre el aumento de la producción láctea; los límites satisfactorios se sitúan entre el 2 y el 7 %, tanto por debajo como por encima de tal límite, la producción se deprime con la posibilidad de que se presenten disturbios digestivos. La

ingestión baja de lípidos puede producir el descenso de los valores de grasa en la leche. En la actualidad se está investigando el suministrar a las cabras lípidos protegidos para así no perturbar las fermentaciones del rumen, con lo que se ha logrado obtener aumentos apreciables en la cantidad de grasa, a la vez que cambios en su composición y el incremento de ácidos grasos no saturados.

Otro aspecto que se encuentran en investigación es la relación forraje-concentrado en la dieta para producción de leche. El empleo de dietas bajas en forraje (menos del 20 %) pueden ocasionar en la cabra trastornos digestivos. En general se ha observado que bajan ácidos grasos de la leche cuando el alimento es pobre en fibra. Las posibilidades de cambiar la composición de la leche de cabra a través de modificaciones en la dieta son muy pocas; los ácidos grasos son quizás los componentes que más varían con la distinta ingestión de alimentos.

Otro factor limitante para la producción de leche es la falta de glucosa en sangre de la cabra, elemento básico para la síntesis de lactosa. La glándula mamaria absorbe del 60 al 85 % del total de la glucosa en circulación; cada Kg de leche requiere 70 gr de dicho elemento. Una reducción en el consumo de alimento baja de inmediato los niveles de glucosa y con ello el flujo de leche se puede interrumpir completamente. Si

se inyecta glucosa en la corriente sanguínea de estas cabras, se recupera de inmediato la producción hasta en un 62 %.

Fuentes de Concentrados Energéticos para Cabras

Se conoce por concentrados energéticos a aquellos alimentos que se caracterizan por su bajo contenido de fibra y alto en energía, con estos, se compensan algunas deficiencias alimenticias propias de los forrajes y por lo general su composición y características nutricionales son constantes.

Los concentrados energéticos más comunes son los compuestos con granos de cereales como el maíz, sorgo, cebada, avena, centeno y trigo, además subproductos de molinería y melaza.

La principal fuente de energía es el almidón que representa alrededor del 66 % del grano. La cebada y la avena contienen niveles más elevados de fibra cruda (más del 6 %) y aproximadamente todos tienen 8 a 12 % de PC y de 2 a 5 % de extracto etéreo. El aprovechamiento de los granos es mayor cuando se suministran machacados o molidos.

Otra fuente de energía importante es la melaza, esta es de fácil fermentación, tiene bajos niveles de proteína cruda

(alrededor del 4 % y la mayoría de esta fracción es NNP) pero se puede suministrar urea mezclada con la melaza. Es un producto muy rico en azúcares con más del 50 % de sacarosa y azúcares reductores, así como en minerales con excepción del fósforo.

La melaza actúa como estimulante del apetito por lo que aumenta el consumo de MS (materia seca) y por lo tanto la actividad de los microorganismos del rumen se incrementa así como la velocidad de desdoblamiento de las moléculas de celulosa.

Fuentes de Concentrados Proteícos para Cabras

Los concentrados proteícos contienen más del 20 % de PC y suelen ser de origen vegetal, animal o NNP. Los de origen animal no se emplean por lo general en la alimentación de cabras, dado su elevado costo.

Una cantidad suficiente de proteínas en concentrados es muy importante en el total del suministro de las mismas. Un forraje con altos contenidos de proteínas reduce como es natural, la necesidad de proteína en el concentrado.

Las cabras pueden utilizar NNP (nitrógeno no proteíco) como la urea para la síntesis proteíca en dietas que

contengan cantidades suficientes de energía fácilmente fermentable, sin embargo, a través de determinados experimentos realizados en Noruega, algunas cabras altas productoras rechazan comer concentrados con más de 2 % de urea.

Para cubrir las altas exigencias de proteína por parte de las cabras altas productoras, se puede proporcionar proteína menos degradable como la de la soya tratada con formaldehído o alimentos de harina de pescado o sangre.

En la alimentación a base de rastrojos de cereales y desechos de cosechas es fundamental la suplementación con concentrados, pues es la forma más viable de mejorar la dieta.

Las tortas de oleaginosas (harinolina) son de empleo común y se forman con los residuos de la extracción del aceite. El contenido proteico oscila de 30 a 45 %, con niveles elevados de fósforo pero es pobre en calcio y vitamina A.

Curva de Lactancia

A la gráfica resultante de la relación que existe entre los días transcurridos después del parto y la producción de

leche se le conoce como curva de lactancia (Cantú, 1988).

En la cabra existe mucha controversia con respecto a la curva de lactancia y no se sabe en realidad si el pico de producción es alcanzado en el primero, segundo, tercero o cuarto mes de lactación.

Gall y Mena (1981), mencionan que después de un intervalo de más o menos 4 semanas después del parto, la cabra logra su máxima producción de leche y después desciende paulatinamente.

Mellado et al. (1991), utilizando cabras criollas encastadas con cabras lecheras entre 1 y 4 lactancias en condiciones de agostadero en la parte norte de México, reportó un pico de producción en el tercer mes de lactación, excepto para el grupo de la segunda lactancia, en la cual ocurrió en el cuarto mes de lactación.

Quittet (1982), reportó que la cabra alcanza su máxima producción de leche en el segundo mes de lactación, esto fue similar a lo reportado por Herman (1980) citado por Trejo (1984).

Desimiani (1979) y Mackenzie (1970) citados por Peña (1986), reportaron un pico de producción a los 4 y 2.5 meses

de lactación respectivamente.

Peña (1986), reportó que la mayor producción de leche se obtuvo entre los 12 y 18 días después del parto y posteriormente va disminuyendo conforme avanza la lactancia.

Devendra (1980), reportó que las cabras de raza Beetal, tienen relativamente una curva de lactancia plana y el pico de producción de leche es alcanzado entre el 2.5 y 3 mes de lactación, esto explica el porque las cabras son más persistentes en la producción de leche.

Por lo descrito anteriormente podemos decir que la producción de leche de todas las cabras estuvo afectada por factores que probablemente fueron: la nutrición, el manejo, el ambiente y la genética entre otros.

Factores que Afectan la Producción de Leche

A continuación se presentan algunas investigaciones donde se incluyen algunos factores que afectan la producción de leche.

Devendra (1980), reportó una correlación de 0.3 entre la producción de leche y el peso corporal, similar a lo reportado por Hampeter (0.32) citado por Gall (1980).

Gall (1980), en un estudio utilizando como variable dependiente la producción de leche corregida por grasa (FCM) y como variables independientes volumen de la ubre (U), peso corporal (W), volumen del abdomen (V) y edad (E), reportó una $r^2=.48$ cuando se incluyen en el modelo las variables U y W (FCM=U+W), y cuando se adicionan las variables V y E, reporto una $r^2=.54$ (FCM=U+W+V+E).

Lampeter citado por Gall (1980), en un estudio con 120 cabras alpinas germanas incluyendo factores de edad (E) y peso corporal (W) encontró una $r^2=.16$ para FCM=E y una $r^2=.33$ para FCM=W, pero cuando se incluyen ambos factores (FCM=E+W), reporta una $r^2=.33$, esto no aumenta la r^2 significativamente, concluyendo que peso y edad son confundidas parcialmente, la primera influencia sobre producción de leche es el peso y no la edad independiente de peso.

Mellado et al. (1991), reportó coeficientes de determinación para el modelo producción de leche=peso antes del parto de $r^2=.34$, y cuando le incluye el número de parto la $r^2=.44$ ($P<.01$).

Rabasco et al. (1993), utilizo registros de producción de leche de 440 cabras Verata entre 1 y 4 lactancias, y considerando seis efectos no genéticos como variables independientes entre las cuales se incluyen: hato, número de

lactación, intervalo de días de parto a el primer registro, número de cabritos, mes de parto y año de parto, reportó que el hato no fue significativo; la mejor lactación fue la tercera y cuarta; en cuanto al número de cabritos, el mejor en orden progresivo fue para múltiple, simple, aborto y no identificado; el mejor mes de parto fue Enero, Febrero y octubre; el año no fue significativo, todas estas fueron con $P < .05$.

Investigaciones Realizadas con Suplementos

Morand (1980), utilizo 32 cabras alpinas de 9 a 27 semanas de lactación, alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y cantidades de concentrado de 350 gr (nivel alto) y 175 gr (nivel bajo) por Kg de leche, reportó los siguientes resultados. Producción de leche 3.45 y 2.91^{*} Kg/d.; contenido de grasa en % 2.73 y 2.85 respectivamente, con una ^{*} $P < .05$ de diferencia entre el nivel alto y bajo. La producción de leche fue mejorada por casi un 20 % para el nivel alto de concentrado.

El efecto de la energía de la dieta sobre la producción de leche y contenido de grasa en leche con dos dietas baja y alta en energía reporta los siguientes resultados. Para producción de leche 2.73 y 2.95 Kg/d. Contenido de grasa en % 2.99 y 2.78 respectivamente con una $P < .0001$, concluyendo

que el incremento en producción de leche suplementando con concentrados, depende de la variación del consumo de energía (Morand, 1980).

Serrano (1991), en un estudio con 30 cabras alpinas en el quinto mes de lactación, pastoreando en praderas de rye grass durante Noviembre a Enero y dando suplemento en cantidades de 300 y 600 gr. con 0.85 y 1.7 MCal/d. respectivamente, con igual contenido de PC, reportó los siguientes resultados. La producción de leche fue de 0.93 y 1.13 Lt/d. con los suplementos de 300 y 600 gr. respectivamente ($P < .0001$).

Andrighetto et al. (1989), reportaron una investigación donde utilizaron 36 cabras alpinas dando dos dietas con igual nivel de energía (11.2 MJ/Kg DM) y diferentes niveles de PC (13.8 y 18.6 %). El incremento en PC, aumento la producción de leche en un 15 % (1.56 y 1.79 Kg/d. respectivamente).

Badamana et al. (1990), usaron 27 cabras multíparas de raza Saanen británicas de dos semanas de lactación, a las cuales les ofrecieron heno de alfalfa a libre acceso y 1 Kg de concentrado con 117, 152 y 185 gr de PC/Kg MS (materia seca) hasta la 15^{ava} semana de lactación, reportaron una media de producción de leche de 3.04, 3.21 y 3.36 Kg/d. para cada

tratamiento respectivamente, observándose una respuesta lineal ($P < .01$). Estos resultados indican que dando heno de alfalfa y concentrado a cabras lactando, puede ser esperada una respuesta benéfica con cantidades de PC en el concentrado de 185 gr/Kg MS.

En otro estudio Badamana et al. (1992), utilizaron niveles de 112, 185 y 255 gr de PC/Kg MS diaria, reportando un incremento lineal con respecto al contenido de PC en el concentrado, pero la diferencia entre los niveles más elevados fue pequeña y no significativa.

Torres (1991), en un estudio con cabras durante 45 días utilizó dos niveles de suplementación, alto y bajo (400 y 800 gr de suplemento respectivamente) combinandolos con dos diferentes fuentes de proteína (gluten de maíz + harina de sangre y harina de soya + urea), reportó que se presentó un efecto significativo ($P < .05$) debido a la fuente de proteína, ya que la suplementación con PS (gluten de maíz + harina de sangre) resultó en una producción lechera 15 % mayor (1.39 Kg/d) que la resultante de la suplementación con PDR (harina de soya + urea, con 1.121 Kg/d). Al aumentar la cantidad de suplemento de 400 a 800 gr/d., no resultó en una elevación de la producción de leche promedio a los 45 días, concluyendo que la producción se debe a la calidad de la proteína y no a la cantidad de suplemento.

Shalu et al. (1991), utilizaron dietas con 2.4 Mcal de EM/Kg de MS en cabras lactando y variando la cantidad de proteína, reportaron una producción de leche de 3.82, 4.28, 6.43 y 5.33 Kg/d, para la concentración de PC de 9, 12, 15 y 18 % respectivamente.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Localización

La presente investigación se desarrollo de Abril a Diciembre de 1993 en el Campo Experimental de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., localizado en el Km. 17 de la carretera Zuazua-Marín en Marín N.L. México (Coordenadas 25° 43' latitud Norte y 100° 02' longitud Oeste). La altitud es de 363 metros sobre el nivel del mar.

Vegetación

La comunidad vegetal es un matorral mediano subperenifolio, caracterizado por especies arbustivas con espinas laterales. La altura de los arbustos varía entre 1 y 3 m. Las plantas dominantes son chaparro prieto (*Acacia rigidula*), granjeno (*Celtis pallida*), guayacan (*Porlieria angustifolia*), palo verde (*Cercidium macrum*), uña de gato (*Acacia greggi*), chaparro amargoso (*Acacia texana*), calderona (*Krameris ramossisima*) y crusito (*Condolia lycioides*) entre otros. Durante la estación húmeda crecen hierbas anuales como *Dyssodia* spp., *Cynanchum* spp. y *Zephyrantes* spp. Los

zacates importantes que crecen en esta región son: el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), zacate mezquite (*Hilaria berlandieri*), pajita tempranera (*Setaria macrostachya*), zacate halli (*Panicum hallii*), navajita roja (*Bouteloua trifida*) y tridente esbelto (*Tridens multicus*) (Ramirez, 1989).

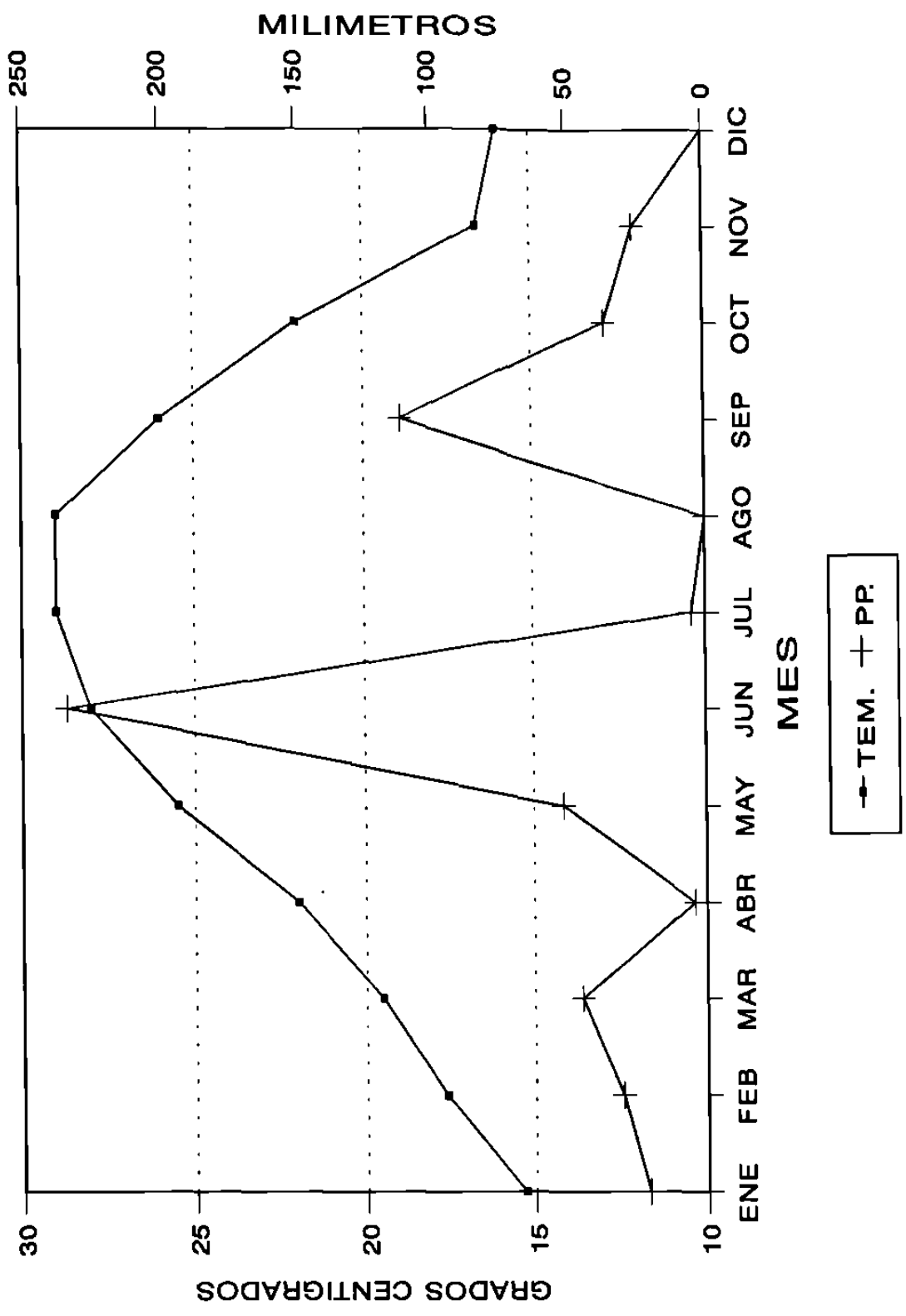
Clima

El clima del área es semiárido, con una temperatura media anual de 23° C. y una precipitación de aproximadamente 500 mm., distribuidas en dos periodos, de Mayo a Junio y de Agosto a Octubre, el resto de los meses se consideran secos. Las condiciones de temperatura y presipitación pluvial prevalecientes durante estudio se muestran en la figura 1.

Animales Utilizados

En el estudio se utilizaron 68 cabras entre 1 y 5 partos (parto sencillo, doble y triple), dentro de las cuales se incluyen cabras encastadas con razas saanen, toguenburg, nubia, alpina y granadina, a las cuales se les asigno en forma completamente al azar un tratamiento de un total de 10; además se utilizaron 2 cabras con fístula esofágica para muestrear durante el estudio la calidad de la dieta consumida

Figura 1. Condiciones de temperatura y precipitación pluvial
prevalcientes durante el estudio



en pastoreo.

Manejo de los Animales

Previo al parto, las cabras fueron desparasitadas con mebendazol (bayverm) y vitaminadas con Vitaminas ADE (vigantol). Se les ofreció sales minerales a libre acceso.

A lo largo del experimento, a las cabras se les ofreció el suplemento por las mañanas (8:00 AM) en comederos individuales diseñados para este fin, posteriormente pastoreaban durante el transcurso del día y por la tarde eran regresadas a los corrales de manejo.

Suplementos Utilizados

La formulación de los suplementos se basó en la consideración de que los microorganismos del rumen de un animal consumiendo una dieta de 60 % de digestibilidad y con una degradabilidad de la proteína del 50 % requieren 121 gr de proteína degradable en el rumen (Orskov, 1982). Díaz (1991), encontró que la cantidad de proteína degradable en el rumen (PDR) que aporta el agostadero en el tipo de ambiente donde se realizó el estudio son 57.5 gr (nivel más bajo de un estudio de 3 años), por lo tanto, en este estudio se

proporcionó una cantidad de 63.5 gr de PDR en el concentrado de todos lo suplementos a lo largo del experimento.

En este estudio se utilizaron 10 suplementos, donde a 9 tratamientos se les suministro concentrado diferenciandose estos en el nivel de energía metabolizable (NEM Mcal) y/o nivel de proteína sobrepasante (NPS gr) consumida/d., y un tratamiento testigo, donde a las cabras de este grupo no se les dio concentrado. Los diferentes tratamientos se presentan en la tabla I.

TABLA I

IDENTIFICACION DE SUPLEMENTOS Y CANTIDAD DE CONCENTRADO CON SU RESPECTIVA CONCENTRACION DE EM (Mcal) Y PS (gr) CONSUMIDA POR DIA PARA CADA UNA DE LAS CABRAS UBICADAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO ^a	SUPLE- MENTO.b		CONSUMO DIARIO		
	NEM	NPS	EM MCal/d	PS gr/d.	gr. CONCENTRADO
1	1	1	0.9	14	375
2	1	2	0.9	34	357
3	1	3	0.9	54	345
4	2	1	1.4	14	504
5	2	2	1.4	34	501
6	2	3	1.4	54	500
8	3	2	1.9	34	677
9	3	3	1.9	54	674
10	1	0	0.9	12	320
11	0	0	0.0	0	0

a. A todos los tratamientos se les incluyo 63.5 gr. de PDR, valor sacado por deducción de los datos reportados por Orskov (1982) y Díaz (1991), excepto para el tratamiento 10

(12.6 gr) y 11 (Control)

b. NEM y NPS representan los niveles de energía metabolizable y proteína sobrepasante respectivamente.

El tratamiento 7 no se pudo elaborar, debido a que el nivel de energía es muy elevado, y al momento de balancear el suplemento con los ingredientes disponibles, la cantidad de PS, sobrepasaba el nivel de PS que le corresponde a este tratamiento (1.9 Mcal/d., 14 g. de PS).

Composición de los Suplementos Utilizados

Para la elaboración de los suplementos se utilizaron los siguientes ingredientes: sorgo molido, melaza y sebo de res como fuente de energía; harina de sangre, gluten de maíz, urea y cama de pollo como fuentes de proteína; fosfato dicalcico y carbonato de calcio para balancear los niveles de fósforo y calcio requeridos por las cabras y también se utilizó sal común (ver tabla II).

TABLA II

COMPOSICION DE LOS SUPLEMENTOS REPRESENTADOS COMO
PORCENTAJE EN BASE MATERIA HUMEDA

INGREDIENTE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T8	T9	T10
Melaza	9.6	5.6	3.9	12.8	8.0	5.6	7.5	5.0	12.0
Sorgo	68.3	62.9	51.7	59.9	65.0	58.9	79.8	74.6	75.9
Sebo	0.0	0.0	0.0	7.2	5.2	3.8	3.7	3.1	7.5
H. Sangre	0.0	4.6	9.6	0.0	2.4	5.7	0.5	2.9	0.0
G. Maíz	0.0	9.2	19.4	0.0	4.9	11.5	1.0	5.9	0.0
Urea	3.2	3.0	2.3	1.7	1.7	1.0	1.4	0.7	0.0
C. Pollo	16.8	12.0	10.2	17.4	11.2	12.1	4.7	6.6	0.0
Fosfa. di Ca	1.2	1.6	1.8	0.3	0.6	0.5	0.4	0.2	3.3
Sal	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.5
Carbon. Ca.	0.6	0.8	0.8	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8

Toma de Datos y Muestras

Muestreo de Agostadero

Mediante dos cabras fistuladas del esófago, se recolectaron semanalmente muestras de la dieta consumida en pastoreo (11:30 Hrs). El tiempo de recolección de las muestras fue de 30 minutos. Una vez obtenida la muestra, esta fue depositada en una bolsa de polietileno (una bolsa por cabra) y congelada para su posterior procesamiento.

A estas muestras se les determino la proteína cruda (PC), proteína degradable en el rumen (PDR), proteína sobrepasante (PS), proteína indigestible (PI), digestibilidad de la materia seca (DMS) y orgánica (DMO) y la concentración

de fibra ácido detergente (ADF).

Para la determinación de las diferentes fracciones de proteína, se utilizó el método del Kjendhal (AOAC, 1985). Primero se determinó la PC total, posteriormente para determinar PDR a las muestras se les corrió una digestibilidad in situ durante 16 Hrs. mediante la técnica de la bolsa de nylon (Stern y Satter, 1984), utilizando un chivo con fístula ruminal y al residuo se le determinó la PC, dándonos como resultado el valor de la PS+PI, el cual al restárselo a la PC total determinamos la PDR. Para determinar la PI, las muestras fueron sometidas a la técnica de fibra detergente ácida (Goering y Van Soest, 1970), en la cual determinamos el % de ADF y al residuo se le determinó la PC, dándonos como resultado la PI, este valor se lo restamos a el valor de PS+PI y de este modo determinamos la PS.

La digestibilidad de la materia seca y orgánica de las muestras se determinó a través de la técnica de digestibilidad in vitro (Tilley y Terrey, 1963).

Registros de Producción de Leche.

La producción de leche fue pesada dos veces al día (tarde y mañana) a intervalos de 15 a 21 días. Durante los primeros días de lactancia hasta el destete del cabrito, la

producción de leche fue medida por diferencia del peso del cabrito, esto es, por la tarde antes de que llegaran las cabras de pastorear, se identificaban los cabritos y se colocaban en un corral, una vez que llegaban las cabras se iniciaba el amamantamiento, primero se pesaban los cabritos (hijos de la cabra a medir la producción), después se los soltaban a la madre para que se alimentaran y una vez terminado el amamantamiento se volvían a pesar, y así por medio de la diferencia de peso del cabrito se conocía la producción de leche dada por la cabra. Antes de soltar a la cabra que amamantó a sus crías, se revisaban manualmente para ver si no les había quedado leche, y si así fuese, esta producción se le sumaba a la obtenida en la diferencia del peso del cabrito, posteriormente los cabritos se colocaban en corrales aislados de sus madres durante toda la noche para realizar por la mañana el mismo procedimiento descrito anteriormente. Obtenidas la producción de leche de la tarde y la mañana, se sumaban y se obtenía la producción por día.

Una vez destetados los cabritos, para medir la producción de leche, las cabras fueron ordeñadas manualmente (tarde y mañana) y pesada su producción hasta que concluyo el estudio (2/Diciembre/93).

Registros de Condición Corporal.

La condición física de las cabras fue medida a través de su peso vivo, este proceso se realizó mensualmente con una báscula adecuada para este fin.

Análisis Estadístico

Dado que la calidad de la dieta consumida en pastoreo varía a través del año (Ramírez, 1989), se realizó un análisis de correlación entre las variables determinadas de las muestras esofágicas, las cuales son: ADF, DMO, DMS, PC, PDR, PS y PI, siendo estas correlacionadas con la producción de leche.

Para explicar la variabilidad de la producción de leche, se utilizó un modelo lineal por medio del programa computacional Harvey (Harvey, 1990), donde se utilizó como variable dependiente la producción de leche (PL) y como variables independientes número de tratamiento (NT) y/o nivel de energía metabolizable (NEM) y nivel de proteína sobrepasante (NPS), incluyendo además otros factores como número de cabritos (NC = 1, 2 y 3); peso al parto de la cabra (PPAR); raza de la cabra (RZ = 1 saanen, 2 nubia, 3 alpina, 4 granadina y 5 toogenburg); número de parto (NPAR = 1, 2, 3, 4 y 5); precipitación pluvial (PP); porcentaje de

digestibilidad de la materia orgánica consumida en pastoreo (DMO); porcentaje de proteína sobrepasante consumida en pastoreo (PS) y semana de lactancia de la cabra (SLAC).

Para analizar estadísticamente el comportamiento de la condición corporal de las cabras, se utilizó un modelo lineal mediante el programa computacional harvey (Harvey, 1990), donde se consideró como variable dependiente el peso vivo de las cabras (PV) y como variables independientes el NT, la fecha de pesada (M) y la RZ, así como la interacción entre NTxM; además se incluye en el modelo como covariable el PPAR, para ajustar el peso de las cabras.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Calidad de la Dieta Consumida en Pastoreo

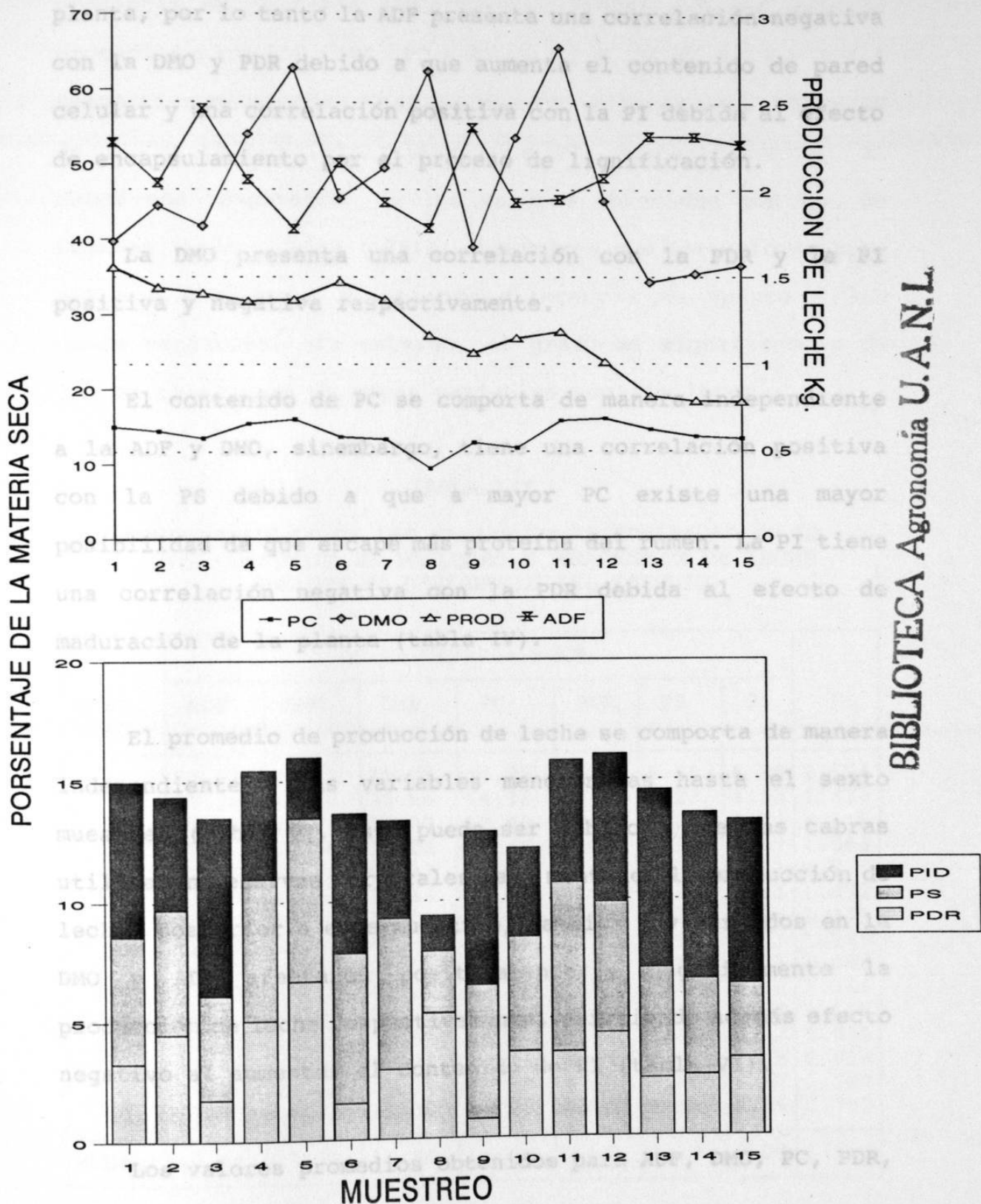
Debido a que básicamente la alimentación de las cabras depende de lo consumido en pastoreo, la calidad nutritiva de la misma varía en el transcurso del año como consecuencia de los cambios estacionales, precipitación, estado de madurez de la planta, contenido de pared celular, sílice y taninos, que hacen que varíe la digestibilidad de la dieta.

En el presente apartado se hace un análisis de correlación y comportamiento de la concentración en porcentaje de la DMO, PC, PDR, PS PI, ADF y PL (promedio de la fecha de muestreo sin considerar el número de tratamiento), presentes durante el desarrollo del estudio.

En la figura 2 y tabla III podemos observar el comportamiento del contenido de ADF en la dieta, en la cual se observan variaciones entre el 41.41 % y 57.97 % durante el transcurso del estudio.

La ADF representa el porcentaje de la dieta que es más difícil de digerir y una gran parte no es aprovechada por el

Figura 2. Comportamiento de las variables determinadas en la dieta consumida en pastoreo durante el desarrollo del estudio



animal, siendo además un reflejo del estado de madurez de la planta, por lo tanto la ADF presenta una correlación negativa con la DMO y PDR debido a que aumenta el contenido de pared celular y una correlación positiva con la PI debida al efecto de encapsulamiento por el proceso de lignificación.

La DMO presenta una correlación con la PDR y la PI positiva y negativa respectivamente.

El contenido de PC se comporta de manera independiente a la ADF y DMO, sin embargo, tiene una correlación positiva con la PS debido a que a mayor PC existe una mayor posibilidad de que escape más proteína del rumen. La PI tiene una correlación negativa con la PDR debida al efecto de maduración de la planta (tabla IV).

El promedio de producción de leche se comporta de manera independiente a las variables mencionadas hasta el sexto muestreo (tabla V), esto puede ser debido a que las cabras utilizaban reservas corporales para mantener la producción de leche; posterior a este muestreo, cambios muy marcados en la DMO y ADF afectaron positivamente y negativamente la producción de leche respectivamente, existiendo además efecto negativo al aumentar el contenido de PI (tabla VI).

Los valores promedios obtenidos para ADF, DMO, PC, PDR,

PI y PS, así como su variación a través del estudio se presentan en la tabla III. Ramírez (1989) reportó valores promedios para ADF, DMO, PC y PI de 52.0, 31.0, 16.8 y 9.1 % respectivamente. Díaz (1991), reportó valores para PDR y PS de 5.7 y 12.3 % (sin restarle la PI) respectivamente. Al hacer una comparación de los valores obtenidos con los de Ramírez (1989) y Díaz (1991), observamos que los valores para ADF son similares, existiendo diferencia en cuanto a las demás variables, sin embargo, el grado de significancia de las correlaciones de estas variables son similares.

TABLA III

COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES DETERMINADAS EN LA DIETA CONSUMIDA EN PASTOREO Y PRODUCCION DE LECHE DURANTE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

MUES- TREGO	% DE LA MATERIA SECA							PL
	ADF	DMO	DMS	PC	PDR	PS	PI	
1	52.89	39.71	31.08	14.97	3.26	5.32	6.39	1.554
2	47.48	44.44	36.50	14.38	4.48	5.23	4.65	1.438
3	57.44	41.74	30.97	13.49	1.74	4.37	7.36	1.406
4	47.97	54.00	39.01	15.44	5.04	5.92	4.47	1.363
5	41.41	62.86	42.38	15.98	6.67	6.80	2.51	1.370
6	50.20	45.44	32.43	13.65	1.52	6.30	5.81	1.472
7	44.92	49.52	33.83	13.32	2.92	6.34	4.05	1.371
8	41.49	62.47	43.90	9.36	5.27	2.59	1.49	1.165
9	54.97	39.01	24.70	12.84	0.77	5.62	6.41	1.066
10	44.95	53.59	40.32	12.14	3.59	4.84	3.70	1.149
11	45.37	65.73	54.57	15.78	3.55	7.13	5.09	1.186
12	48.24	45.18	35.88	16.04	4.34	5.52	6.17	1.013
13	53.85	34.29	25.84	14.55	2.42	4.66	7.45	0.816
14	53.81	35.43	24.30	13.59	2.55	4.06	6.97	0.787
15	52.77	36.49	29.06	13.28	3.27	3.14	6.86	0.782
MEDIA	49.84	47.32	34.98	13.92	3.42	5.19	5.29	1.195

TABLA IV

ANALISIS DE CORRELACION DE LA VARIABLES DETERMINADAS
EN LA DIETA CONSUMIDA EN PASTOREO

	ADF	DMO	PC	PDR	PI
ADF					
DMO	-.862**				
PC	.085	-.017			
PDR	-.772**	.653**	.185		
PI	.930**	-.837**	.316	-.723**	
PS	-.247	.354	.689**	.050	-.090

* P<0.05 ** P<0.01

TABLA V

ANALISIS DE CORRELACION PARA PRODUCCION DE LECHE
CORRESPONDIENTE DEL PRIMERO AL SEXTO MUESTREO

	ADF	DMO	PC	PDR	PI	PS
PL	.4263	-.7336	-.3074	-.5056	.5348	-.2367

* P<0.05 ** P<0.01

TABLA VI

ANALISIS DE CORRELACION PARA PRODUCCION DE LECHE
CORRESPONDIENTE DEL SEPTIMO AL QUINCEAVO MUESTREO

	ADF	DMO	PC	PDR	PI	PS
PL	-.7717*	.7472*	-.2056	.2323	-.7433*	.5082

* P<0.05 ** P<0.01

Producción de Leche

Debido a que las cabras de algunos tratamientos empezaron a rechazar ciertos tipos de suplementos debido al enranciamiento del concentrado, la investigación tuvo que ser dividida en dos etapas.

La primera etapa comprende desde el inicio del trabajo (Abril de 1993) hasta el 20 de Julio de 1993, en la cual están comprendidos todos los tratamientos mencionados anteriormente. Durante dicho periodo todas las cabras consumieron aceptablemente el concentrado.

Dentro de la segunda etapa, la cual esta comprendida desde el inicio de la investigación hasta el término de la misma (2 de Diciembre de 1993), se excluyeron los tratamientos 1, 2 y 3, quedando los tratamientos 4, 5, 6, 8, 9, 10, y 11.

Por lo tanto, primero se analizará el modelo utilizando como variable independiente el efecto de tratamiento y otros factores, y además de esta misma base de datos se analizarán el efecto del nivel de energía metabolizable (NEM) y nivel de proteína sobrepasante (NPS), por medio del diseño completamente al azar con arreglo factorial, así como su interacción incluyendo los demás factores para cada una de las etapas.

Primera Etapa

Efecto de Tratamiento y Otros Factores. En este modelo se esta considerando el efecto de NT, RZ, NPAR y NCAB sobre la PL, ajustada por PPAR.

Donde:

NT = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11.

RZ = 1, 2, 3, 4 y 5.

NPAR = 1, 2, 3, 4 Y 5.

NCAB = 1, 2 Y 3.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA), nos muestra que existe una diferencia significativa debida al NT ($P < .001$), explicándonos esta variable el 21.4 % de la variabilidad total de producción de leche ($r^2 = .214$); al incluir los demás factores mencionados en el modelo, la variabilidad explicada aumenta a 40.6 % con un CV=28.56 %, existiendo un efecto ($P < .001$) debido a RZ y NCAB, y no así ($P > .05$) para NPAR (tabla VII). El PPAR sobre la producción de leche afectó positivamente ($P < .001$), teniendo entonces que por cada Kg. de peso vivo arriba del peso promedio de las cabras (40.470 Kg), se produjo 0.041 Kg. más de leche por día.

TABLA VII

ANALISIS DE VARIANZA DEL MODELO:
 PL=NT+RZ+NPAR+NCAB+PPAR

FV	GL	FC	PROBABILIDAD
NT	9	12.954	.0000
RZ	4	7.700	.0000
NPAR	4	2.288	.0598
NCAB	2	8.498	.0003
COVARIABLE PPAR	1	51.570	.0000

CV=28.56

 $r^2=.406$ $r=.637$

Al hacer una comparación de medias (por medio de contrastes) entre el NT, encontramos que las cabras que consumieron entre 500 y 677 gr de concentrado (comparados contra los que consumieron 300 gr), son las que produjeron más leche, a excepción del T10, no existiendo diferencia significativa entre los dos primeros (tabla VIII).

Al analizar en tratamientos efecto de la energía a igual concentración de PS, podemos observar que entre los NEM2 (1.4 Mcal/d) y NEM3 (1.9 Mcal/d), no existió diferencia significativa, únicamente son diferentes con el NEM1 (0.9 Mcal/d). Estos resultados son similares a los reportados por Serrano (1991), donde él utilizó .85 y 1.7 Mcal/d con igual cantidad de PC, reportando una mayor producción de leche para el consumo de energía de 1.7 Mcal/d.

En la tabla VIII se observa que el T10 fue de los que más leche produjo, atribuyendo esto a que probablemente en esta primera etapa la PS de la dieta más la proteína de origen bacteriano eran suficientes para satisfacer las necesidades demandadas por las cabras, empleando la mayor parte de EM consumida en el concentrado (0.9 MCal/d) para producción de leche; este mismo efecto lo podemos observar con el T4, concluyendo que probablemente en esta etapa, la EM era el factor limitante para producción de leche. Es posible que los efectos de niveles elevados de proteína pudieran estar causando problemas para el metabolismo de la cabra, ya que en los tratamientos 9 y 6 si bien se aumenta la energía suplementada también se aumenta el suministro de proteína. Al existir un posible exceso de este nutriente, los animales pudieran estar usando energía para excretar ese nitrógeno excedente en lugar de destinarla para producción lactea.

TABLA VIII

COMPARACION DE MEDIAS DEL NUMERO DETRATAMIENTO

NT	SUPLEMENTO		MEDIA EN Kg/d.	COMPARACION
	NEM	NPS		
9	3	3	1.586	A
4	2	1	1.538	AB
10	1	0	1.528	AB
6	2	3	1.518	AB
8	3	2	1.464	AB
5	2	2	1.364	AB
3	1	3	1.330	B
2	1	2	1.002	C
1	1	1	0.885	C
11	0	0	0.825	C

Letras diferentes significan que existe diferencia significativa con $P < .05$

Efecto de Energía Metabolizable y Proteína Sobrepasante

2 Niveles de Energía Y 3 de Proteína (Factorial 2x3).

Para esta comparación se utilizaron datos de 41 cabras, correspondientes a los tratamientos 1, 2 y 3, las cuales consumieron 0.9 Mcal/d EM en el suplemento (NEM1) y los tratamientos 4, 5 y 6 consumieron 1.4 Mcal/d EM en el suplemento (NEM2). Los niveles de proteína sobrepasante (NPS) utilizados fueron 14 (NPS1), 34 (NPS2) y 54 (NP3) gr/d consumida, para cada uno de los niveles de energía.

El modelo utilizado fue:

$$PL = NEM + NPS + (NEM * NPS) + RZ + NCAB + PPAR.$$

Donde:

NEM= 1 y 2.

NPS= 1, 2 y 3.

RZ= 1, 2, 3, 4 y 5.

NCAB= 1, 2 y 3.

PPAR se incluye como covariable.

Los datos del ANVA nos muestran que existe efecto significativo debido a los factores NEM, RZ, NCAB ($P < .001$), NPS ($P < .01$) y la interacción NE*NPS ($P < .05$), así como también en la covariable PPAR ($P < .001$). Estos factores nos explican el 39.4 % de la variabilidad total de la producción de leche ($r^2 = .394$), con un CV=29.93 (tabla IX).

TABLA IX

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 $PL = NEM + NPS + (NEM * NPS) + RZ + NCAB + PPAR$

FV	GL	FC	PROBABILIDAD
NEM	1	43.831	.0000
NPS	2	5.970	.0030
RZ	4	9.753	.0000
NCAB	2	13.197	.0000
NE X NPS	2	3.702	.0263
COVARIABLE PPAR	1	32.470	.0000

CV=29.93

$r^2 = .394$

$r = .627$

La interacción NEM*NPS la podemos observar en la figura 3. No existió efecto positivo del NPS cuando se suplemento con el nivel 2 de energía, indicando que a esos niveles la suplementación con PS no es tan prioritaria debido probablemente a que con este aumento de energía se produce más proteína microbiana que ayuda a llenar los requerimientos. Con el nivel 1 de energía suplementaria se observa claramente una respuesta lineal al suministro de proteína sobrepasante.

3 Niveles de Energía Y 2 de Proteína (Factorial 3x2). En esta comparación se utilizaron datos de 43 cabras, correspondientes a los tratamientos 2, 3, 5, 6, 8 y 9.

El modelo utilizado fue:

$$PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+PPAR+NPAR+RZ+NCAB.$$

donde:

NE= 1, 2 y 3 (0.9, 1.4 y 1.9 Mcal/d respectivamente).

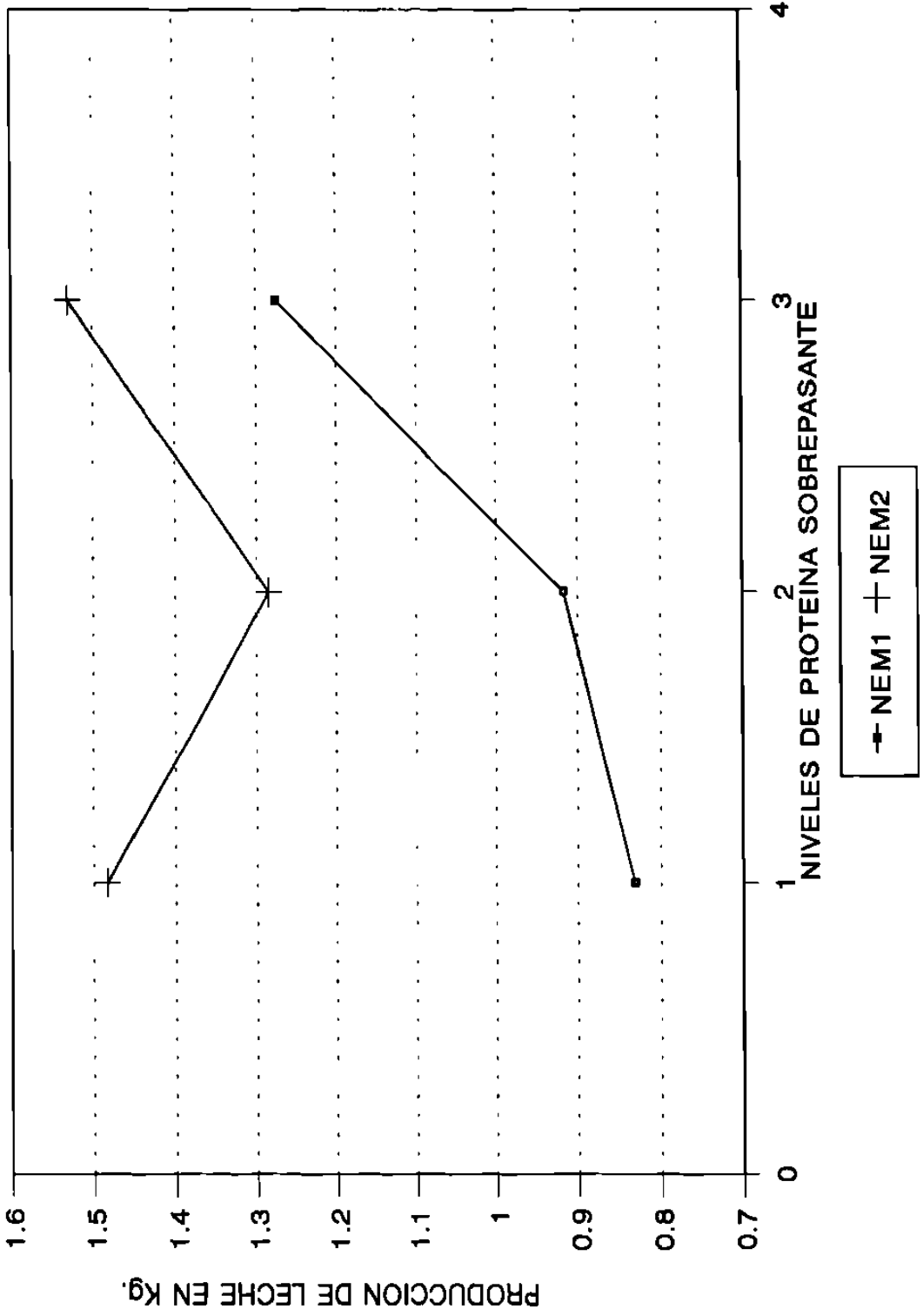
NPS= 2 y 3 (34 y 54 gr/d respectivamente).

NPAR= 1, 2, 3 y 5.

RZ= 1, 2, 3, 4 y 5.

NCAB= 1, 2 y 3.

Figura 3. Interacción de dos niveles de energía metabolizable con tres niveles de proteína sobrepasante



El ANVA nos muestra que existe diferencia significativa debida a los factores NEM, RZ, NCAB ($P < .001$), NPS y NPAR ($P < .05$), no existiendo diferencia significativa en la interacción NEM*NPS ($P > .05$). La covariable PPAR presentó un efecto significativo ($P < .001$). Estos factores nos explican un 35.9 % de la variabilidad total de producción de leche ($r^2 = .359$) con un CV=27.67 (tabla X).

TABLA X

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+PPAR+NPAR+RZ+NCAB

FV	GL	FC	PROBABILIDAD.
NEM	2	7.402	.0008
NPS	1	5.982	.0154
NPAR	3	2.706	.0458
RZ	4	5.522	.0003
NCAB	2	9.613	.0001
NE X NPS	2	0.813	.4451
REGRESION PPAR	1	35.010	.0000

CV=27.67 $r^2 = .359$ $r = .599$

Al realizar la comparación de medias se observa que entre los NEM3 y NEM2 no existió diferencia significativa, pero si fueron diferentes al compararlos con el NEM1 ($P < .001$) (tabla XI).

TABLA XI

COMPARACION DE MEDIAS DE LOS NIVELES
1, 2 Y 3 DE ENERGIA METABOLIZABLE

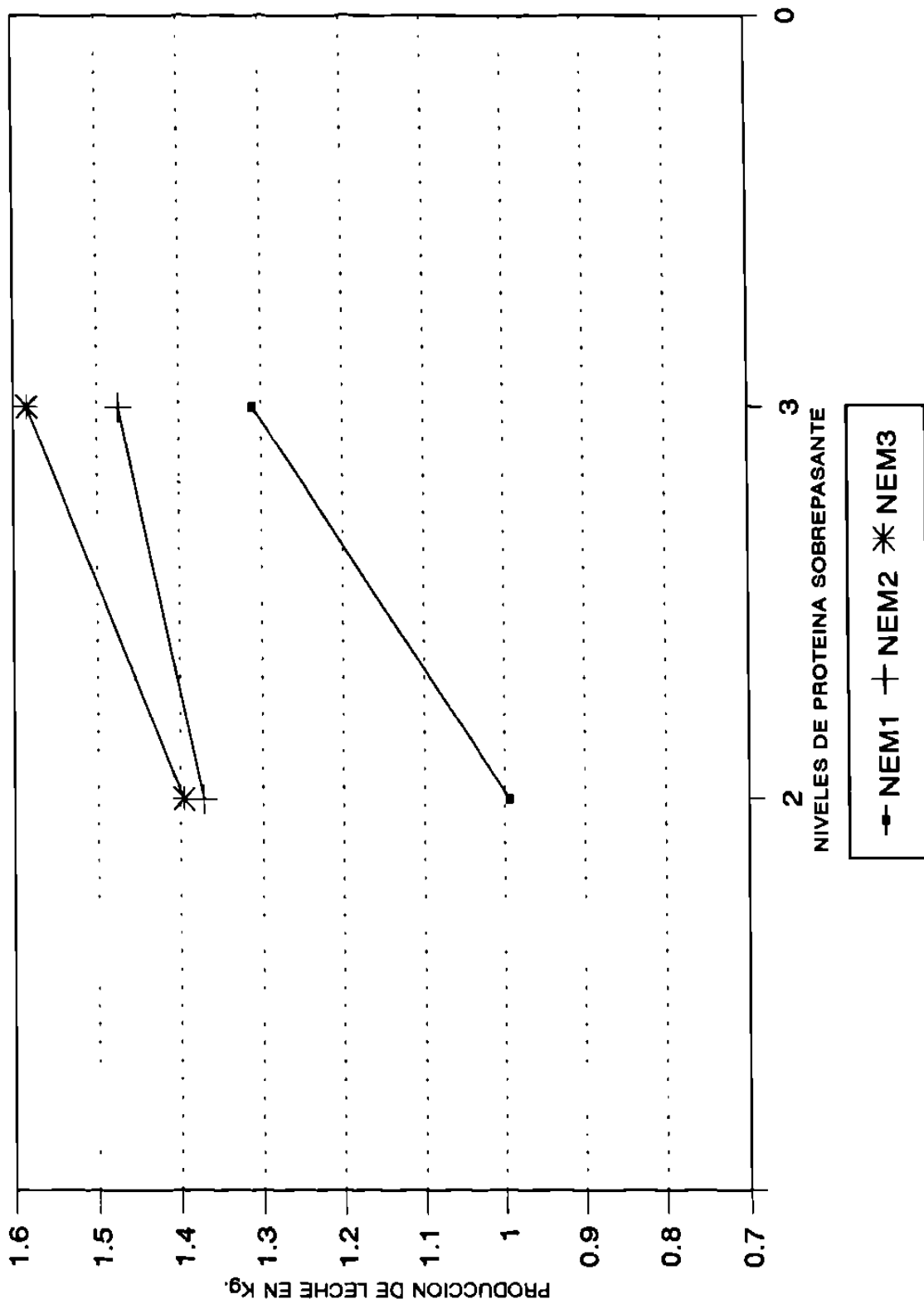
NEM	MEDIA EN Kg.	COMPARACION
3	1.490	A
2	1.423	A
1	1.153	B

Letras diferentes significan que existe diferencia significativa con $P < .001$.

El efecto de la interacción NEM*NPS la cual no fue significativa ($P > .05$), nos expresa que los efectos son independientes.

En esta interacción (figura 4) tiende a presentarse el mismo efecto que en el modelo anterior, donde el efecto de la PS es mayor al suplementar con pequeñas cantidades de energía, sin embargo podemos observar que la producción de leche entre el NEM2 y el NEM3 con el NPS3 no presenta un efecto significativo al compararlo con el NEM1 en el mismo NPS, con lo cual es posible concluir que la mejor producción se obtiene con el NEM2 en el NPS2, considerando que el consumo de concentrado es de 500 gr.

Figura 4. Interacción de tres niveles de energía metabolizable con dos niveles de proteína



Segunda Etapa

Efecto de Tratamiento y otros Factores. El modelo utilizado fue:

$$PL=NT+RZ+PPAR+SLAC+DMO+PS+PP+NPAR.$$

Donde:

NT= 4, 5, 6, 8, 9, 10 Y 11.

RZ= 1, 2, 3, 4 Y 5.

SLAC= 2.....36.

NPAR= 1, 2, 3, 4 Y 5.

PPAR, DMO, PS Y PP, se incluyeron como covariables en el modelo para ajustar la producción de leche.

El ANVA nos muestra que existe una diferencia significativa debida a los factores NT, RZ, SLAC y NPAR ($P<.001$), así como también en las covariables DMO y PP ($P<.01$), PPAR y PS ($P<.001$). El NT nos explica el 17.1 % de la variabilidad total de producción de leche, y al incluir los demás factores mencionados en el modelo, la variabilidad explicada aumenta a 62.2 % con un CV=26.25 (tabla XII).

TABLA XII

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 PL=NT+RZ+PPAR+SLAC+DMO+PS+PP+NPAR

FV	GL.	FC.	PROBABILIDAD.
NT	6	33.563	.0000
RZ	4	10.548	.0000
SLAC	34	10.170	.0000
NPAR	4	9.470	.0000
COVARIABLES			
PPAR	1	98.784	.0000
DMO	1	9.447	.0022
PS	1	13.020	.0003
PP	1	7.029	.0082

CV=26.25

 $r^2=.622$

r=.789

Al hacer la comparación de medias del NT encontramos que el NT9 fue el que mayor producción de leche produjo, sin embargo no existió diferencia significativa con los Tratamientos 8 y 6 ($P<.05$) (tabla XIII).

En este modelo se esta considerando el efecto del tratamiento durante todo el estudio, en el cual podemos observar (tabla XIII) que el NT10 el cual se comportó de manera excelente en la primera etapa, al considerarlo en todo el estudio este tendió a producir menor cantidad de leche que los tratamientos 8, 6 y 4 aunque no fue significativo, esto posiblemente fue debido a que en algunas etapas del estudio la PDR consumida en pastoreo tendió a ser menor a las requeridas por el animal, ocasionando una menor persistencia

en la producción de leche, pudiendo considerar que el NEM2 con el NPS3 (NT6) puede ser empleado en la suplementación de las cabras, dado que este nivel no presentó diferencia significativa en cuanto a producción con el NEM3 (NT9) en ninguna de las dos etapas, considerando que el consumo es de 500 gr.

TABLA XIII

COMPARACION DE MEDIAS ENTRE LOS TRATAMIENTOS
4, 5, 6, 8, 9, 10 Y 11

NT	SUPLEMENTO		MEDIA EN Kg	COMPARACION
	NEM	NPS		
9	3	3	1.417	A
8	3	2	1.343	AB
6	2	3	1.321	AB
4	2	1	1.289	BC
10	1	0	1.260	BC
5	2	2	1.214	C
11	0	0	0.705	D

Letras diferentes significan que existe diferencia significativa con $P < .05$.

Efecto de Energía Metabolizable y Proteína

Sobrepasante

3 Niveles de Proteína a 1 Nivel de Energía. En esta comparación se utilizaron datos de 21 cabras correspondientes a los tratamientos 4, 5 y 6, donde el nivel de energía

metabolizable consumida fue 1.4 Mcal/d. (NEM2) y los NPS fueron 14, 34 y 54 gr/d respectivamente.

El modelo utilizado fue:

$$PL = NPS + SLAC + PPAR + RZ + NPAR + NCAB + PS + DMO + PP.$$

Donde:

NPS=1, 2, y 3.

SLAC= 2.....36.

RZ= 1, 2, 3, 4 y 5.

NPAR=1, 2, 3, 4 y 5.

NCAB= 1 y 2.

PPAR, PS, DMO y PP se incluyen en el modelo como covariables.

En el análisis de varianza podemos observar que existe diferencia significativa debido a los factores NPS ($P < .05$), NCAB ($P < .01$), SLAC, RZ y NPAR ($P < .001$); además las covariable que afectaron significativamente la PL fueron: PPAR ($P > .001$), PS ($P < .01$) y DMO ($P < .05$), no teniendo efecto significativo la PP ($P > .05$). Estas variables nos explican el 68.0 % de la variabilidad total de producción de leche con un $CV = 24.20$ (tabla XIV).

TABLA XIV

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 PL=NPS+SLAC+PPAR+RZ+NPAR+NCAB+PS+DMO+PP

FV	GL	FC	PROBABILIDAD
NPS	2	3.301	.0385
SLAC	34	6.336	.0000
RZ	4	7.412	.0000
NPAR	4	13.721	.0000
NCAB	1	8.680	.0035
COVARIABLE			
PPAR	1	40.595	.0000
PS	1	7.844	.0055
DMO	1	5.176	.0238
PP	1	2.066	.1519

CV=24.20

 $r^2=.680$ $r=.825$

Al comparar las medias de los NPS encontramos que el NPS3 fue el que produjo más leche, sin embargo no existió diferencia significativa con el NPS1, así como también entre el NPS1 y NPS2 ($P>.05$), siendo únicamente diferentes significativamente los NPS3 y NPS2 ($P<.05$), concluyendo que el tipo de efecto tiende a ser lineal (tabla XV).

TABLA XV

COMPARACION DE MEDIAS DE LOS NIVELES DE PROTEINA
 DE SOBREPASO 1, 2 Y 3 EN EL NEM2 (1.4 MCal EM)

NP	MEDIA EN Kg.	COMPARACION-
3	1.364	A
1	1.273	AB
2	1.193	B

Letras diferentes significan que existe diferencia significativa con $P<.05$

2 Niveles de Energía y 2 de Proteína (Factorial 2²). Este análisis corresponde a datos de 27 cabras, las cuales están incluidas en los tratamientos 5, 6, 8 y 9.

El modelo utilizado para este análisis fue:

$$PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+SLAC+PPAR+NPAR+RZ+DMO+PS+PP.$$

Donde:

NEM= 2 y 3 (1.4 y 1.9 MCal/d respectivamente).

NPS= 2 y 3 (34 y 54 gr de PS/d respectivamente).

SLAC= 2.....36.

RZ= 1.....5.

NPAR= 1,2,3,5.

PPAR, DMO, PS y PP se incluyen en el modelo como covariables.

En el análisis de varianza podemos observar que los factores NEM y NPS afectaron la producción de leche ($P<.01$), así como también SLAC, RZ y NPAR ($P<.001$); efecto significativo presentaron las covariable PPAR, PS ($P<.001$), DMO ($P<.01$) y PP ($P<.05$), no existiendo efecto significativo en la interacción NE*NPS ($P>.05$), implicando que el efecto del NEM y NPS son independientes. Estos factores nos explican el 63.7 % de la variabilidad total de la producción de leche con un CV=22.48 % (tabla XVI).

TABLA XVI

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 PL=NEM+NPS+(NEM*NPS)+SLAC+PPAR+NPAR+RZ+DMO+PS+PP

FV	GL	FC	PROBABILIDAD
NEM	1	10.699	.0012
NPS	1	9.209	.0026
SLAC	34	6.685	.0000
RZ	4	13.712	.0000
NPAR	3	8.664	.0000
NEM X NPS	1	1.323	.2509
REGRESION			
PPAR	1	79.466	.0000
DMO	1	7.589	.0062
PS	1	12.207	.0005
PP	1	4.748	.0300

CV=22.48

 $r^2=.637$

r=.798

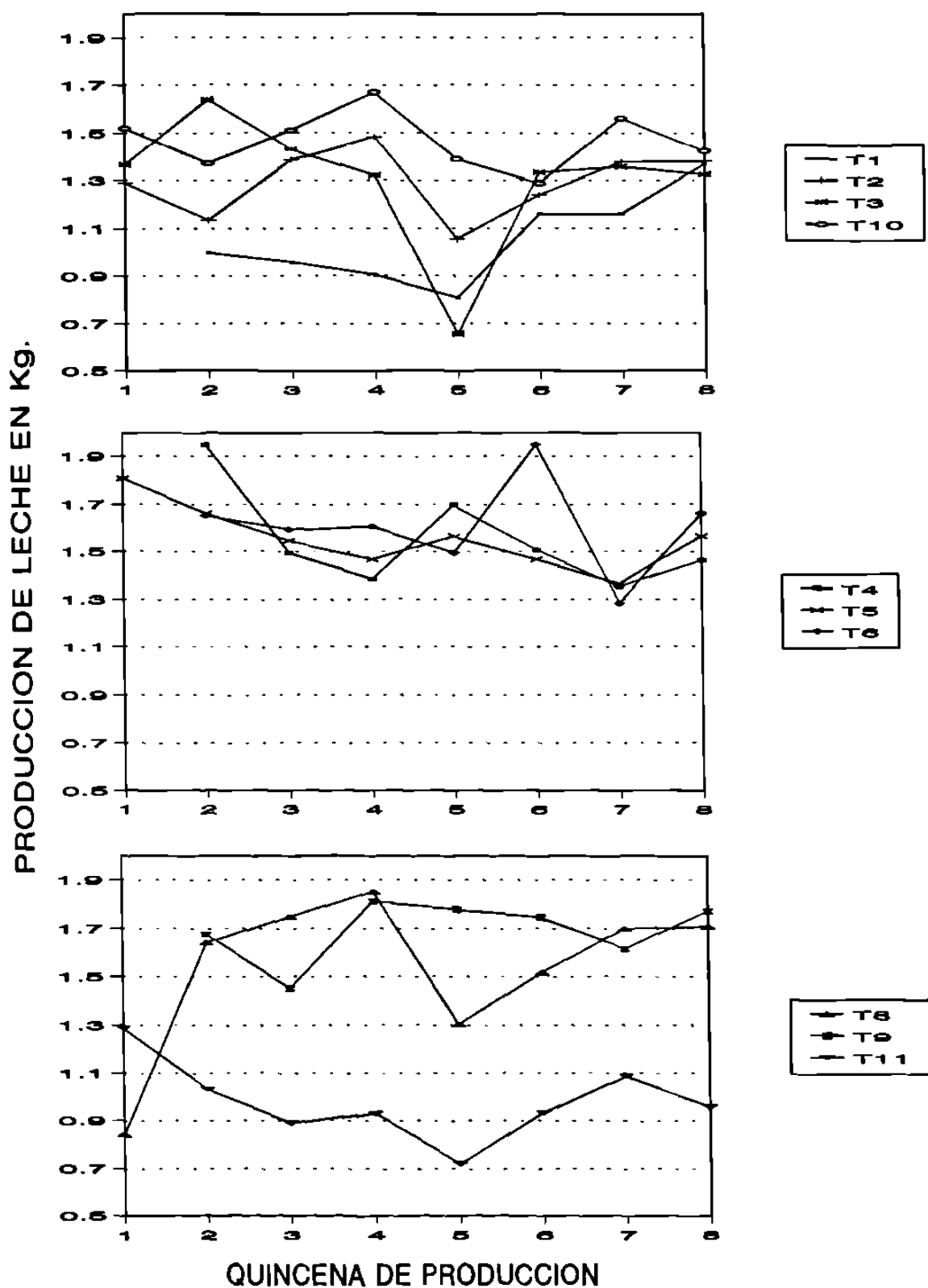
El NEM3 (1.384 Kg/d) produjo significativamente más leche que el NEM2 (1.265 Kg/d). Para el caso del NPS3 (1.380 Kg/d), este presentó mayor respuesta a la producción de leche que el NPS2 (1.270 kg/d).

Comportamiento de la Curva de Lactancia

Primera Etapa

El comportamiento de la curva de lactancia lo podemos observar en la figura 5. En esta primera etapa, el efecto de quincena de lactancia no presentó efecto significativo ($P>.05$) atribuyendo la producción de leche a el NT ajustada

Figura 5. Comportamiento de la curva de lactancia por tratamiento correspondiente a la primera etapa

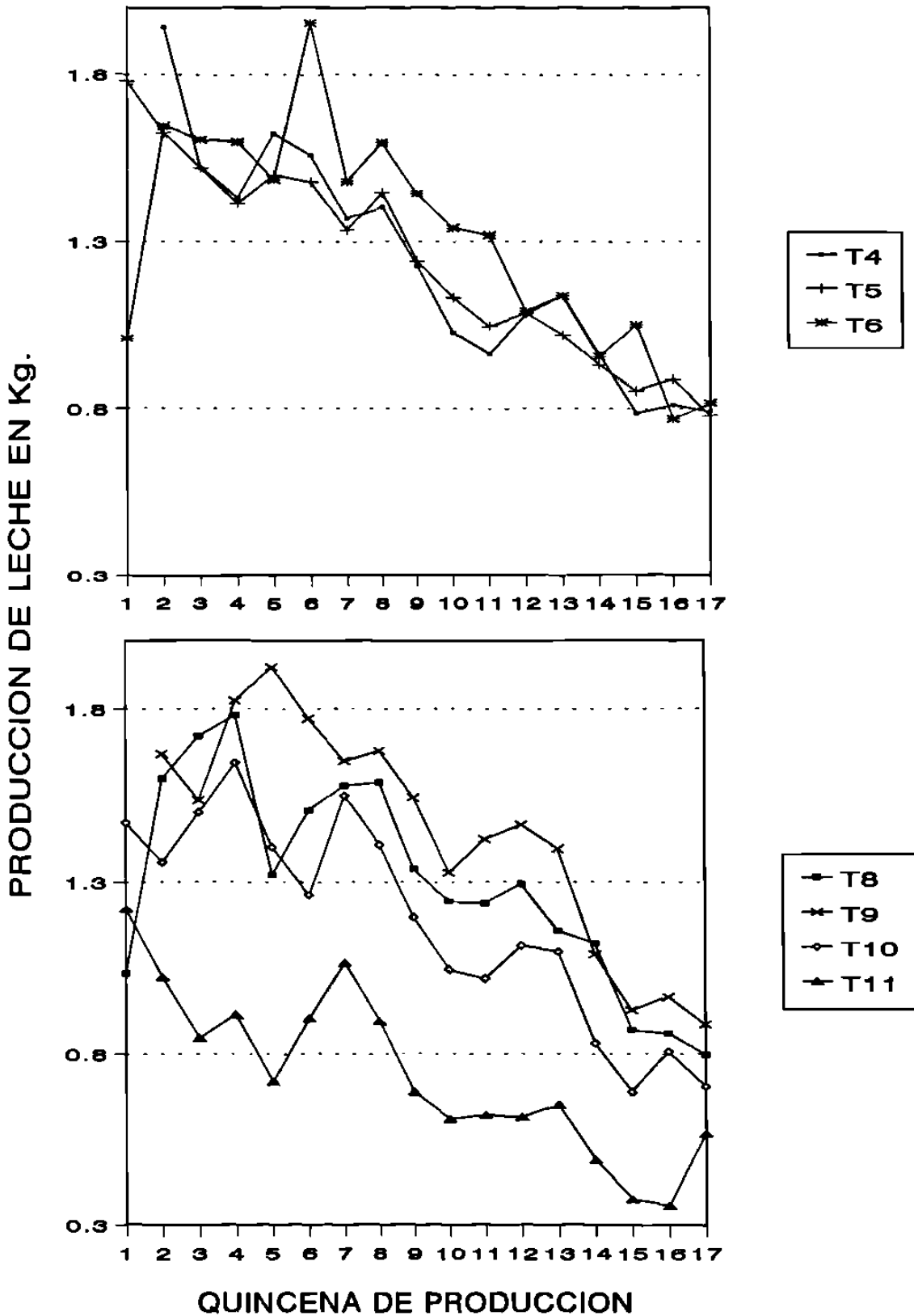


por PPAR ($P < .001$). El pico de producción para los tratamientos 2, 8, 9 y 10, fue alcanzado en la cuarta quincena de lactancia; para los tratamientos 5 y 11 se presentó en la primer quincena, para los tratamientos 3 y 4 fue en la segunda quincena, para el T6 en la sexta quincena y para el T1 en la octava quincena. El pico de producción de leche para todo el hato sin considerar el NT fue alcanzado en la segunda quincena de lactancia. En la octava quincena de lactancia todos los tratamientos de acuerdo a su NEM produjeron cantidades de leche muy similares, sin embargo en el NEM2 (T4, 5 y 6) es donde se presentó menos variación de producción de leche entre las quincenas de lactancia.

Segunda Etapa

En este caso se analizó el comportamiento de la curva de lactancia durante todo el desarrollo del estudio en los tratamientos 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11, donde en los tratamientos que consumieron el NEM2 (4, 5 y 6) el descenso en la producción de leche entre quincenas de lactancia no fue tan marcado, llegando a producir similar cantidad de leche en la décimo-séptima quincena de lactancia (figura 6). Para este caso el efecto de NT y QUILAC fue significativo ($P < .001$). La PL en la 17^{va} quincena de lactancia fue muy similar para los tratamientos que consumieron el NEM 2 y 3.

Figura 6. Comportamiento de la curva de lactancia por tratamiento correspondiente a la segunda etapa



Condición Corporal

Primera Etapa

En este análisis se utilizó como variable dependiente el peso vivo (PV) de las cabras y como variables independientes el NT (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11), la fecha de pesada (M=1, 2, 3 y 4), la interacción NT*M y la raza de la cabra (RZ=1, 2, 3, 4 y 5), así como también se esta incluyendo la covariable PPAR para ajustar el peso de las cabras.

Modelo utilizado:

$$PV=NT+M+(NT*M)+RZ+PPAR.$$

El ANVA (tabla XVII) nos muestra que existe diferencia significativa ($P<.001$) debido al NT, M y RZ, resultando no significativa ($P>.05$) la interacción entre el NT y M. El efecto de la covariable PPAR fue significativo ($P<.001$).

Estos factores nos explican el 90.0 % de la variabilidad total del comportamiento del peso de las cabras, con un $CV=4.69$ %.

TABLA XVII

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO
 $PV=NT+M+(NT*M)+RZ+PPAR$

FV	GL	FC	PROBABILIDAD
NT	9	7.310	.0000
M	3	19.507	.0000
RZ	4	11.173	.0000
NT X M COVARIABLE	27	.308	.9997
PPAR	1	874.774	.0000

CV=4.69

 $r^2=..900$

r=.949

La figura 7 muestra la pérdida o ganancia de peso (Kg) por tratamiento en relación al promedio del peso al parto de cada tratamiento, donde podemos observar que los tratameintos con el NEM 2 y 3 (NT 4, 5, 6, 8 y 9) son los que presentaron una menor pérdida de peso. En la primera pesada se presentó una pérdida de peso en la mayor parte de los tratamientos en mayor o menor grado y algunos otros tendieron a mantenerse constantes, este efecto pudo ser debido a que movilizaron reservas corporales para la producción de leche, el mismo efecto se observo en la tercera pesada y un aumento en la segunda y cuarta pesada, pero esto pudo ser debido a la calidad de la dieta de campo.

Durante la primera etapa de lactancia es importante tratar de mantener el peso de los animales para sostener así mismo la producción de leche. Claramente se observa en la

Figura 7. Pérdida y/o ganancia de peso (Kg) por tratamiento en relación al peso al parto correspondiente a la primera etapa

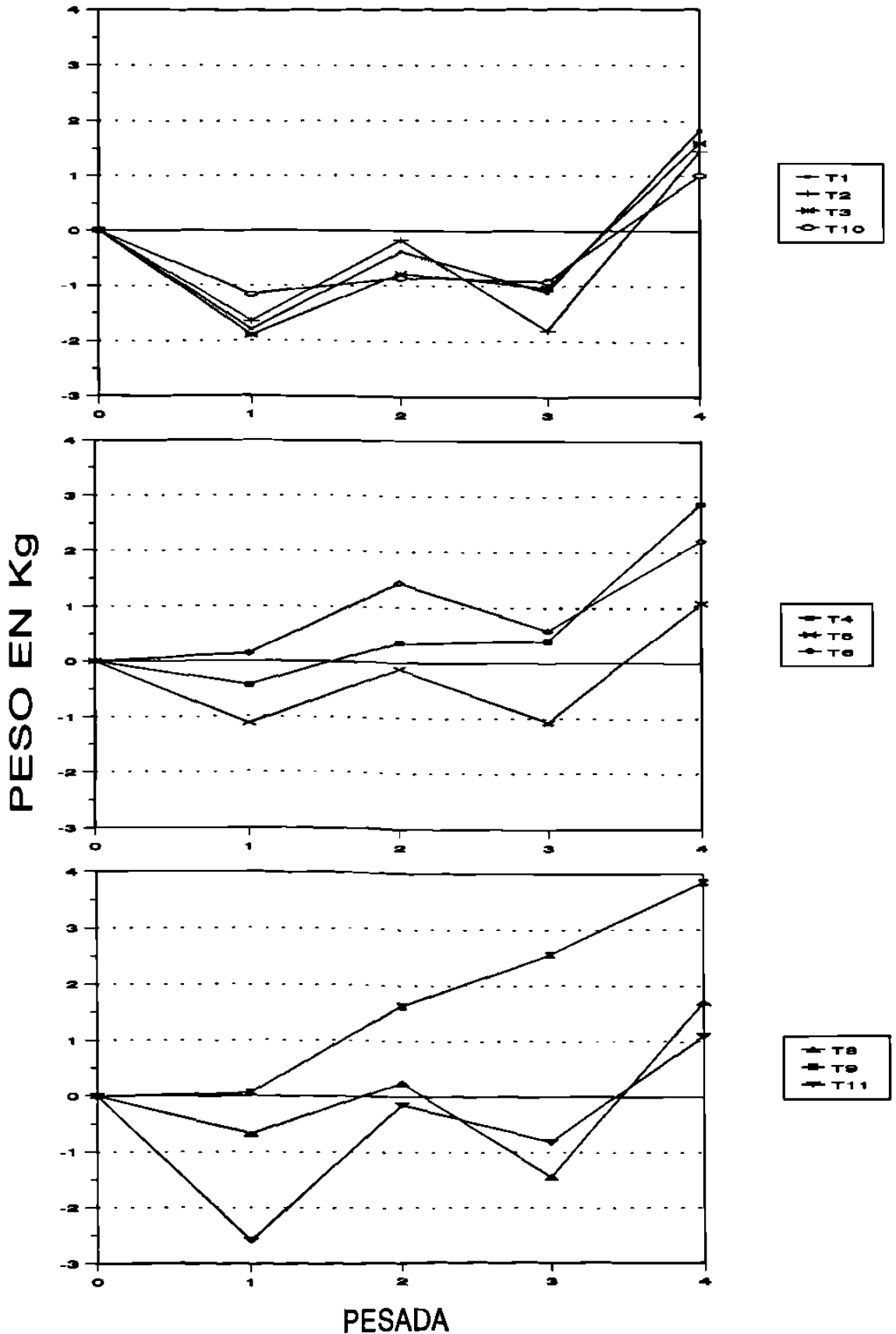


figura 7 que animales suplementados con el NEM1 tuvo más problemas para mantener su peso corporal.

Desde el punto de vista NEM y NPS con el modelo $PV=NEM+NPS+(NEM*NPS)+RZ+PPAR$, donde NEM=1 y 2 y NPS=1, 2 y 3 los resultados obtenidos en el ANVA nos muestra que existe efecto significativo ($P<.001$) debido al NEM y la covariable PPAR, ($P<.05$) para el NPS y la interacción NEMxNPS, resultando no significativo el efecto de la RZ.

En la figura 8 se presenta la interacción NEMxNPS en la cual podemos observar que aniveles bajos de energía (NEM1) existe un incremento lineal en el peso corporal al aumentar el NPS, sin embargo en niveles elevados de energía (NEM2), este efecto ya no se presenta, pudiendo ser debido a que a mayor energía, las bacterias ruminales disponen de más energía para la síntesis de proteína microbiana, con lo cual el animal llena sus requerimientos de proteína. Al aumentar la energía al NEM3, comparado contra el NEM2, ya no se presenta un efecto significativo ($P>.05$) en el peso corporal, existiendo unicamente diferencia en cuanto al NPS ($P<.001$) comparando unicamente los NPS2 y 3 (figura 9).

Figura 8. Comportamiento de la interacción de dos niveles de energía metabolizable con tres niveles de proteína sobrepasante sobre el peso vivo de las cabras

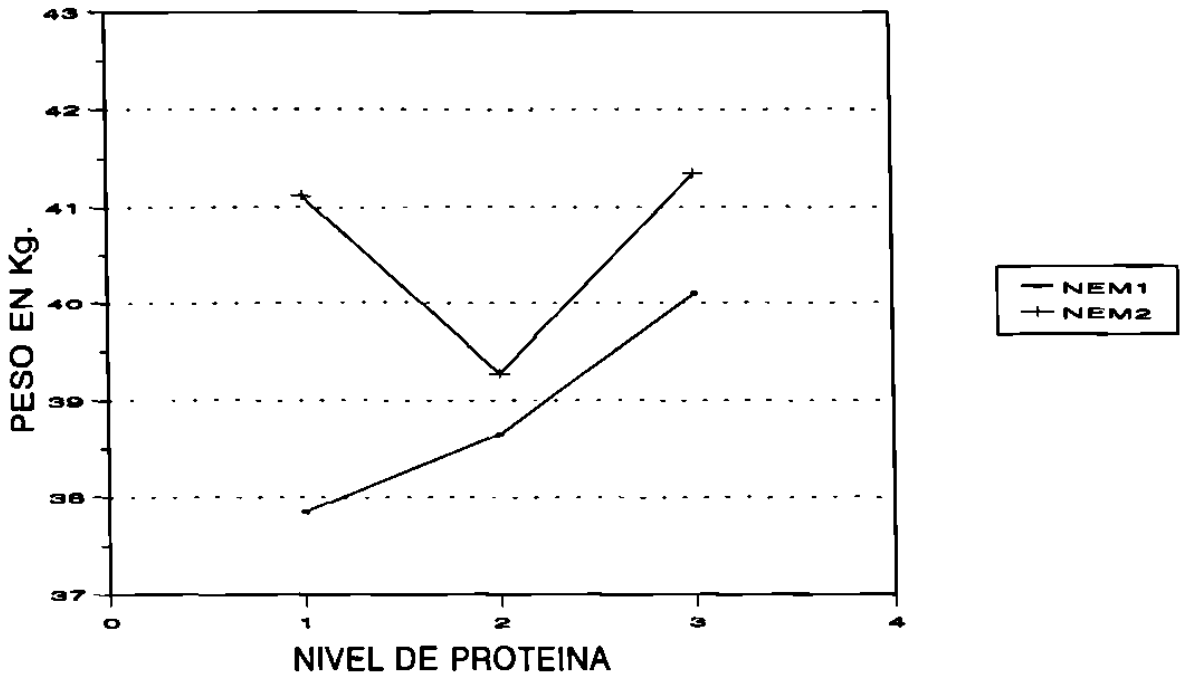
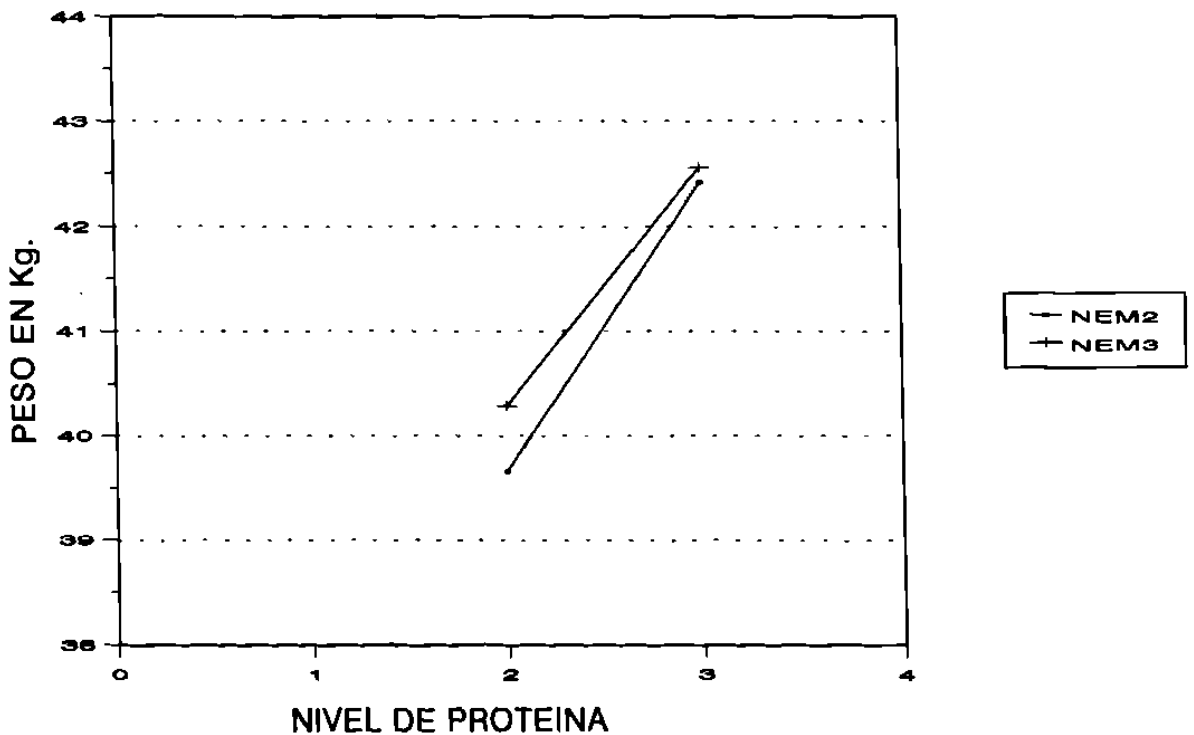


Figura 9. Comportamiento de la interacción de dos niveles de energía metabolizable con dos niveles de proteína sobrepasante sobre el peso vivo de las cabras



Segunda Etapa

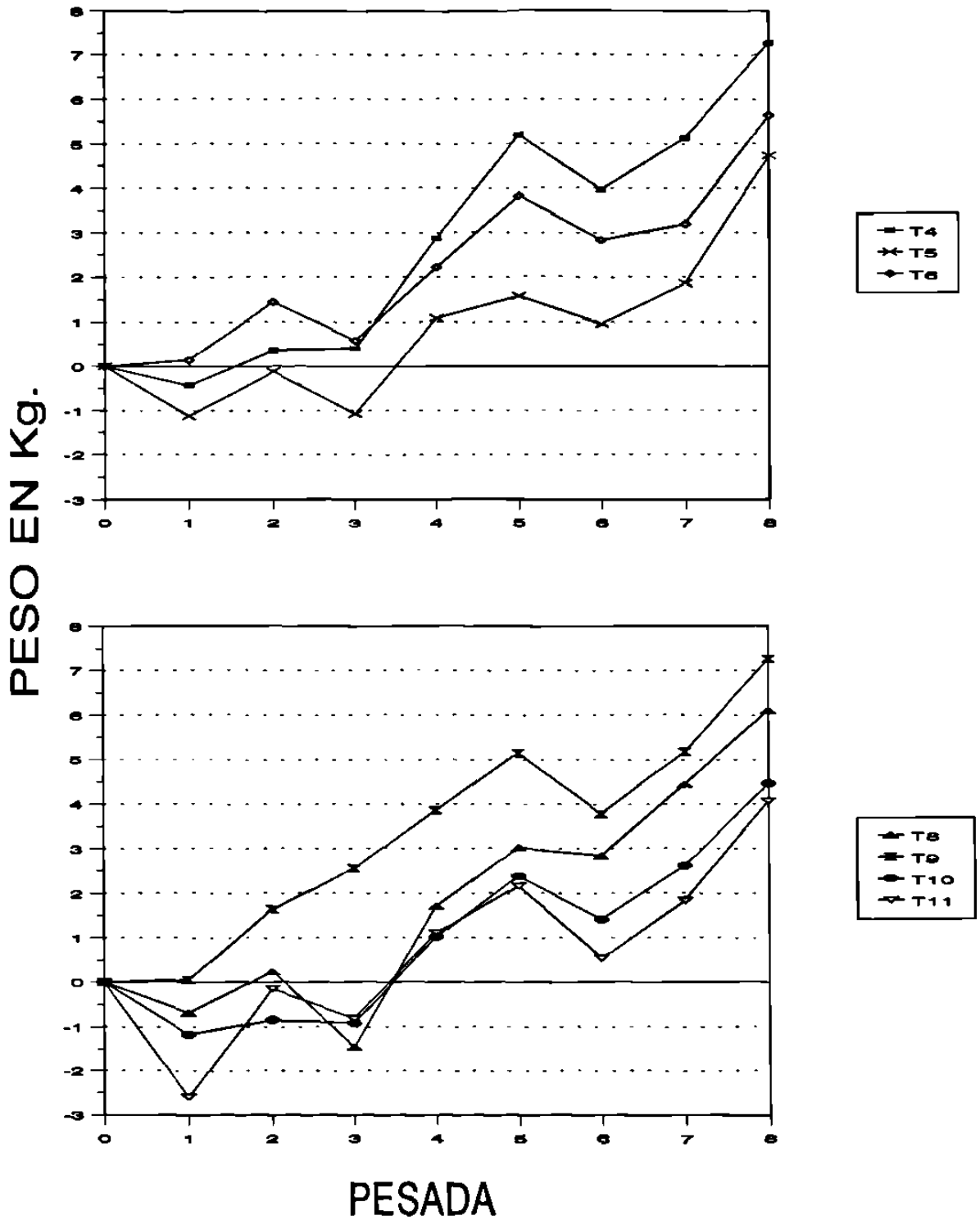
Para este análisis se utilizó el mismo modelo de la primera etapa ($PV=NT+M+(NT*M)+RZ+PPAR$), pero únicamente se está analizando el efecto sobre el peso para los tratamientos 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 durante todo el desarrollo del estudio.

El análisis de varianza se comporta de manera similar al modelo de la primera etapa explicándonos el 89.6 % de la variabilidad total para el peso corporal ($r^2=.896$) con un $CV=4.67$ %. Estos datos son similares a los de la primera etapa.

La figura 10 muestra que a partir de la tercera pesada existió un incremento lineal en el peso de las cabras, pudiéndose a preciar alzas y bajas de peso entre las fechas de pesada debido al efecto de calidad de la dieta consumida en pastoreo.

Al hacer un análisis de varianza con los NEM 2 y 3, y NPS 2 y 3 (NT 5, 6, 8 y 9), se presenta un efecto significativo debido al NEM ($P<.05$) y NPS ($P<.001$), obteniendo mayor respuesta con los niveles más elevados en ambos factores, resultando no significativa ($P>.05$) la interacción entre estos factores. Contrario a lo que sucedió en la primera etapa respecto al NEM, al considerar este

Figura 10. Pérdida y/o ganancia de peso (Kg) por tratamiento en relación al peso al parto correspondiente a la segunda etapa



factor durante todo el estudio, este sí presentó una diferencia significativa al comparar el NEM2 y 3, esto pudo ser debido a que la producción de leche disminuyó, aunado a una alta concentración de ADF en la dieta consumida en pastoreo (ver tabla III apartir del noveno muestreo), con lo cual las bacterias del rumen disponen de una mayor cantidad de enegía para hacer sus procesos biológicos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a que la calidad de la dieta consumida en pastoreo varía a través del año, es necesario implementar un régimen de suplementación para satisfacer los requerimientos nutricionales demandados por las cabras.

Para que la cabra exprese su máximo potencial de producción láctea, recomiendo el uso de suplementos, dado que la dieta consumida en pastoreo no satisface los requerimientos nutricionales para producción de leche. Este hecho se puede observar en las tablas VIII y XIII, donde al hacer la comparación de medias el tratamiento testigo (NT 11) fue el que produjo menor cantidad de leche.

Es posible que la energía sea el factor más limitante para la producción de leche cuando la cantidad de proteína de origen bacteriano más la PS aportada por el agostadero satisfacen los requerimientos de proteína de las cabras; esto se puede observar en la tabla VIII, donde el tratamiento número 10 es de los que más leche produjo, sin embargo, es probable que en algunos meses del año la PDR y la PS aportada por el agostadero no satisfacen las necesidades de proteína

demandadas por el animal, lo cual trae como consecuencia que la producción de leche no se sostenga; esta conclusión se puede observar en la tabla XIII, donde el tratamiento mencionado anteriormente (NT10) no mantiene la misma posición al hacer la comparación de medias, pero se requieren más investigaciones que respalden esta hipótesis.

Al satisfacer las necesidades de PDR demandada por las cabras, es necesario encontrar un equilibrio entre la energía metabolizable y la proteína sobrepasante, por lo cual recomiendo el uso del tratamiento número 6 (NEM2=1.4 Mcal y NPS3=54 gr PS/d), dado que este tratamiento no presentó diferencia significativa en ninguna de las etapas con el nivel más elevado de energía (NEM3=1.9 Mcal/d) (ver tabla VIII y XIII), considerando que el consumo de suplemento es de 500 gr, comparado contra los tratamientos que consumieron el NEM3 (675 gr) (ver tabla I).

Al analizar la investigación desde el punto de vista energía metabolizable y de proteína sobrepasante, se puede concluir que con bajos niveles de energía metabolizable (.9 Mcal/d) se puede esperar un aumento lineal en la producción de leche al incrementar la cantidad de proteína sobrepasante, sin embargo, en niveles más elevados de energía metabolizable la proteína sobrepasante no es tan prioritaria, esto posiblemente es debido a que las bacterias ruminales disponen

de mayor cantidad de energía para la síntesis de proteína bacteriana, que viene a satisfacer las necesidades de proteína demandadas por las cabras (ver figura 3).

Recomiendo no suplementar con más de 1.4 Mcal/d (NEM2), dado que no se presentó diferencia significativa con el NEM3 (1.9 Mcal) durante las primeras ocho quincenas de lactancia, sin embargo, este último tiene una tendencia de producir mayor cantidad de leche, pero el consumo de suplemento es mayor (ver tabla X y I).

En cuanto a la curva de lactancia, durante las primeras ocho quincenas no se presentó un efecto significativo sobre la producción de leche debido a la quincena de lactancia, con lo cual se puede concluir que las cabras tienden a tener una curva de lactancia relativamente plana y la variación en cuanto a producción de leche dependen del suplemento, aunque se puede apreciar que en el NEM2 (NT 4, 5 y 6) es donde se presentó menor variación (ver figura 5); posterior a este tiempo de lactancia, el efecto de quincena de lactancia fue significativo y se puede apreciar una bajada lineal en la curva de lactancia, volviéndose a presentar una menor variación en el NEM2 y el desenso no fue tan marcado (ver figura 6). El pico de producción de leche para el hato se presentó en la segunda quincena de lactancia.

En cuanto a la condición corporal de las cabras, durante los primeros cuatro meses de lactancia se puede concluir que cabras suplementadas con un bajo nivel de energía (NEM1) presentaron mayor dificultad para mantener su peso; las cabras que consumieron el NEM2 y NEM3 presentaron menor pérdida de peso (ver figura 7); posterior a esta pesada los animales tendieron a tener un incremento en peso con una decesión en una pesada, debido a la calidad de la dieta consumida en pastoreo (ver figura 10). Es importante tratar de mantener el peso de las cabras sobre todo en la primera etapa de lactancia, ya que la producción de leche depende en cierta medida del peso corporal y además la mayor ganancia de peso influirá positivamente sobre la siguiente lactancia.

CAPITULO VI

RESUMEN

Sesenta y ocho cabras encastadas con razas saanen, nubia, alpina, toggenburg y granadina entre 1 y 5 partos (parto sencillo, doble y triple) y mantenidas en un sistema de producción semiestabulado en una zona semiárida, fueron distribuidas completamente al azar en 10 tratamientos (NT 1=.9 y 14; 2=.9 y 34; 3=.9 y 54; 4=1.4 y 14; 5=1.4 y 34; 6=1.4 y 54; 8=1.9 y 34; 9=1.9 y 54; 10=.9 y 12; 11=0 y 0 MCal EM y PS/consumida/d respectivamente), para evaluar la respuesta de producción de leche (pesada a intervalos de 15 a 21 días) y condición corporal (pesadas mensualmente) al uso de suplementos, diferenciándose estos en la concentración de energía metabolizable (NEM 1, 2 y 3= .9, 1.4 y 1.9 MCal EM respectivamente) y/o proteína sobrepasante (NPS 1, 2 y 3= 14, 34 y 54 gr PS respectivamente). A todos los suplentos se les incluyó 63 gr de PDR, excepto a los tratamientos 10 (12.6 gr) y 11 (testigo). Además, se determinó la calidad de la dieta campo mediante el uso de dos cabras con fístula esofágica, recolectando semanalmente muestras de lo consumido en pastoreo, a las cuales se les determinó el porcentaje de fibra detergente ácida (ADF), digestibilidad de la materia orgánica (DMO), digestibilidad de la materia seca (DMS),

proteína degradable en el rumen (PDR), proteína sobrepasante (PS) y proteína indigestible (PI) de la materia seca.

Los datos fueron analizados usando el programa computacional Harvey (1990), en donde para el caso de la dieta de campo, se realizó un análisis de correlación entre las variables determinadas en las muestras esofágicas, siendo además incluida el promedio de producción de leche (sin considerar el NT).

Para explicar la variabilidad de la producción de leche (PL), se utilizaron como variables independientes el número de tratamiento (NT) o NEM y NPS, número de cabritos (NC), raza de la cabra (RZ), número de parto (NPAR) y las covariables DMO, precipitación pluvial (PP), peso al parto (PPAR), PS y semana de lactancia (SLAC).

El comportamiento de la condición corporal fue analizado utilizando el peso vivo de la cabra (PV) como variable dependiente y como variables independientes el NT y fecha de pesada (M), así como la interacción entre estos dos factores; además se incluye en el modelo la RZ y la covariable PPAR.

Al analizar la calidad de la dieta de las cabras en pastoreo, la concentración de ADF presentó una correlación negativa con la DMO y PDR ($P < .01$) debido a que aumenta el

contenido de pared celular y una correlación positiva ($P < .01$) con la PI debido al efecto de encapsulamiento por el proceso de lignificación. La DMO presenta una correlación positiva y negativa ($P < .01$) con la PDR y PI respectivamente. El contenido de PC se comportó de manera independiente a la ADF y DMO, sin embargo, tiene una correlación positiva ($P < .01$) con la PS debido a que a mayor PC, existe una mayor posibilidad de que escape más proteína del rumen. La PI tuvo una correlación negativa ($P < .01$) con la PDR debido al efecto de maduración de la planta.

El promedio de producción de leche se comportó de manera independiente a las variables determinadas en la dieta de campo hasta el sexto muestreo, posiblemente debido a que las cabras utilizaban reservas corporales para mantener la producción de leche, posterior a este muestro, cambios muy marcados en la DMO y ADF afectaron positiva y negativamente ($P < .05$) la producción de leche respectivamente, existiendo además efecto negativo ($P < .05$) al aumentar el contenido de PI.

La producción de leche fue analizada en dos etapas debido a que las cabras de algunos tratamientos empezaron a rechazar el concentrado por enranciamiento del suplemento. La primera etapa comprende desde el inicio del experimento (Abril de 1993) hasta el 20 de Julio del mismo año, en la

cual están incluidos todos los tratamientos, donde todas las cabras consumieron aceptablemente el suplemento. La segunda etapa comprende desde el inicio de la investigación hasta el término de la misma (2 de Diciembre de 1993), donde se excluyeron los tratamientos 1, 2 y 3, por lo tanto, primero se analizó el modelo utilizando como variable independiente el efecto de tratamiento y otros factores, y además de esta misma base de datos, se analizó el efecto del NEM y NPS, así como la interacción incluyendo los demás factores para cada una de las etapas.

Los resultados obtenidos para producción de leche en la primera etapa muestra que el efecto del NT es significativo ($P < .001$); al analizar el efecto del NEM (1 y 2) y NPS (1, 2 y 3) se presentó un efecto significativo ($P < .05$) debido a la interacción entre estos factores, donde se puede apreciar que en el NEM1 se presentó una respuesta positiva en la producción de leche al suministro de PS, no presentandose este efecto para el caso del NEM2, lo cual indica que a este nivel de energía metabolizable, no es tan prioritaria la suplementación con PS. En otro análisis utilizando el NEM 1, 2 y 3 y NPS 2 y 3, se presentó que la interacción entre estos factores no es significativa ($P > .05$), pero si existió efecto debido al NEM ($P < .001$) y NPS ($P < .05$).

En la segunda etapa, el NT presentó efecto significativo ($P < .001$). Al analizar el efecto del NEM (2 y 3) y NPS (2 y 3), la interacción entre estos factores no fue significativa ($P > .05$), presentandose una mayor respuesta en la producción de leche en los niveles más elevados de EM y PS ($P < .01$).

Respecto a la condición corporal en la primera etapa, el NT afecto ($P < .001$) el PV. Analizando el efecto del NEM (1 y 2) y NPS (1, 2 y 3), la interacción entre estos factores es significativa ($P < .05$), presentandose que únicamente en el nivel bajo de energía (NEM1), es donde se puede esperar un incremento en peso al aumentar el NPS. En otro análisis usando el NEM 2 y 3 y el NPS 2 y 3, la interacción entre estos factores no es significativa ($P > .05$), presentandose que no existe diferencia en cuanto al NEM ($P > .05$), únicamente existe diferencia ($P < .001$) respecto al nivel de PS, obteniendo mayor respuesta en el NPS3.

Para el caso de la segunda etapa, el NT presentó efecto significativo ($P < .001$). Al hacer un análisis entre el NEM (2 y 3) y NPS (2 y 3), la interacción de estos factores no es significativa ($P > .05$), resultando una diferencia ($P < .05$) para el NEM y ($P < .001$) para el NPS, obteniendo mayor respuesta para los niveles más elevados en ambos factores.

Haciendo una interpretación de todos estos resultados se concluye y recomienda establecer un régimen de suplementación durante todo el año, para satisfacer las necesidades nutricionales para producción de leche y condición corporal, sin embargo, se debe encontrar un equilibrio entre el NEM y NPS que satisfagan los requerimientos para producción, por lo cual recomiendo el uso del NEM2 y NPS3 (NT6), dado que a estos niveles la producción de leche y la condición corporal se comportan de una buena manera, considerando que para suplementar estos niveles la cantidad de suplemento es menor que en el nivel más elevado de EM (NEM3) con la misma concentración de PS.

CAPITULO VII

LITERATURA CITADA

1. Andrighetto, I. (1989). Use of complete diets with different protein levels in dairy goat feeding. J. Dairy Sci. 63:1605-1612.
2. A.O.A.C. (1985). Official methods of analysis. 14th Ed. Association of analytical chemists. Washington, D. C.
3. Arbiza A, S. I. (1986). Producción de caprinos. Primera edición. AGT Editores S.A., México D.F. Pag. 57-59, 106-107, 318-322, 334-335, 341-343, 368-371.
4. Badamana, M. S. (1992). Hay intake, milk production and rumen fermentation in british saanen goats given concentratos varying widely in protein concentration. Animal Production. 54:3, 395-403.
5. Badamana, M. S. (1990). The effect of amount of protein in the concentrates on hay intake and rate of passage, diet digestibility and milk production in british saanen bath, goats. Animal Production. 51:2, 333-342.
6. Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker y R. D. Appleman (1991). Ganado lechero: Principios, prácticas, problemas y beneficios. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México D.F. Pag. 153, 165.
7. Blasi D., J. Ward, T. Klopfenstein y A. Britton (1990). Escape protein supplementation for lactating beef cows. Beef cattle report. University of Nebraska, Lincoln. MP. 55:38:40.
8. Cantú B, J.E.(1988). Zootecnia de ganado caprino. Revisión de literatura. Maestro e investigador del departamento de producción animal. U.A.A.A.N., Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.

9. Devendra C. (1980). Milk production in goats compared to buffalo and cattle in humid tropics. *J. Dairy Sci.* 63:1755-1767.
10. Díaz Y., E. (1991). Proteína sobrepasante en dietas de caprinos consumidas en agostadero. Tesis de Maestría. F.A. U.A.N.L., Marín N.L., México.
11. Gall, C. (1980). Relationship between body conformation and production in dairy goats. *J. of Dairy Science.* 63:1768.
12. Gall, C. y L. A. Mena (1981). Producción caprina y ovina. Primera parte caprina. Séptima Edición. I.T.E.S.M., Pag. 24-29.
13. Goedeken, F., T. Klopfenstein, M. Sindt, R. Stock y B. Britton (1989). Feather meal and blood meal. Nebraska beef cattle report. Univ. of Nebraska Lincoln, 54:24.
14. Goering, H. K. y Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA/ARS. Handbook No. 379.
15. Gutiérrez A, J. L. (1991). Nutrición de rumiantes en pastoreo. Colección de textos universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Pag. 41-50.
16. Gutiérrez O., E. (1989). Diet composition and performance of escape protein supplemented growing cattle grazing corn residues. Ph.D. Dissertation. Lincoln, Nebraska, EUA.
17. Holechek, J. L., P.D. Pieper y C. H. Herberl (1989). Range management, principles and practices. Pretice-hall run. Co., Englewood Cliffs. N. J., EUA.
18. Jennes, R. (1980). Composition and characteristics of goats milk. *J. of Dairy Sci.*, 63:1605.
19. Mellado M., Foote R. H. y Borrego E. (1991). Lactational performance, prolificacy and relationship to party and body weight in crossbred native goats in northern Mexico. *Small Ruminant Research.* 6:167-174.

20. Morand F., D. (1980). Composition and yield of goat Milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.* 63:1671.
21. N.R.C. (1981). Nutrient requirements of goats: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries No. 15. National Academy Press. Washington, D. C., EUA.
22. Orskov, E. R. (1982). Protein nutrition in ruminants. Academic Press. New York, EUA.
23. Peña, J. M. (1986). Determinación de la curva de lactancia en cabras semiestabuladas. Tesis de licenciatura. F.A. U.A.N.L. Marín N.L., México.
24. Quittet, E. (1982). La Cabra, guía práctica para el ganadero. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda Edición. Pag. 201-211.
25. Rabasco, A. (1993). Genetic and non-genetic source of variation in yield and composition of milk in verata goats. *Small Ruminant Research*, 11:151-161.
26. Ramírez L., R. (1989). Estudios nutricionales de las cabras en el noreste de México. Primera y Segunda Parte, Cuaderno de Investigación 6 y 13. Dirección General de Estudios de Postgrado. U.A.N.L. México. Pag. 1, 33-45.
26. Robertson, J. B., P. S. Van Soest y F. Torres (1972). Substitution of for crucibles in the in vitro rumen true digestibility determination. *J. Dairy Sci.* 55:1305.
27. Serrano G., J. R. (1991). Efecto de dos niveles de suplementación energética en cabras lecheras bajo condiciones de pastoreo de ballico. Memorias del VIII Congreso Nacional AZTECA. Monterrey N.L., México. Pag. 75-77.
28. Shalu, T., H. Carneiro, H. M. Shaer y J.M. Fernández (1991). Performance of lactating angora does fed increasing levels of dietary protein. *J. Animal Sci.*, 69:556 Supplement.
29. Stern, M. D. y L. D. Setter (1984). Evaluation of nitrogen solubility and the dacron bag technique as methods for estimating protein degradation on the ruemn. *J. Anim. Sci.* 54:714.

30. Tilley, J. M. A. y Terrey, R.A. (1963). A Two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
31. Trejo, G. A. (1984). Sistemas de selección en cabras lecheras. Ganadero. 9:1:51.
32. Torres R, L. F. (1994). Efecto de la suplementación energética y calidad proteínica sobre la productividad postparto de cabras y borregas en agostadero. Tesis de Maestría. F.A. U.A.N.L. Marín N. L. México.
33. Van Dyne, G.M. y D.T. Torrel (1968). Development and use of the esophageal fistula: A review. J. Range Manage, 17:7.

APENDICE

APENDICE I

NUMERO DE MUESTREO CON SU CORRESPONDIENTE
FECHA DE MUESTREO

NUMERO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO
1	13/ABR/93
2	27/ABR/93
3	11/MAY/93
4	1/JUN/93
5	29/JUN/93
6	20/JUL/93
7	4/AGO/93
8	18/AGO/93
9	1/SEP/93
10	15/SEP/93
11	29/SEP/93
12	20/OCT/93
13	11/NOV/93
14	25/NOV/93
15	2/DIC/93

APENDICE II

NUMERO DE PESADA CON SU CORRESPONDIENTE
FECHA DE PESADA

NUMERO DE PESADA	FECHA DE PESADA
1	20/MAY/93
2	13/JUN/93
3	5/JUL/93
4	5/AGO/93
5	4/SEP/93
6	5/OCT/93
7	5/NOV/93
8	1/DIC/93

