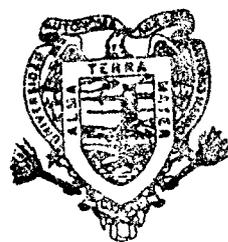


COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS  
EN CRECIMIENTO SUPLEMENTADAS CON  
VITAMINAS HIDROSOLUBLES

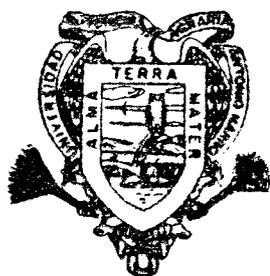
JOSE MARTINEZ GONZALEZ

**T E S I S**

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



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



**Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN CRECIMIENTO  
SUPLEMENTADAS CON VITAMINAS HIDROSOLUBLES

TESIS

POR

JOSÉ MARTÍNEZ GONZÁLEZ

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada  
como requisito parcial para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN NUTRICIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:

M.C. José Eduardo García Martínez

Asesor:

M.C. Ramón García Castillo

Asesor:

M.C. Regino Mojones Reza

Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2001.

## COMPENDIO

Comportamiento Productivo de Cabras en Crecimiento Suplementadas con  
Vitaminas Hidrosolubles.

POR

JOSÉ MARTÍNEZ GONZÁLEZ

MAESTRÍA

NUTRICIÓN ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 2001.

MC. J. Eduardo García Martínez – Asesor –

Palabras clave: vitaminas hidrosolubles, cabras, comportamiento.

El período experimental fue de 56 días, fueron medidos: el consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, digestibilidad

*in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica en 12 cabras alimentadas a libre acceso, el objetivo fue evaluar el comportamiento productivo, de cabras en crecimiento, suplementadas con una mezcla de vitaminas del complejo B, así como determinar el efecto de las vitaminas hidrosolubles en el consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, además de evaluar el efecto de las vitaminas del complejo B en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica. La adición de vitaminas del complejo B a la dieta, no tuvo influencia sobre el consumo de materia seca ( $P>0.05$ ), sin embargo, en la ganancia diaria de peso si se observó efecto ( $P<0.05$ ), siendo mayor con la dieta que incluía vitaminas, representando una ganancia del 48.12 por ciento más con respecto a la dieta control. La conversión alimenticia fue mejor con la suplementación de vitaminas del complejo B en la dieta, representando un 27.12 por ciento más de eficiencia en comparación con el tratamiento control. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca al suplementar la dieta con la mezcla de vitaminas del complejo B, mejoró significativamente ( $P<0.01$ ) presentando un incremento de 5.10 por ciento, con respecto al testigo. En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica no se detectaron diferencias ( $P>0.05$ ). Se concluye que la adición de vitaminas del complejo B a la dieta de cabras en crecimiento es conveniente ya que mejora el comportamiento productivo de estos animales.

## ABSTRACT

Productive Performance of Growing Goats Supplemented with B Vitamins.

BY

JOSÉ MARTÍNEZ GONZÁLEZ

MASTER IN SCIENCE

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUN. 2001

MC. J. Eduardo García Martínez - Advisor -

Key Words : Hydrosolubles vitamins, goats, performance.

The experimental period was 56 days, the dry matter intake, daily gain of weight, feed efficiency, digestibility *in vitro* of the dry matter and organic matter

were measured in 12 goats feeded *ad libitum*, The objective was to evaluate the productive performance of goats in growth supplemented with a mixture of vitamin B complex, as to determine the effect of the hidrosoluble vitamins in the dry matter intake, daily gain of weight and feed efficiency of the animals, moreover to evaluate the effect of the vitamin B complex on the digestibility *in vitro* of the dry matter and organic matter. The use of the mixture of vitamin B complex has no influence on the dry matter intake ( $P>0.05$ ). However, has an effect in the daily gain ( $P<0.05$ ), this was grader with the diet that included vitamins, representing a gain of the 48.12 percent in comparison with the control diet. The feed efficiency was better with the supplementation of vitamin B complex in the diet, representing a 27.12 percent more of efficiency in comparison with the control treatment. The digestibility *in vitro* of the dry matter of the diet supplemented with the mixture of vitamin B complex in the diet was highly significant ( $P<0.01$ ) showing an increment of 5.10 percent, based on digestibility control treatment. In the digestibility *in vitro* of the organic matter there were no significant differences ( $P>0.05$ ). In conclusion the addition of vitamins B complex in the diet of goats in growth is convenient because improves the productive performance of these animals.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
VITAMINAS.....	3
CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS DE LAS VITAMINAS DEL	
COMPLEJO B.....	4
ÁCIDO NICOTÍNICO (NIACINA).....	4
ÁCIDO PANTOTÉNICO.....	5
PIRIDOXINA (B <sub>6</sub> ).....	5
UTILIZACIÓN DE LA NIACINA PARA EL TRATAMIENTO DE LA	
CETOSIS BOVINA.....	5
LA NIACINA Y SU RELACIÓN CON LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS..	7
SÍNTESIS DE VITAMINAS DEL COMPLEJO B.....	11
NIACINA.....	11
TIAMINA.....	11

UTILIZACIÓN DE VITAMINAS DEL COMPLEJO B EN BOVINOS LECHEROS.....	14
CONCENTRACIÓN DE VITAMINAS DEL COMPLEJO B EN LA LECHE DE CABRA.....	21
DEFICIENCIAS DE ALGUNAS DE LAS VITAMINAS DEL COMPLEJO B.....	22
TIAMINA.....	22
RIBOFLAVINA.....	22
ÁCIDO PANTOTÉNICO.....	23
UTILIZACIÓN DE LAS VITAMINAS DEL COMPLEJO B EN CABRAS.....	23
UTILIZACIÓN DE LAS VITAMINAS DEL COPMPLEJO B EN BOVINOS DE CARNE.....	26
UTILIZACIÓN DE LAS VITAMINAS DEL COMPLEJO B EN OVINOS .....	31
ABSORCIÓN DE LAS VITAMINAS HIDROSOLUBLES.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. ....	35
ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LOS INGREDIENTES.....	35
ANIMALES UTILIZADOS O UNIDADES EXPERIMENTALES.....	36

VARIABLES ESTUDIADAS.....	37
DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA Y DE LA MATERIA ORGÁNICA .....	38
DIETAS UTILIZADAS.....	40
DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL UTILIZADO.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES.....	50
RESUMEN.....	51
LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICE.....	58

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. FUNCIONES DE ALGUNAS DE LAS VITAMINAS DEL COMPLEJO B.....	4
2.2. CONCENTRACIÓN DE VITAMINAS DEL COMPLEJO B EN LA LECHE DE CABRA.....	21
2.3. CANTIDAD DE VITAMINAS DEL COMPLEJO B RECOMENDADAS PARA CABRAS.....	26
3.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL Y DE ENERGÍA METABOLIZABLE DE ALGUNOS DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS PARA LA FORMULACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.....	36
3.2. INGREDIENTES ALIMENTICIOS UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE LAS DIETAS.....	40
4.1. CONSUMO DE MATERIA SECA, GANANCIA DIARIA DE PESO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	44
4.2. IGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA Y DE LA MATERIA ORGÁNICA.....	48

## ÍNDICE FIGURAS

Figura.	Página
4.1. CONSUMO DE MATERIA (KG/D) DE CABRAS EN CRECIMIENTO ALIMENTADAS CON Y SIN VITAMINAS DEL COMPLEJO B.....	44

## INTRODUCCIÓN

La producción caprina en México, es una de las actividades pecuarias de gran importancia, tanto social como económica, ya que la cabra es una especie animal que tolera condiciones adversas de precipitación y temperatura, que no es posible para otras especies animales.

La mayoría de los caprinos en México se producen a nivel extensivo, caracterizándose por sus hábitos de alimentación, a través de los cuales se puede hacer más eficiente el uso de algunos recursos, como son distintas áreas de pastizal, principalmente en zonas áridas y semiáridas; también, la especie animal mencionada tiene mayor capacidad para digerir alimentos de menor calidad que los bovinos (Shimada, 1983).

Independientemente del sistema de producción, extensivo o intensivo, así como de distintas razas de cabras y con distintos objetivos zootécnicos, se tiene una serie de problemas asociados con la nutrición de los animales, por lo que se han buscado estrategias con el fin de hacer más eficiente el uso de

nutrientes por parte de los animales. Tal es el caso de las vitaminas hidrosolubles, que en su mayoría funcionan como factores coenzimáticos en el metabolismo energético (Maynard y Loosli, 1975). Sin embargo otras tienen importantes funciones en el metabolismo de las proteínas, ácidos nucleicos y aminoácidos específicos (Hafez y Dyer, 1972).

## **Objetivo**

Evaluar el efecto de la suplementación de vitaminas hidrosolubles en el consumo de materia seca, incremento de peso diario, conversión alimenticia en dietas para cabras en crecimiento, así como la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la materia orgánica (DIVMO).

La hipótesis planteada para la realización del presente estudio fue:

La inclusión de las vitaminas del complejo B en dietas para cabras, mejora la utilización de los nutrientes por parte de los animales, e incrementa la DIVMS y DIVMO.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Vitaminas

Las vitaminas, son un grupo de compuestos orgánicos que se requieren para mantener los procesos normales del cuerpo, las dietas típicas a base de forraje que utilizan las cabras, pueden contener una cantidad adecuada de vitaminas o de sus precursores para mantener una adecuada salud de los animales (NRC, 1981).

Todas y cada una de las vitaminas del complejo B tienen funciones importantes muy específicas dentro de diversas rutas metabólicas en los organismos vivos. A continuación (Cuadro 2.1), se mencionan varias funciones de algunas de las vitaminas del complejo B.

Cuadro 2.1. Funciones de algunas de las vitaminas del complejo B.

<b>Vitamina</b>	<b>Función.</b>
<b>Cobalamina (B<sub>12</sub>)</b>	Reducción y transferencia de fragmentos de un solo carbono; síntesis de desoxirribosa.
<b>Ácido nicotínico (niacina)</b>	Precursor del NAD, transferencia de electrones en reacciones de óxido-reducción.
<b>Ácido pantoténico</b>	Precursor de la CoA; activación de acetilo y otros derivados de acilo.
<b>Riboflavina (B<sub>2</sub>)</b>	Precursor del FMN, FAD en flavoproteínas que participan en el transporte de electrones.
<b>Tiamina (B<sub>1</sub>)</b>	Alfa descarboxilaciones transcetolasa.
<b>Piridoxina (B<sub>6</sub>)</b>	Transformación de aminoácidos y cetoácidos.

(Brock y Madigan, 1993).

### **Características de Algunas de las Vitaminas del Complejo B**

#### **Ácido Nicotínico (Niacina)**

Esta vitamina es un simple derivado carboxil de la piridina; es de aspecto sólido, cristalino y de color blanco, es un componente esencial de dos coenzimas importantes, el dinucleótido de nicotinamida adenina y el dinucleótido fosfato de nicotinamida adenina, estas son importantes con otras apoenzimas en el metabolismo en cuanto a la transferencia de hidrógenos y una deficiencia de esta vitamina ocasiona la presencia de una estomatitis (inflamación de la boca), glositis (inflamación de la lengua), diarrea y lesiones cutáneas costrosas duras, en humanos ocasiona la aparición de la pelagra (Mertz, 1971).

### **Ácido Pantoténico**

Este normalmente se administra como pantotenato de calcio, es un componente importante de la CoA que desempeña un papel fundamental en el metabolismo de los ácidos grasos, el ciclo de Krebs, la formación de esterol y de acetil colina (Mertz, 1971).

### **Piridoxina (B<sub>6</sub>)**

Esta vitamina, ya sea como aldehído o amina funciona como coenzima para las descarboxilasas, transaminasas y posiblemente para enzimas que intervienen en la síntesis de aminoácidos (Mertz, 1971).

### **Utilización de la Niacina para el Tratamiento de la Cetosis Bovina**

El tratamiento oral con ácido nicotínico en la cetosis bovina, revela cambios en los metabolitos de la sangre y en la producción de leche Fronk y Schultz, (1979) utilizaron vacas con cetosis clínica o subclínica, tratándolas con 12 g de ácido nicotínico, estos animales fueron alimentados a base de un concentrado, ellos observaron en los animales pretratados una disminución en la producción de leche, consumo de alimento, hipoglucemia, hipercetonemia,

mientras que se elevaron los ácidos grasos libres en el plasma. El examen de la leche en cuanto a cetonas fue negativo en todas las vacas en los primeros 5 a 9 días después del tratamiento, pero después de 7 días del tratamiento se incrementó la producción de leche y de glucosa en el plasma sanguíneo, mientras que fue disminuyendo en el plasma la cantidad de  $\beta$ -hidroxibutirato y ácidos grasos libres.

En un estudio Waterman *et al.* (1972) con ácido nicotínico en el tratamiento de cetosis, revela efectos de los metabolitos en la circulación y sus interrelaciones, para ello se llevó acabo la medición de los cambios de los metabolitos en la sangre, se estudiaron seis casos de cetosis subclínica y siete de cetosis clínica en bovinos. El tratamiento respectivo fue a razón de 40 g de ácido nicotínico vía oral a intervalos de 2 h. La cetosis subclínica fue caracterizada por una hipercetosis, ácidos grasos monoesterificados y acetato elevado, sin embargo disminuyeron los triglicéridos, colesterol y fosfolípidos.

En vacas con cetosis clínica (Waterman *et al.*, 1972) observaron hipolactia, hipofagia, hipoglicemia e hipercetonemia. En cuanto a los metabolitos de la sangre y el apetito de los animales fueron a repercutir inmediatamente a la última fase. Se menciona que los niveles de glucosa normales fueron recuperados hasta el séptimo día, mientras que las

concentraciones normales de cuerpos cetónicos se observaron el día 14, para el día 21 todos los metabolitos se encontraron en los rangos normales.

Waterman y Schultz (1973), trataron la cetosis con ácido nicotínico, observando efectos sobre las cadenas largas de los ácidos grasos, composición de los lípidos y sus fracciones en el plasma sanguíneo, la composición de los ácidos grasos de cadena larga, ácidos grasos no esterificados, ésteres de colesterol y fosfolípidos, estos fueron examinados utilizando siete vacas normales, seis con cetosis subclínica y siete con cetosis clínica. Para ello se trataron vacas con 160 g de ácido nicotínico vía oral en cuatro dosis de 40 g cada una de ellas a intervalos de 2 h. La cetosis se caracterizó por el porcentaje elevado de C16:0 en triglicéridos y fosfolípidos, también se incrementó el porcentaje de C18:1, mientras que el porcentaje de C18:0 disminuyó en todas las fracciones de los lípidos. Los efectos del tratamiento con el ácido nicotínico, se manifestaron después de 2 días del tratamiento, lo cual indica la rápida metabolización de los lípidos.

### **La Niacina y su Relación con la Síntesis de Proteínas**

Riddell *et al.* (1981), mencionan que se da una mejor síntesis de proteínas con la utilización de niacina y harina de soya que con niacina y urea,

la respuesta de la niacina y harina de soya, esta estrechamente relacionada con el tipo de forraje de la dieta, así como del concentrado de la misma, en este experimento también se observó un incremento en la producción de leche en las vacas que recibieron niacina y harina de soya, no sucediendo esto cuando se suministró niacina y urea. También existe una serie de estudios realizados por otros autores sobre fermentación *in vitro* en donde se ha observado un incremento de la proteína bacteriana, el cual es atribuible al uso de la niacina.

Se ha encontrado que al suplementar niacina, se incrementa la síntesis de proteína microbiana tanto *in vitro* como *in vivo*, siendo ésta mayor cuando se utiliza urea como fuente de nitrógeno que cuando se usa soya (Brent y Bartley, 1984).

Abdouli y Schaefer (1986) realizaron un experimento para observar los efectos de dos dietas y ciertas concentraciones de niacina sobre el fluido ruminal libre en cuanto a la concentración de niacina y la suplementación de fuentes de niacina, al inocular sobre un crecimiento microbiano *in vitro*, además de estudiar el aspecto de la actividad fermentativa y NAD. Para ello se utilizaron dietas altas en cebada o en avena conteniendo sus respectivas concentraciones de niacina y fueron alimentados dos grupos de vacas lecheras por 15 días, en donde se tomaron muestras los días 1, 5, 10 y 15 de fluido ruminal libre en cuanto a concentraciones de niacina, particularmente en los

días 1, 5 y 10. El nivel de niacina en la dieta no tuvo influencia en el NAD bacterial. El día 15 fue colectado líquido ruminal, 4 h después del primer día de alimentación, el cual fue usado para inóculo *in vitro*, suplementado con 0.1 o 10 microgramos de niacina/ml. Esta suplementación no incrementó el contenido de proteína ni la producción individual de ácidos grasos volátiles, independientemente de la dieta que recibió el animal donador del líquido ruminal, el inóculo aparentemente contenía suficiente niacina para cubrir los requerimientos de los microorganismos.

Con el fin de observar el efecto de la suplementación de niacina y origen del nitrógeno en la fermentación ruminal, se realizó un estudio (Shields,1983) en el cual se encontró que la suplementación de niacina (100 ppm) incrementó la síntesis de proteína microbial, teniendo el tratamiento control 7.70 vs niacina 13.69 mg de proteína en el sustrato adherido y la concentración de niacina fue, del control 9.2 vs niacina 16.3 microgramos. El total de piridina nucleótido se incrementó por la suplementación de niacina, indiferentemente de la fuente de nitrógeno durante las incubaciones por 6 h y por el uso de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  como fuente de nitrógeno en incubaciones de 24 h.

Ridell *et al.* (1980), realizaron una investigación con el objetivo de observar el efecto del ácido nicotínico sobre la fermentación ruminal *in vitro*, para ello, se utilizó urea como fuente de nitrógeno para todos los sustratos,

maíz produjo más gas y proteína microbial, seguido de un heno de zacate más maíz (1:1).

Un sustrato de heno más zacate produjo la mínima cantidad de gas y proteína microbial (la niacina no tuvo efecto sobre la producción, pero se incrementó la síntesis de proteína microbial significativamente). La mayor cantidad de proteína fue sintetizada con el sustrato de maíz, pero el porcentaje de niacina se incrementó debido a que el sustrato fue maíz más heno (1:1) con 2.3 por ciento de urea. Las raciones fueron suplementadas con 0 a 200 ppm de niacina. La niacina no tuvo efecto importante en la concentración de materia seca del rumen, ácido láctico, ni en los procesos molares del ácido acético, butírico y valérico. La utilización de niacina incrementó la concentración de proteína bacterial, amonía y ácido propiónico a nivel rumen.

Riddell *et al.* (1981) observaron que el efecto del ácido nicotínico sobre la fermentación ruminal tiene gran importancia, encontrando que la síntesis de proteína se incrementa con niacina y harina de soya, con niacina y urea. Sin embargo, en otra ocasión la niacina decreció la síntesis con urea. Los resultados antes mencionados se obtuvieron independientemente del tipo de forraje tosco en la ración y concentrado, excepto cuando el sustrato contenía 50 por ciento de forraje de alfalfa.

## Síntesis de Vitaminas del Complejo B

### Niacina

La síntesis en el rumen compensa el bajo consumo de niacina, además, se menciona que la suplementación de niacina no mejora el crecimiento *in vitro* de los microorganismos cuando se inoculó con líquido ruminal de vacas alimentadas con cebada (alta en niacina) o bien avena que se supone es baja en niacina (Brent y Bartley, 1984).

### Tiamina

En el rumen se producen compuestos análogos a la tiamina, esto debido a la tiaminasa I en la presencia de un cosustrato que parece ser el de los desórdenes del sistema nervioso central, pudiendo presentarse poliencefalomalacia. Los compuestos análogos a la tiamina hacen que se inhiban los requerimientos esenciales para que se lleven a cabo una serie de reacciones. En dietas altas en concentrado, la tiaminasa I es producida por los microorganismos del rumen; sin embargo la poliencefalomalacia también puede ser causada por la tiaminasa I de origen vegetal. Esto está basado en las características y especificidad del cosustrato, las tiaminasas I son producidas por *Bacillus tiaminolitikus* y *Clostridium sporogenes* que pueden ser diferentes de las enzimas producidas por el rumen (Brent y Bartley, 1984).

Las vitaminas del complejo B son sintetizadas por los microorganismos del rumen y se menciona (NRC, 1978) que existen en cantidades abundantes en los alimentos ordinarios. Sin embargo existen referencias de que hay que suplementar a los animales que no tengan el rumen funcional. Las necesidades surgen aparentemente en los animales jóvenes que están recibiendo leche. Por otro lado una deficiencia de vitaminas del complejo B puede ser clara al experimentar con animales jóvenes y con dietas purificadas. Sin embargo se tienen muchas inconsistencias acerca de las recomendaciones precisas de estas vitaminas.

En muchas ocasiones se ha mencionado (Agraz, 1989) que las vitaminas del complejo B son sintetizadas por las bacterias del rumen de los caprinos después del destete a costa de los constituyentes de los forrajes. Sin embargo, las carencias pueden surgir a consecuencia de ciertos factores, como lo es la falta de cobalto que puede inhibir la síntesis de vitamina B<sub>12</sub>. Por otra parte los alimentos pueden contener sustancias capaces de impedir la síntesis. Así mismo las dietas deficientes en fibra dificultan la multiplicación de las bacterias que sintetizan la vitamina. También los parásitos internos pueden consumir las vitaminas después de sintetizadas por las bacterias antes de que sean aprovechadas por el animal.

La producción de vitamina B<sub>12</sub> y sus análogos es respuesta del nivel de cobalto en la dieta con vitamina B<sub>12</sub>, en este estudio, también se menciona que la harina de alfalfa favorece la síntesis de vitamina B<sub>12</sub> (Bigger *et al.*, 1976).

En un experimento realizado en corderos se encontró que la síntesis de vitaminas del complejo B depende de la edad de los animales así como de la dieta que estos consuman (Poe *et al.*, 1972).

Conrad y Hibbs (1954) mencionan que la síntesis de riboflavina y tiamina en el rumen de becerros jóvenes alimentados con varias raciones altas en forraje y bajas en grano (proporción 4:1), donde se observa que la síntesis de estas vitaminas se ve afectada, al igual por la edad del animal, principalmente cuando se inicia el consumo de alimento seco.

Chas *et al.* (1941) mencionan que la riboflavina es sintetizada en el rumen de novillos cuando estos son alimentados con una ración que contenía maíz amarillo, heno de alfalfa y suplementación de proteína.

Las vitaminas como son la tiamina, ácido pantoténico, ácido fólico, niacina y vitamina B<sub>12</sub> fueron encontradas en grandes concentraciones en el

fluido ruminal de becerros alimentados con raciones a base de concentrado, mientras que gran cantidad de riboflavina fue encontrada en el fluido ruminal de becerros que recibieron heno de alfalfa en sus raciones (Hayes *et al.*, 1966). Por otra parte (Sutton y Elliot, 1972) mencionan que la síntesis de vitamina B<sub>12</sub> parece depender de sus análogos.

Al utilizar una dieta a base de heno de alfalfa, paja de avena, maíz amarillo, harina de hueso, sal cobaltizada y sal yodada, no se encontró ningún efecto en la concentración de riboflavina y niacina en la sangre o en la leche de ovinos (Moinuddin *et al.*, 1953).

La producción de vitaminas del complejo B parece no ser afectada por las dietas con diferentes proporciones de forraje concentrado (Miller *et al.*, 1986).

### **Utilización de Vitaminas del Complejo B en Bovinos Lecheros**

Dumoulin *et al.* (1991) administraron ácido fólico en becerras lecheras vía intramuscular, observando un incremento en la ganancia diaria de peso promedio de 7.6 por ciento.

Frobish y Davis (1976) en estudios realizados con bovinos lecheros han observado que dietas altas en grano y bajas en fibra ocasionan una baja en la producción de grasa de la leche, esto por el incremento de propionato en el rumen y una deficiencia de vitamina B<sub>12</sub>, este problema se ha mejorado con la administración diaria de vitamina B<sub>12</sub>, dentro de otras del complejo B vía intramuscular, también en este experimento se logró incrementar de producción de grasa en la leche, siendo de 1.6 a 2.5 por ciento.

Muller *et al.* (1986) han observado que al suplementar vacas lactantes con 6 g de niacina en la época de verano, se logra incrementar la producción de leche y grasa, sin afectarse la composición de la misma.

Con la suplementación de ácido nicotínico, se ha logrado incrementar el contenido de proteína de la leche, pero se redujo la concentración de  $\beta$ -hidroxibutirato en el plasma sanguíneo (Erikson *et al.*, 1992).

Jaster y Ward (1990) al suplementar vacas lactantes con nicotinamida no encontraron efecto alguno sobre la glucosa del suero sanguíneo,  $\beta$ -hidroxibutirato y ácidos grasos libres.

Riddell *et al.* (1981) alimentaron vaquillas lecheras adicionando niacina y urea a las raciones, dichos animales tenían un peso promedio de 375 kg y 114 kg. en esta investigación se observó una mejora en la eficiencia alimenticia y por lo tanto una mejor ganancia de peso de las vaquillas. Por otra parte cuando se trabajó con vacas a la mitad de su lactancia, se observó un incremento en la producción de leche, así como también se incrementó el contenido de proteína en la leche.

Al suplementar vacas con niacina a razón de 5 ó 6 g por vaca por día, se obtuvieron incrementos en la producción de leche después del parto, no siendo así en la mitad de la lactancia; también se observó un incremento en la glucosa sanguínea, disminuyendo los grupos cetónicos en sangre (Brent y Bartley, 1984).

En seis hatos lecheros que representaban 300 vacas en lactancia, las cuales se utilizaron para medir los efectos de la suplementación de 6 g de niacina en la primeras 10 semanas de lactación, donde se observó que la niacina causó una menor producción de leche en comparación con el tratamiento control, no existiendo diferencia significativa en la condición corporal de los animales, sin embargo, las vaquillas altamente productoras de leche (28 kg/d) en su primera lactancia y que recibieron niacina produjeron más leche que las del tratamiento control, siendo de 31.8 a 30.2 kg/d (Jaster *et al.*, 1983).

Jaster *et al.* (1983) estudiaron el ácido nicotínico y la concentración de metabolitos en el suero de vacas lecheras en lactancia cuando el alimento se suplementó con niacina, observando que dicha suplementación tuvo efecto sobre la producción y los cambios en los metabolitos, esto fue medido en vacas de lactancia temprana, aparentemente no se encontraron diferencias de producción de leche entre vacas bajo diferentes tratamientos, pero en el suero sanguíneo las concentraciones de ácido nicotínico permanecieron altas en las vacas que recibieron ácido nicotínico (12g/d), los cambios en los metabolitos del suero sanguíneo se observaron cuando las vacas recibieron una sola dosis, vía oral, de 12 o 120 g de niacina, las alteraciones fueron significativas en cuanto al ácido nicotínico, ácidos grasos libres,  $\beta$ -hidroxibutirato, urea en sangre y nitrógeno. Estos cambios se observaron después de 24 h de iniciado el tratamiento, regresando a la normalidad después de 60 h de la administración.

Horner *et al.* (1986) estudiaron la influencia de la niacina (N) y semilla de algodón completa (SAC) sobre el consumo, rendimiento y composición de la leche de bovinos, en este experimento se utilizaron 24 vacas lecheras holstein, comparando los efectos de la (N) y (SAC), para ello las vacas fueron alimentadas de forma individual *ad libitum* con dietas que contenían concentrado de maíz-soya, ensilaje de maíz y heno de zacate bermuda, los tratamientos fueron: 1) 0 por ciento de (N) y 0 por ciento de (SAC), 2) 0 por ciento de (N) y 15 por ciento (SAC), 3) .03 por ciento (N) y 15 por ciento (SAC). No se observaron efectos de los tratamientos en el consumo de materia seca,

energía, rendimiento de leche, sólidos totales y rendimiento de grasa en la leche, sin embargo la proteína de la leche se incrementó con la niacina, esto debido a que estimula la síntesis de caseína en la glándula mamaria. También se observó un aumento en la glucosa y la insulina del el plasma sanguíneo, mientras que con la semilla de algodón completa decrecieron todos estos componentes.

Con el fin de evaluar los efectos de la semilla entera de algodón, niacina y niacinamida sobre la fermentación *in vitro* (Horner *et al.*, 1988) realizaron tres estudios. En el experimento 1, se utilizó semilla de algodón completa (0, 5, 15, o 30 por ciento de la ración total en base a materia seca) en la fermentación *in vitro* ruminal, observándose un incremento en el pH ruminal y la concentración de amonía, disminuyendo la proteína microbial; la concentración de ácido acético con las dietas que contenían 15 y 30 por ciento de semilla de algodón, mientras que se redujeron las concentraciones de propionato y el total de ácidos grasos volátiles, decreciendo estos cuando se incrementó de 0 a 30 por ciento de semilla de algodón completa. En el experimento 2 no se alteraron el pH, y la concentración de amonía, también se encontró que cuando se utilizaron 0, 100, 200, o 400 ppm de niacina o niacinamida, ambas incrementaron la síntesis de proteína microbial, no siendo alteradas por los tratamientos las concentraciones de acetato y propionato; sin embargo, disminuyeron los ácidos grasos libres con la niacina y se incrementaron con la niacinamida. En el experimento 3, se estudió la niacina y

los efectos sobre el consumo de alimento, rendimiento de leche, así como su composición, los tratamientos fueron: 0, 0.015, 0.03 y 0.06 por ciento de niacina observando una baja en la grasa de la leche, mientras que el porcentaje de proteína fue más alto con 0.015 a 0.03 por ciento de niacina en la dieta.

En un estudio realizado con vacas lecheras, se observó que la inyección de vitamina B<sub>12</sub> no corrigió la baja cantidad de grasa en la leche cuando se utilizaron dietas bajas en fibra, se menciona que la producción de grasa está altamente correlacionada con la cantidad de acetato en el rumen y con la cantidad de acetato en la sangre (0.63 y 0.74 respectivamente) (James *et al.*, 1981).

La vitamina B<sub>12</sub> inyectada a razón de 150 mg en la forma de hidroxocobalamina cada 7 días por un período de 21 días, no corrigió la depresión de grasa en la leche esto cuando se usan dietas bajas en fibra, existiendo una relación consistente entre la vitamina B<sub>12</sub> de la sangre y la producción en la leche, mientras que la producción de grasa en la leche está altamente correlacionada con el porcentaje molar de acetato en el rumen y con la concentración de acetato en la sangre (Cromm *et al.*, 1981).

La suplementación de niacina en una dosis de 12 g no tiene efecto sobre la producción de leche en vacas de lactancia temprana, sin embargo sí se incrementa la concentración de ácido nicotínico en el suero durante las primeras 10 semanas después del parto (Jaster *et al.*, 1983).

Algunos estudios realizados con vaquillas, han demostrado que la monensina, lasalocida o niacina disminuyen el consumo de alimento, mejorándose la eficiencia alimenticia esto al incrementarse la proporción de ácido propiónico en el rumen y disminuyendo la de ácido acético (Bartley *et al.*, 1979).

Campbell *et al.* (1994) mencionan que la nicotinamida en vacas lecheras es convertida rápidamente a ácido nicotínico por medio de los microorganismos del retículo-rumen.

Germain *et al.* (1951) en un estudio realizado en becerros lecheros de ocho semanas de edad, encontraron que con 35 microgramos o menos de riboflavina por kilogramo de peso metabólico, los animales mostraron deficiencias, mientras que cuando los becerros recibieron 45 microgramos o mas de riboflavina por kilogramo de peso metabólico no se observaron síntomas de deficiencia.

### Concentración de Vitaminas del Complejo B en la Leche de Cabra

La leche de cabra parece contener una buena proporción de las vitaminas del complejo B, sobre todo de B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> y B<sub>1</sub>, las cuales se ha demostrado en análisis que son cuatro veces más que las de la leche humana y el doble que la de vaca. A continuación (Cuadro 2.2), se presenta el contenido vitamínico de la leche de cabra.

Cuadro 2. 2. Concentración de vitaminas del complejo B en la leche de cabra.

<b>Vitamina</b>	<b>Contenido (mg/l)</b>
<b>Tiamina</b>	0.40
<b>Riboflaviana</b>	1.84
<b>Ácido nicotínico</b>	1.87
<b>Piridoxina</b>	0.07
<b>Ácido pantoténico</b>	3.44
<b>Biotina</b>	0.039
<b>Ácido fólico</b>	0.0024
<b>Cianocobalamina</b>	0.0006
<b>Colina</b>	150

(Arbiza, 1979).

## **Deficiencias de Algunas de las Vitaminas del Complejo B**

### **Tiamina**

Una carencia de esta vitamina en becerros, se expresa mediante incoordinación de las piernas, se puede presentar arritmia del corazón. Los signos específicos con que se manifiesta son: diarrea severa, deshidratación y muerte. En animales alimentados con dietas altas en concentrados puede encontrarse una deficiencia de tiamina por la presencia de la tiaminasa, esto en animales con rúmenes funcionales, además de acompañarse con una acidosis láctica que se puede presentar con una poliencefalomalacia, el tratamiento común es tiamina inyectada a razón de 2.2 mg/kg de peso corporal (NRC, 1978).

### **Riboflavina**

La falta de riboflavina en becerros se caracteriza por hiperemia de la mucosa de la boca, el problema se corrige en animales de 50 kg de peso con la administración de 5 mg de riboflavina vía oral (NRC, 1978).

## **Ácido pantoténico**

La deficiencia, se caracteriza por dermatitis cerca de los ojos, anorexia y diarrea, esto ocurre después de estar consumiendo una dieta deficiente. Los animales son muy susceptibles a infecciones respiratorias. El problema se corrige con inyecciones intramusculares de 0.5 g de ácido pantoténico (NRC, 1978).

## **Utilización de las Vitaminas del Complejo B en Cabras**

Thorton y Schultz (1980) observaron el efecto del ácido nicotínico sobre el metabolismo de la glucosa, para ello se utilizaron machos cabríos, administrándoseles dosis de ácido nicotínico a razón de 6.5 a 17 g, observándose un incremento de la glucosa en sangre, así como la insulina también tuvo incremento marcado, derivado de este estudio se demuestra que el ácido nicotínico tiene grandes efectos sobre el metabolismo de los lípidos, así como de los carbohidratos. Por otra parte también se han observado cambios muy marcados en la glucosa de la sangre cuando se les suministro ácido nicotínico a las cabras, existiendo diferencia marcada en los ácidos grasos no esterificados (Waterman y Schultz, 1973).

Schultz *et al.* (1986) evaluaron el efecto del ácido nicotínico sobre el metabolismo de los lípidos en rumiantes, para tal estudio, se utilizaron cabras a las cuales se les administró ácido nicotínico vía oral , en niveles de 60 mg/kg de tamaño metabólico, el cual se suministró en dos diferentes tiempos, a intervalos de 2 horas. Observándose una reducción en los ácidos grasos libres del plasma, así como de cetonas en sangre. En otro experimento (Schultz *et al.*, 1986) realizado en vacas observaron una respuesta similar en el tratamiento de vacas con cetosis subclínica, dichos animales recibieron 4 dosis de 50 g de ácido nicotínico vía oral, también a intervalos de 2 horas.

El NRC (1981) menciona que las vitaminas del complejo B no son indispensables de manera directa para cabras adultas, ya que estas las sintetizan a través de los microorganismos del rumen . En la misma referencia se menciona que puede haber deficiencia de B<sub>12</sub> en animales que ya tienen el rumen funcional, este problema se puede corregir con la suplementación de cobalto, también se pueden presentar problemas en animales con rúmenes no funcionales o bien cuando se hacen cambios bruscos de las dietas.

Todas las vitaminas del complejo B son sintetizadas por los microorganismos del rumen a un ritmo suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de las cabras adultas o con rumen funcional, solamente una deficiencia de cobalto pudiera intervenir con la síntesis de vitamina B<sub>12</sub>. Los

cabritos requieren de todas estas vitaminas, aunque la leche constituye en la mayor parte, una fuente adecuada de vitaminas del complejo B. También se menciona (Mellado, 1991) que la suplementación de dichas vitaminas en cabras en pastoreo no tiene justificación.

A fin de observar los efectos del ácido nicotínico sobre la glucosa de la sangre, así como la insulina en el plasma, se administró vía intravenosa glucosa a caprinos. En un experimento (Thornton y Schultz, 1975) utilizaron cinco machos castrados con cánulas en la yugular y la alimentación fue a base de "pellets" de alfalfa dando 75 g/kg de tamaño metabólico, al medio día se proporcionó ácido nicotínico vía oral en dosis de 0.4, 0.6 y 0.8 g/kg de tamaño metabólico; y la glucosa se aplicó en infusiones a razón de 1 g/kg de tamaño metabólico, esto en los siguientes 4 días, para lo cual se tomaron muestras de sangre antes y después de administrar la glucosa. La hexosa en sangre se midió previo a una adición, lo cual se tomó como tratamiento control. Los valores de la insulina resultaron elevados, posteriormente se observó que la administración de ácido nicotínico influyó en la acción de la insulina.

Los cabritos lactantes durante los primeros 60 días de vida o los caprinos debilitados deben recibir suplementos de vitaminas del complejo B. A continuación (Cuadro 2.3) se mencionan las cantidades de vitaminas del complejo B recomendadas para cabras.

Cuadro 2.3. Cantidad de vitaminas del complejo B recomendadas para cabras.

<b>Vitamina</b>	<b>Dosis</b>
<b>Niacina o ácido nicotínico</b>	12 –25 mg/d en 50 kg de peso vivo
<b>B<sub>1</sub></b>	1-2 mg/100 kg de peso vivo
<b>B<sub>2</sub></b>	3 mg/100 de peso vivo
<b>B<sub>6</sub></b>	2.5 g/100 cabras
<b>B<sub>12</sub></b>	15-20 mcg/cabra

(Agraz, 1989).

### **Utilización de las Vitaminas del Complejo B en Bovinos de Carne**

Lora y Mcleod (1976) realizaron una investigación para observar la importancia de las vitaminas del complejo B alimentando bovinos de carne con dietas a base de caña de azúcar, urea y otros ingredientes. Para este experimento se emplearon 18 novillos cebú de 300 kg en promedio, los cuales fueron alojados en 9 grupos. Los tratamientos fueron: control, vitaminas B inyectadas y vitaminas en el alimento. Los resultados obtenidos en cuanto a ganancias de peso promedio, durante 70 días de experimentación fue de 500 g/d; no observándose respuesta de los tratamientos con dichas vitaminas.

Zinn *et al.* (1987) observaron el efecto de la suplementación de vitaminas del complejo B en 144 becerros cruzados después de su desembarque, estos animales pesaban en promedio 116 kg y se les aplicó los requerimientos indicados para cerdos en crecimiento, esto se practicó durante 10 tiempos distintos, encontrando que no tuvo influencia sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia durante 56 días que se administró el tratamiento. Sin embargo, la suplementación de dichas vitaminas redujo la morbilidad de los animales. En otro experimento (Zinn *et al.*; 1987) observaron que la suplementación de vitaminas del complejo B no mejoró el desarrollo microbiano y prolongó la digestión de la materia orgánica, fibra ácido detergente, así como la del nitrógeno.

Overfield y Hatfield (1976a) estudiaron la niacina en la alimentación de novillos con dietas de ensilaje de maíz. Se condujeron dos experimentos para determinar el efecto de la suplementación de niacina sobre el comportamiento de novillos en crecimiento alimentados con ensilaje de maíz. Un experimento incluyó 192 becerros con un peso promedio de 214 kg, el período de experimentación fue de 28 días, empleándose de 0 a 250 ppm de niacina y otro sin vitamina. También se realizó otro experimento que incluyó 186 becerros, con un peso promedio de 218 kg, el cual tuvo una duración de 63 días. Las dietas contenían ensilaje de maíz suplementado con urea y mezcla de minerales. La adición de 260 ppm de niacina mejoró la ganancia diaria de peso en 10.57 y la eficiencia alimenticia en un 4.77 por ciento respectivamente.

Cuando se suplementó con 500 ppm de niacina se mejoró la ganancia diaria de peso en un 7.32 y eficiencia alimenticia en 2.18 por ciento.

Overfield y Hatfield (1976b) trabajaron con novillos de la raza charolais alimentados *ad libitum* con dietas altas en granos, dichos animales pesaban un promedio de 351 kg. La dieta constaba de un concentrado (86 por ciento de maíz, 14 por ciento de suplemento) y 0.9 kg de ensilaje. Se trabajó en dos fases con duración de 63 días, donde los niveles de niacina suplementados fueron 0 y 50 ppm, mientras que la segunda fase tuvo una duración de 42 días. Los niveles suplementados en esta fase fueron 0 y 500 ppm. En la primera fase se observó una mejoría del incremento de peso por día, siendo de 4.40 por ciento con una eficiencia alimenticia de 7.08 por ciento. También en la segunda fase, se obtuvo un mejor incremento diario de peso, siendo de 4.44 y la eficiencia alimenticia de 9.94 por ciento. La suplementación de niacina, disminuyó el consumo diario en 2.35 por ciento en la primera fase y en la segunda en 2.84 por ciento.

Chiquette *et al.* (1993) realizaron una digestibilidad *in situ* con una dieta la cual contenía heno de timothy o cebada y ácido fólico, realizando incubaciones ruminales en novillos cada 4, 8, 12, 24, y 48 h, donde encontraron que la desaparición de la materia seca del heno o cebada, fue afectada ( $P < 0.05$ ) por el tipo de alimento que contenía la dieta, no existiendo significancia por

la adición de ácido fólico en la dieta. En esta investigación , no se encontró efecto del ácido fólico en la digestibilidad de la materia seca, fibra ácido detergente, fibra en detergente neutro y proteína cruda, por lo que no existe beneficio alguno al adicionar ácido fólico en la dieta de novillos en crecimiento, sin embargo se observó una alteración en el crecimiento microbial del rumen. Existen otros estudios más recientes los cuales investigan el ácido fólico de paso, ya que este es absorbido en el intestino delgado al nivel duodeno.

Montañez (1995) menciona que la suplementación de dietas con vitaminas del complejo B, incrementa la actividad microbiana, obteniendo una mayor digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica, también menciona que la calidad de la dieta influye sobre la producción de vitaminas B.

Las vitaminas del complejo B, también han sido utilizadas a través de una suplementación para evitar el estrés de novillos que han sido transportados (1600 km), observando efectos de postransporte, donde se redujo la morbilidad de los animales, sin embargo tiene mucha influencia el tipo de dieta que consuman los animales. En este estudio no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, se menciona que los problemas que más se presentan son enfermedades respiratorias (Cole *et al.*, 1979).

La suplementación de vitaminas B tiene efectos benéficos para bovinos estresados, disminuye el detrimento del desarrollo, sin embargo se sugieren más estudios para determinar el nivel óptimo de suplementación de cada una de las vitaminas del complejo B (Cole *et al.*, 1982).

Zinn *et al.* (1987) aplicaron a becerros cruzados, vitaminas B a razón de 10 veces el requerimiento para cerdos en crecimiento, no encontrando efecto en la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, crecimiento microbial, digestibilidad de la materia orgánica, fibra ácido en detergente y nitrógeno, siendo el período experimental de 56 días, sin embargo se menciona que se redujo la morbilidad.

Miller *et al.* (1986) mencionan que la digestibilidad de la materia orgánica y disponibilidad de nitrógeno en novillos alimentados con sorgo fueron inferiores que cuando se alimentaron con otros granos en la dieta, esto al estudiar la disponibilidad de energía y proteína. Por otra parte, la tiamina duodenal en novillos con esta dieta fue mucho más elevada, mientras que las cantidades de riboflavina, niacina y biotina de animales alimentados con sorgo no fue diferente a la cantidad de otros novillos alimentados con otra dieta, estos mismos investigadores mencionan que la producción de vitaminas del complejo B parece no ser afectada cuando se utilizan dietas con diferentes proporciones de forraje-concentrado.

### Utilización de Vitaminas del Complejo B en Ovinos

Ramirez (1997), en una investigación que realizó, encontró que la suplementación de vitaminas del complejo B no influyó de ninguna forma en el consumo de alimento por parte de los borregos que se tuvieron en experimentación. Sin embargo se menciona que si existe una mejor respuesta en el comportamiento productivo de los animales cuando se utiliza una dieta alta en concentrado, siendo equiparable el utilizar vitaminas del complejo B y monensina sódica.

La niacina no altera el consumo de materia seca, digestibilidad, producción de leche y composición de la misma, sin embargo la suplementación de niacina incrementa el número de protozoarios *entodinium* en el fluido ruminal. Por otra parte, la niacina incrementa la digestibilidad aparente del extracto etéreo, esto en comparación con vacas que recibieron nicotinamida (Erickson *et al.*, 1990).

Daugherty *et al.* (1986) mencionan que no existe ventaja al proporcionar suplementos de vitamina B<sub>12</sub> en corderos alimentados con suplementos de monensina, esto cuando las dietas son altas en concentrado y además que contengan cantidades adecuadas de cobalto.

Se ha mostrado que la síntesis de vitamina B<sub>12</sub> es limitada por el cobalto en las dietas deficientes para borregos, también se menciona que algunos microorganismos del rumen no utilizan el cobalto pero requieren de vitamina B<sub>12</sub>. Esta vitamina puede ser esencial para la formación de factores desconocidos que son necesarios para la vida de los ovinos (Hale *et al.*, 1950).

La vitamina B<sub>12</sub>, es dependiente del cobalto para la síntesis a través de los microorganismos del rumen en ovinos. La metilmalonil CoA puede estar inactiva por la carencia de la coenzima de la vitamina B<sub>12</sub>, razón por la cual la síntesis de la vitamina puede ser interrumpida de manera prolongada, además dicha síntesis puede estar influenciada por la integridad del metabolismo del propionato. La actividad endógena del metilmalonil CoA puede ser limitada por la disponibilidad de la vitamina B<sub>12</sub> más que por la propia enzima (James y Elliot, 1984).

Se han utilizado forrajes y concentrados en diferentes proporciones con el fin de observar el consumo de alimento, así como la producción de vitamina B<sub>12</sub> en el rumen de ovinos, los ingredientes que se utilizaron fueron molidos y peletizados, estos fueron heno de timothy y maíz, siendo las proporciones en la dieta 100:0, 70:30 y 40:60, a todas las dietas se les agregó 0.5 ppm de cobalto. El promedio diario de vitamina B<sub>12</sub> producida fue de 579 a 1195 microgramos, se observó que la dieta alta en grano fue la que presentó

una reducción en la producción de la vitamina mencionada. El nivel de consumo de alimento no tuvo efecto sobre la actividad de la vitamina B<sub>12</sub> del suero (Sutton y Elliot, 1972).

En corderos que recibieron cobinamida, se encontró baja concentración de vitamina B<sub>12</sub> en el hígado, a estos animales se les había proporcionado 1 ppm de cobalto, mientras que las concentraciones del factor B (cobinamida) fueron altas en el tratamiento control, cuando fueron alimentados con altos niveles de cobalto en la dieta, sin embargo se menciona que no se tuvo efecto sobre el consumo de alimento y ganancia de peso. Por otra parte se menciona que si existió un incremento de propionato en el plasma (Richard y Elliot, 1982).

Al suplementar una dieta a base de maíz y urea con 500 ppm de niacina, parece disminuir el consumo de alimento por parte de los borregos, e incrementarse la producción de proteína bacteriana del rumen, así como del plasma sanguíneo y niacina en orina. En este experimento no se observó ganancia de peso, manteniéndose solamente (Mizwicki *et al.*, 1975).

### **Absorción de las Vitaminas Hidrosolubles**

Erickson *et al.* (1991) mencionan que la nicotinamida se absorbe mas rápidamente del rumen que el ácido nicotínico, mencionándose que esto pudo deberse a las constantes de disociación de los componentes, también se menciona que la diferencia de absorción es influenciada por la fermentación ruminal, así como por el metabolismo propio del animal.

La absorción intestinal aparente de la niacina fue en promedio de 62.5 por ciento en novillos, mientras que la riboflavina en 22.9 por ciento. Por otra parte se menciona que el mejor sitio para la síntesis de la biotina fue el intestino delgado (Miller *et al.*, 1986).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del Área de Estudio**

El trabajo de campo se realizó en los corrales de la Unidad Metabólica y los análisis bromatológicos en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; a 22° 22' LN y 101° 00' LO, con una altitud de 1742 metros sobre el nivel del mar. La zona presenta un clima BWhw (x' ) (e); de muy seco a semicálido con invierno fresco, extremoso, temperatura media anual de 19.8°C y una precipitación media anual de 298.3 mm (Mendoza, 1983).

### **Análisis Bromatológicos de los Ingredientes**

Previo al experimento se realizó un análisis proximal a cada uno de los ingredientes con el fin de determinarles la composición química (Cuadro 3.1). Se determinó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) de

acuerdo con el método del Kjeldahl; de extracto etéreo (EE), por el método de soxhlet, fibra cruda (FC), cenizas (C) y materia orgánica (MO), así como la estimación del extracto libre de nitrógeno (ELN) el cual se obtuvo por diferencia, todos ellos descritos por la AOAC (1980). Todo lo anterior con el fin de obtener información que nos facilitara la formulación de la dieta, también cabe mencionar que para ello se utilizaron los requisitos nutricionales de NRC (1981) para cabras.

Cuadro 3.1. Composición proximal y de energía metabolizable de algunos de los ingredientes utilizados para la formulación de las dietas experimentales.

Ingrediente	Por ciento (Base materia seca)							
	MS	PC	FC	EE	C	ELN	MO	EM (Mcal/kg)*
Alfalfa	91.34	16.89	26.06	3.26	11.95	41.84	88.04	2.54
Sorgo	89.97	9.20	2.58	5.63	2.22	80.37	97.77	3.31
Salvadillo	91.55	15.13	9.07	4.33	5.02	66.45	94.97	3.04
Harinolina	92.53	46.55	11.46	4.43	7.75	29.81	92.32	2.75

\*Calculados por ecuaciones (NRC, 1976).

### Animales Utilizados o Unidades Experimentales

En esta investigación se utilizaron 12 cabras criollas cruzadas con raza alpino francés, con peso promedio de  $23.83 \pm 3.15$  kg; de ocho meses de edad en promedio. Previo al inicio del experimento se identificaron, fueron

desparasitadas externamente con lindano en una dilución de 7 cm<sup>3</sup>/10 litros de agua, dicha actividad se realizó con una bomba aspersora, mientras que para la desparasitación interna se les aplicó vermefin ADE intramuscular profunda a razón de 1.5 cm<sup>3</sup>/animal. Fueron alojados en corrales individuales de 4x3 m, preparados para su alimentación (agua y alimento) *ad libitum*. Para ello se utilizó una dieta integral forraje más concentrado. El período experimental tuvo una duración de 56 días, previo al inicio del experimento, los animales tuvieron un período de adaptación de 10 días, este fue con el fin de adaptarlos a la dieta, y al manejo.

### **Variables Estudiadas**

Las variables que se midieron en la prueba de comportamiento del presente estudio fueron el consumo de alimento, para ello se pesó una cantidad estimada de alimento para cada una de las cabras, del cual se les proporcionó *ad libitum*, ofreciéndoles el alimento dos veces al día (8:30 am y 3:00 pm) y colectando los rechazos cada ocho días y volviendo a pesar el contenido de alimento restante y por diferencia determinamos el consumo de alimento por semana por animal. Mientras que para obtener el consumo promedio por día por animal, sólo se promedió el consumo semanal entre los siete días de la semana. La ganancia de peso diaria, se obtuvo por diferencia, pesando los animales al inicio y al final del experimento y dividiendo esta entre el número de días que duró el estudio en cuestión. La conversión alimenticia fue obtenida mediante

cálculos, siendo el resultado la relación de la cantidad de alimento consumido entre la unidad de peso incrementado. En cuanto a la digestibilidad de las dietas las variables estudiadas fueron la DIVMS y DIVMO.

### **Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca y de la Materia Orgánica**

Para realizar esta prueba, se utilizó líquido ruminal de una sola cabra alimentada en corral con la dieta del tratamiento testigo. El líquido ruminal fue depositado en un termo precalentado con agua, con el fin de conservar la temperatura de 39 °C simulando la temperatura del rumen, esto con el objetivo de evitar la muerte de los microorganismos ruminales debido a un cambio brusco de temperatura, las incubaciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Tilley Terry descrita por Tejada (1985).

Para los cálculos de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO), se utilizó el procedimiento que a continuación se muestra (Harris, 1970).

$$\text{Por ciento DIVMS} = G - (H - I)/G * 100$$

$$\text{Por ciento DIVMO} = J - (K - L)/J * 100$$

En donde se requiere de los siguientes datos:

- A.- Peso de la muestra secada al aire
- B.- Por ciento de materia seca total
- C.- Materia orgánica de la muestra en base seca
- D.- Peso del papel solo.
- E. - Peso del papel más residuo
- F.- Peso del crisol más cenizas
- G.- Por ciento de materia seca inicial A x B
- H.- Materia seca residual de la muestra E-D
- I.- Materia seca residual del blanco promedio de cuatro tubos E-D.
- Por ciento DIVMS =  $G - (H - I) * 100 / G$
- J.- Materia seca inicial
- $G * C / 100$
- K.- Materia orgánica residual de la muestra E-F.
- L.- Materia orgánica residual del blanco, el promedio de los cuatro tubos E-F.
- Por ciento DIVMO =  $J - (K - L) * 100 / J$ .

### Dietas Utilizadas

Los ingredientes utilizados en la formulación de las dieta (Cuadro 3.2), muestran las proporciones en cuanto al nivel de inclusión en las mismas.

Cuadro 3.2. Ingredientes alimenticios utilizados en la formulación de las dietas.

<b>Ingrediente</b>	<b>Proporción (kg)</b>
<b>Sorgo (grano )</b>	45.486
<b>Alfalfa</b>	35.000
<b>Salvadillo</b>	15.000
<b>Harinolina</b>	3.000
<b>Sal común</b>	0.500
<b>Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>)</b>	0.964
<b>Minerales traza</b>	0.050
<b>Total</b>	100.00

Las dos dietas experimentales fueron las mismas, excepto que una contenía vitaminas del complejo B, a razón de 7.5 g/100 kg de alimento de una mezcla que contenía tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), piridoxina (B<sub>6</sub>), cianocobalamina(B<sub>12</sub>), ácido pantoténico y nicotinamida.

### Descripción de los Tratamientos y Diseño Experimental Utilizado

El número de tratamientos probados fueron dos, un tratamiento testigo (dieta sin vitaminas del complejo B) y un tratamiento problema (dieta con vitaminas del complejo B). El diseño experimental que se utilizó fue un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones y análisis de covarianza para las variables consumo de materia seca, ganancia de diaria de peso y conversión alimenticia con  $t = 2$  tratamientos y  $r = 6$  repeticiones. Por otra parte tenemos que para la DIVMS y DIVMO se utilizó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones donde  $t = 2$  tratamientos y  $r = 10$  repeticiones. La expresión del modelo para el diseño completamente al azar con análisis de covarianza queda de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(x_{ij} - \bar{x}_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$  tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  repeticiones

$$\varepsilon_{ij} = \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$$

donde:

$y_{ij}$ : respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento en su  $j$ -ésima repetición.

$\mu$ : media general que es común a cada una de las inidades experimentales.

$\tau_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta$ : coeficiente de regresión.

**BANCO DE TESIS**

$x_{ij}$ : desviación de la observación con respecto a la media muestral.

$\bar{x}$ : media general de la variable concomitante.

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental, variable aleatoria a la cual se le asume distribución normal e independencia con media 0 y varianza constante  $\sigma^2$  (suposición de homogeneidad de varianza).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente experimento, se presentan en el Cuadro 4.1. En cuanto al consumo de materia seca (CMS), se observó influencia de la covariable peso inicial de los animales ( $x$ ) sobre la variable consumo de materia seca ( $y$ ). Sin embargo las medias de respuesta de la variable de interés (CMS) para los dos tratamientos no son distintas, es decir no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Por otra parte tenemos que no existió efecto de la covariable peso inicial de los animales ( $x$ ) sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA), existiendo diferencia de respuesta para las medias de los tratamientos en estas variables ( $P < 0.05$ ). Lo anterior indica que la adición de vitaminas del complejo B a la dieta de las cabras en crecimiento, no modifica el consumo de materia seca (Figura 4.1.), pero si mejora la ganancia diaria de peso y por ende su conversión alimenticia, resultando en beneficio del productor al reducir la cantidad de alimento necesario para obtener el mismo incremento de peso.

Cuadro 4.1. Consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Tratamientos	Consumo de MS (Kg)	Ganancia diaria de peso (g/d).	Conversión Alimenticia (Kg alim./Kg de Δ)
Testigo	1.34 a	192.04 b	7.25 b
Con vitaminas	1.45 a	284.45 a	5.29 a

Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre las medias de tratamientos.

El consumo de materia seca (kg/d) durante el período de experimentación (Figura 4.1) estuvo influenciado por el peso inicial de los animales, pero no se observó diferencia estadística significativa entre las medias de los dos tratamientos probados.

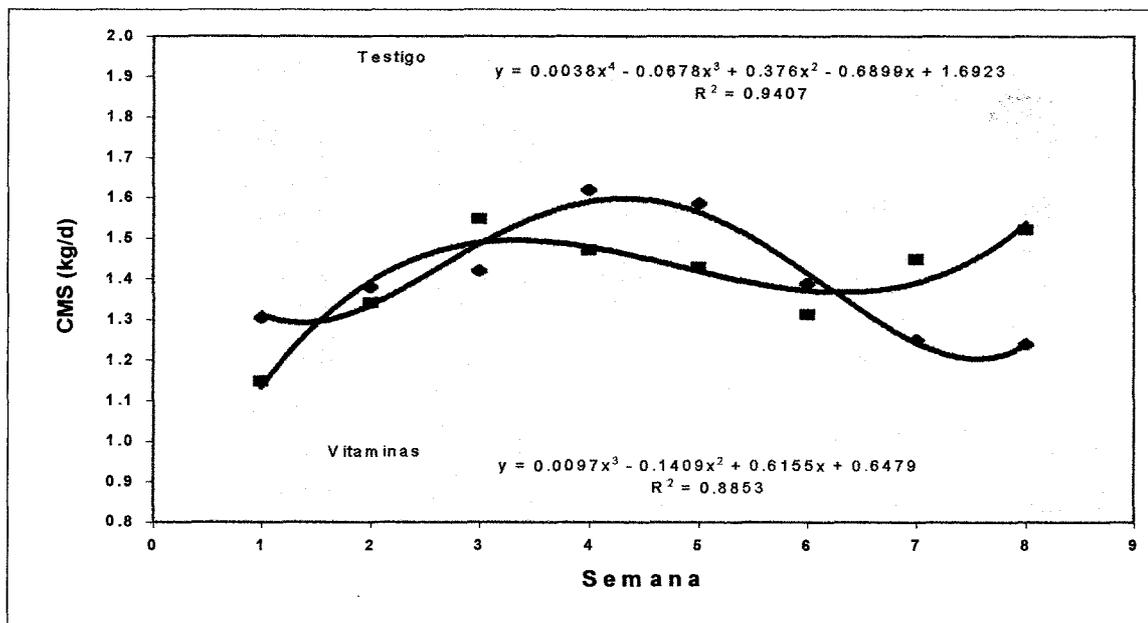


Figura 4.1. Consumo de materia seca (kg/d) de cabras en crecimiento alimentadas con y sin vitaminas del complejo B.

Los resultados del presente estudio referentes al efecto de la mezcla de vitaminas del complejo B sobre el consumo de materia seca, concuerdan con los obtenidos por (Ramirez, 1997, Chavez, 2000) al realizar una investigación con borregos y cabras respectivamente, donde encontraron que no existió diferencia significativa entre las medias de tratamientos para esta variable. El consumo de materia seca para el tratamiento testigo fue de 1.34 kg/d y para el tratamiento con vitaminas fue de 1.45 Vs. 1.095 kg/d cuando Ramirez (1997) utilizó 214 ppm de vitaminas del complejo B en borregas. En otro estudio realizado (García, 1994), utilizó diferentes dietas (harinolina/sorgo y harinolina/cebada), así como diferentes niveles de vitaminas B en la dieta (0,2 y 4 g/kg MS), obteniendo los mejores resultados en cuanto a consumo de alimento e incremento diario de peso cuando utilizó harinolina/sorgo con vitaminas del complejo B a razón de 4 g/k MS, siendo los resultados los siguientes: consumo de alimento .681 kg MS/d, incremento diario de peso 129 g/d y una conversión alimenticia de 5.3 kg de alimento/kg de incremento. Al observar los resultados del estudio realizado, estos difieren con los del autor mencionado en cuanto a consumo de alimento, ya que no se observó diferencia significativa entre las medias de tratamientos, sin embargo en la ganancia diaria de peso se comportó de manera similar con los resultados del autor en cuestión al encontrar diferencia entre tratamientos con vitaminas B, 0 y 4 g/kg de materia seca. La ganancia diaria de peso en esta investigación fue de 129 g/d vs 284.45 que se obtuvo al suplementar la dieta de las cabras en crecimiento con una mezcla de vitaminas del complejo B.

En cuanto a la ganancia diaria de peso, (Ramírez, 1997) encontró que al agregar 214 ppm de vitaminas del complejo B, los animales en una primera etapa (28 d) incrementaron 165g por día, también determinó que los animales logran un mayor incremento de peso diario (168g), cuando además se adicionan 20 ppm de monensina sódica. Por otra parte se menciona que en la segunda etapa bajo las mismas dosis de los tratamientos 214 ppm de vitaminas del complejo B y 0 ppm de monensina sódica la ganancia diario de peso fue de 198g y mas 20 ppm se obtuvo 176 g de ganancia. Mientras que para el período total de la prueba y bajo los mismos tratamientos los resultados fueron de 181 g/d y con 20 ppm de monensina se obtuvieron 171 g/d, en el presente estudio las medias de tratamiento para la ganancia diaria de peso fueron de 192 g/d para el testigo y de 284 g/d para la dieta con vitaminas.

En cuanto a la conversión alimenticia obtenida para los dos tratamientos estudiados fueron 7.25 y 5.29 kg de alimento por kg de incremento vs 6.21 que se obtuvo para borregas con 214 ppm de vitaminas B (Ramírez, 1997). De esto se observa que el tratamiento testigo, se comportó de manera similar al que contenía 214 ppm de vitaminas B, logrando obtener una mejor conversión alimenticia en esta investigación. En otra investigación (García, 1994) obtuvo un conversión alimenticia para cabras en crecimiento al utilizar una dieta a base de harinolina/sorgo con vitaminas B a razón de 4 g/kg de MS vs la de la investigación presente que fue muy similar, siendo ésta de 5.29 kilogramos de alimento/ kilogramo de incremento.

En el presente estudio la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, coinciden con los obtenidos por Riddell *et al.* (1981) al obtener un incremento productivo en vacas lecheras, las cuales fueron suplementadas con niacina y harina de soya, también los mismos autores observaron una mejoría productiva (ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia) cuando adicionaron urea y niacina a las raciones. Al igual Overfield y Hatfield (1976a) obtuvieron un mayor incremento de peso diario y eficiencia alimenticia al, suplementar la dieta de novillos en crecimiento con 260 ppm de niacina, de igual manera cuando suplementaron novillos charolais con 0 hasta 500 ppm de niacina en diferentes períodos de experimentación. Por otra parte, la mejora productiva de los animales difiere con los resultados obtenidos por Mizwicki *et al.* (1975), ya que ellos mencionan que no existe mejoría en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia en borregos cuando estos son suplementados con 500 ppm de niacina, de igual manera difieren con los de Zinn *et al.* (1987) al no encontrar efecto de las vitaminas B en los parámetros antes mencionados al realizar una investigación con novillos cruzados, también se tiene que los resultados observados en este trabajo no coinciden con los obtenidos por Lora y Mcleod, (1978) ya que ellos mencionan que las vitaminas B no tienen efecto en la ganancia de peso diaria de novillos, ya sean adicionadas en el alimento o inyectadas.

Los resultados de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO) obtenidos para los dos tratamientos, durante

el período de experimentación, fueron los siguientes (Cuadro 4.2). Observándose efecto de la adición de vitaminas del complejo B sobre la DIVMS ( $P < 0.01$ ), mientras que no se encontró influencia de dichas vitaminas sobre la DIVMO ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 4.2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica .

Tratamiento	DIVMS (por ciento)	DIVMO (por ciento)
Testigo	76.89 <b>b</b>	71.78 <b>a</b>
Con vitaminas	80.82 <b>a</b>	72.32 <b>a</b>

Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

La *DIVMS* para el tratamiento testigo fue de 76.89, mientras que para el tratamiento con la mezcla de vitaminas B fue de 80.23 por ciento, sin embargo Ramírez obtuvo un 75.82 por ciento cuando utilizó 214 ppm de vitamina B. Los resultados de *DIVMS* se comportaron de una manera similar a los obtenidos (Montañéz, 1995) cuando realizó una investigación probando diferentes niveles de vitaminas B (0,2,4,6 y 8 g/kg MS) con diferentes fuentes de carbohidratos (grano de sorgo y cebada) obteniendo diferentes resultados de acuerdo a los niveles de vitaminas, así como de las diferentes fuentes de carbohidratos que utilizó, los resultados que más se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, son los que el autor obtuvo cuando utilizó el nivel de vitaminas B a razón de 8 g/kg de MS, con sorgo como fuente de carbohidratos, siendo ésta de 80.92 por ciento, mientras que cuando utilizó cebada, el resultado fue de 74.36

por ciento. En cuanto a la *DIVMO*, los resultados obtenidos (71.78 y 72.32 por ciento para el tratamiento testigo, así como para el tratamiento con vitaminas B, en donde se puede observar que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos estos resultados difieren de los obtenidos por Montañéz (1995), en donde él encontró diferentes resultados de *DIVMO* a probar dos fuentes de carbohidratos (sorgo/cebada), así como diferentes niveles de vitaminas del complejo B (0,2,4,6 y 8 g/kg de MS), donde encontró a adicionar 8 g/kg de MS y con sorgo como fuente de energía una *DIVMO* de 77.51 por ciento, mientras que cuando utilizó cebada, la mayor *DIVMO* fue cuando adicionó 2 g/kg de MS, también se menciona que la fuente de carbohidratos influye de manera significativa en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca así como de la materia orgánica.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

La adición de vitaminas del complejo B no tuvo efecto en el consumo de materia seca. Sin embargo, mostraron influencia en la ganancia de peso diaria y conversión alimenticia, siendo mejor la dieta que contenía vitaminas del complejo B.

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue mayor en la dieta con vitaminas del complejo B, no así la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Se presume que al mejorarse la digestibilidad de la materia seca los animales utilizan más eficientemente los alimentos, requiriendo menor alimento para obtener un mismo incremento, es decir la adición de vitaminas del complejo B a la dieta de las cabras en crecimiento mejora considerablemente la ganancia diaria de peso y por ende la conversión alimenticia.

## RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el comportamiento productivo de cabras en crecimiento, se adicionó a la dieta una mezcla de vitaminas del complejo B, midiéndose el consumo de materia seca, incremento diario de peso, conversión alimenticia, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica. Esto con el fin de determinar si las vitaminas del complejo B tenían influencia en la alimentación de estos rumiantes, para este experimento se utilizaron 12 cabras, las cuales fueron alimentadas de manera individual y a libre acceso durante un período experimental de 56 días, donde los tratamientos a probar fueron dos dietas, siendo una el tratamiento testigo y la otra suplementada con una mezcla de vitaminas del complejo B, los resultados derivados de esta investigación muestran que no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, en cuanto al consumo de materia seca, sin embargo en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia se detectó una influencia de la adición de las vitaminas sobre la respuesta de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) y para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca también se encontró una mejoría significativa ( $P < 0.01$ ), siendo mejores los resultados de la dieta que incluía la mezcla de vitaminas del complejo B. No existió diferencia significativa entre los tratamientos para la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica ( $P > 0.05$ ).

## LITERATURA CITADA

- Abdouli, H. And D. M. Scheafer. 1986. Effects of two dietary niacin concentrations on ruminal fluid free, niacin concentration, and of supplemental niacin and source of inoculum on *in vitro* microbial growth, fermentative activity and nicotinamide adenine dinucleotide pool size. J. Anim. Sci. 62: 254 – 262.
- Agraz, G. A. A. 1989. Caprinocultura III. 1ª- edicion. Editorial Limusa. México.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13<sup>th</sup> Ed. Washington D. C., USA.
- Arbiza, A. S. I. 1979. Bases de la cría caprina. Fascículo III “productos” Dpto. de Veterinaria ENEPC. UNAM.
- Bartley, E. E, E. L. Herod, R. M. Bechte, D. A. Sapiensa and B. E. Brent. 1979. Effect of monensin or lasalocid, with and without niacin or amicloral, on rumen fermentation and feed efficiency. J. Anim. Sci. 49 (4): 1066 – 1075.
- Bigger, G. W, J. M. Elliot and T. R. Richard. 1976. Estimated ruminal production of pseudovitamin B12 factor A and factor B in sheep. J. Anim. Sci. 43 (5): 1077– 1081.
- Brent, B. E And E. E. Bartley. 1984. Thiamin and niacin in the rumen. J. Anim. Sci. 59:813-822.
- Brock, T. D y M. T. Madigan. 1993. Microbiología. Sexta edición. Prentice Hall-Hispanoamericana. México.
- Campbell, J. M, M. R. Murphy, R. A. Christiansen and T. R. Overton. 1994. Kinetics of niacin supplements in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 77:566-575.
- Chas, H. H, C. H. Kick, E. W. Burrougs, R. M. Bethke, A. F. Schalk and P. Gerlaugh. 1941. Studies on riboflavin and thiamin inthe rumen content of cattle. J. Nutr. 21:85-92.

- Chavez, M. S. A. 2000. Efecto de la adición de vitaminas hidrosolubles a la dieta sobre el consumo de alimento en cabras en crecimiento. Tesis Licenciatura. UAAAN.
- Chiquette, J, C. L. Girard, and J. J. Matte. 1993. Effect of diet and folic acid addition on digestibility and ruminal fermentation in growing steers. *J. Anim. Sci.* 71:2793-2798.
- Cole, N. A, J. B. McLaren and D. P. Hutcheson. 1982. Influence of preweaning and B-vitamin on the feedlot receiving diet on calves subjected to marketing and transit steers. *J. Anim. Sci.* 54 (5) : 911 – 917.
- Cole, N. A, J. B. McLaren and M. R. Irwin. 1979. Influence of pretransit feeding regimen and posttransit B-vitamin supplementation on stressed feeder steers. *J. Anim. Sci.* 49 (2): 310 – 317.
- Conrad, H. R, and Hibbs. 1954. A high roughage system for raising calves based on early rumen development. IV. Synthesis of thiamine and riboflavine in the rumen as influenced by the ratio of hay to grain feed and initiation of dry fed consumption. *J. Dairy Sci.* 37:512-522.
- Cromm, J. W. JR, A. H. Rakes, A. C. Linnerud, G. A. Ducharme and J. M. Elliot. 1981. Vitamin B12 administration for milk fat synthesis in lactating dairy cows fed a low fiber diet. *J. Dairy. Sci.* 64: 1555 – 1560.
- Daugherty, M. S, M. L. Galyean, D. M. Hallford and J. H. Hageman. 1986. Vitamin B12 and monensin effects on performance, liver and serum vitamin B12 concentrations and activity of propionate metabolizing hepatic enzymes in feedlot lambs. *J. Anim. Sci.* 62: 452 – 463.
- Dumoulin, P. G, C. L. Girard, J. J. Matte and G. J. St-Laurent. 1991. Effects of a parenteral supplement of folic acid its interaction with level of feed intake on hepatic tissues and growth performance of young dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 69:1657-1666.
- Erickson, P. S. A. M. Trusk and M. R. Murphy. 1990. Effects of niacin source on epinephrine stimulation of plasma nonesterified fatty acid and glucose concentrations, on diet digestibility and on rumen protozoal numbers in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 120: 1648 – 1653.
- Erickson, P. S, M. R. Murphy , C. S. Mcsweeney and A. M. Trusk. 1991. Niacin absorption from the rumen. *J. Dairy Sci.* 74:3492-3495.

- Erickson, P. S, M. R. Murphy and J. H. Clark. 1992. Spplimentation of dairy co diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid i early lactation. *J. Dairy Sci.* 75: 1078-1089.
- Frobish, R. A and C. L. Davis. 1976. Theory involving propionate and vitamin B in the low-milk fat syndrome. *J. Dairy Sci.* 60:268-273.
- Fronk, T. J. and L. H. Schultz. 1979. Oral nicotinic acids as a treatment fo ketosis. *J. Dairy. Sci.* 62: 1804 – 1807.
- García, M. J. E. 1994. Comportamiento de cabras criollas en crecimient alimentadas con dietas a base de harinolina/sorgo y/ harinolina/cebada suplementadas con vitaminas del complejo B Tesis maestría. UAAAN.
- Germain, J. B and T. S. Sutton. 1951. The nutrition of the newborn dairy calf. IV The minimum riboflavin requirement. *J. Dairy Sci.* 34:28-36.
- Hafez, E. S. E, I. y A. Dyer, 1972. *Desarrollo y Nutrición Animal*. 2ª. Edición Editorial ACRIBIA, Zaragoza (España)
- Hale , W. H, A. L. Pope, P. H. Phillips and G. Bohstedt. 1950. The effect of th cobalt on the synthesis of vitamin B<sub>12</sub> in the rumen on sheep. *J. Anir Sci.* 94:414-419.
- Harris, L. E. 1970. *Nutrition Research Techniques for Domestic and Wi Animals. An International Record System and Procediures fi Analyzing Samples.* Animal Science Department Utah Sta University. Logan, Utah, U. S. A. Vol (1) pp 5001-5003.
- Hayes, B. W. G. E. Mitchell JR., C. O. Little and N. W. Bradley. 196 Concentrations of B-vitamins in ruminal fluid fed different levels ar physical forms of hay and grain. *J. Anim. Sci.* 25:539-542.
- Horner, J. L, L.M. Windle, C. E. Coppock, J. M. Labore, J. K. Lanham and D. I Nave. 1988. Effects of whole cottonseed, niacin, and niacinamide c in vitro rumen fermentation and on lactating holstein cows. *J. Dair Sci.* 71: 3334 – 3344.
- Horner, J. L, C. E. Coppock and G. T. Nave. 1986. Influence of niacin and who cottonseed on intake, milk yield and composition, and system responses of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 69: 3087 – 3093.
- James, P. And J. M. Elliot. 1984. Effects of cobalt or hydroxycolam supplementation on vitamin B-12 content and (S)- methylmalonyl Cc mutasa activity of tissue from cobalt-depleted sheep. *J. Nutr.* 11 660 – 670.

- James, C. W JR, A. H. Rakes, A. C. Linnerud, G. A. Ducharme. 1981. Vitar B<sub>12</sub> administration for milk fat synthesis in lactating cows fed a l fiber diet. J. Dairy. Sci. 64: 1555 – 1560.
- Jaster, E. A; D. F. Bell and T. A. McPherron. 1983. Nicotinic acid ser metabolitie concentrations of lactating dairy cows fed supplemer niacin. J. Dairy. Sci. 66: 1039 – 1045.
- Jaster, E. H and N. E Ward. 1990. Supplemental nicotinic acid or nicotinam for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 73:2880-2887.
- Jaster, E. H; G. F. Hartnell, G. F. And M. F. Hutjens. 1983. Feed supplemental niacin for milk production in six dairy herds. J. Da Sci. 66: 1046– 1051.
- Lora, J. A and N. A. Macleod. 1976. Effect of B complex vitamins performance of steers fed sugar cane. Trop. Anim. Prod. 1: 72 – Rep. Dominicana.
- Maynard, L. A, y J. K. Loosli. 1975. Nutrición Animal. 3ª. Edición Un Tipográfica Hispano-Americana.
- Mellado, M. 1991. Produccion de caprinos en pastoreo. Ed. UAAAN. Salt Coah. Mexico.
- Mendoza, H. J. M. 1983. Boletín Meteorológico para la Zona de influencia Universidad autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, salti Coahuila, México.
- Mertz, T. E. 1971. Bioquimica. 1ª. Edicion. Editorial. Publicaciones Cultur Mexico, D. F.
- Miller, B. L, J. C. Meiske and R. D. Goodrich. 1986. Effects of grain source e concentrate level on B-vitamin production and absorption in steers Anim. Sci. 62: 473 – 483.
- Mizwicki, K. L, F. N. Owens, H. R. Issacson and B. Shockey. 19 Supplemental dietary niacin for lambs. J, Anim. Sci. 41:4 (Abstract).
- Moinuddin, M, A. L. Pope, P. H. Phillips and G. Bohstedt. 1953. The effect rati on the riboflavin, and vitamin B<sub>12</sub> concentration of the blood and n of sheep. J. Anim. Sci. 12:497-506.
- Montañez, V. O. D. 1995. Digestibilidad *in vitro* de dietas suplementadas c vitaminas hidrosolubles. Tesis licenciatura UAAAN.

- Muller, L. D., A. J. Heinrichs, J. B. Cooper and Y. H. Atkin. 1986. Supplementing niacin for lactating cows during summer feeding. *J. Dairy Sci.* 69: 1416-1420.
- N. R. C. 1976. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C., U.S.A.
- NRC. 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Fifth revised Ed. National Academy of Science. Washington, D. C., U.S.A.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 15. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press. Washington, D. C., U.S.A.
- Overfield, J. R. And E. E. Hatfield. 1976. Dietary niacin for steers fed high grain diets. *J. Anim. Sci.* 43: 329 (abst. 452).
- Overfield, J. R. And E. E. Hatfield. 1976. Dietary niacin for steers fed corn silage diets. *J. anim. Sci.* 43: 329 (abst. 451).
- Poe, S. E, G. E. Mitchell JR. And D. G. Ely. 1972. Rumen development in lambs. III. Microbial B-vitamin synthesis. *J. Anim. Sci.* 34 (5): 826-829.
- Ramirez, A. S. 1997. Comportamiento productivo de Borregos de Engorde Suplementados con Monensina Sódica y/o Vitaminas del Complejo B. Tesis Maestría. UAAAN.
- Richard, T. R. and J. M. Elliot. 1982. Effect of factor B on vitamin B<sub>12</sub> status and propionate metabolism in sheep. *J. Anim. Sci.* 55 (1): 168 – 173.
- Riddell, D. O., E. E. Bartley and A. D. Dayton. 1980. Effect of nicotinic acid on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *J. Dairy. Sci.* 63: 1429 – 1433.
- Riddell, D. O., E. E. Bartley and A. Dayton. 1981. Effect of nicotinic acid on microbial protein synthesis *in vitro* and on dairy cattle growth and milk production. *J. Dairy. Sci.* 64: 782 – 791.
- Shimada, A. S. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1ª. Edición. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaría en México.
- Shields, D. R., D. M. Scheafer and T. W. Perry. 1983. Influence of nicotinic acid supplementation and nitrogen source on rumen microbial fermentation. *J. Anim. Sci.* 57: 1576 – 1583

- Schultz, L. H, S. Yamdag and R. Gill. 1986. Effect of nicotinic acid on lipid metabolism in ruminants. *J. Dairy Sci.* 51: 955 (abst. 33).
- Sutton, A. L. And J. M. Elliot. 1972. Effect of ratio of roughage to concentrate and level of feed intake on ovine ruminal vitamin B12 production. *J. Nutr.* 102: 1341 – 1346.
- Tejada, H. I. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México A, C. S., A. F. H, México, D. F pp. 311-316.
- Tejada, H. 1983. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizado en Alimentación Animal. INIP. SARH.
- Thornton, M. I and L. H. Schultz. 1975. Effects of nicotinic acid on blood glucose, plasma insulin, and removal of intravenously administered glucose in goats. *J. Dairy. Sci.* 58: 775 – 776.
- Thornton, J. H and L. H. Schultz. 1980. Effects of administration of nicotinic acid on glucose, insulin, and glucose tolerance in ruminants. *J. Dairy Sci* 63: 262-268.
- Waterman, R, J. W. Schawalm and L. H. Schultz. 1972. Nicotinic acid treatment of Waterman, R and L. H. Scultz. 1972. Nicotinic acid treatment of bovine ketosis. Effects on long-chain fatty acid compositions of plasma lipid fractions. *J. Dairy. Sci.* 55: 1454 – 1460.
- Waterman, R. and L. H. Schultz. 1973. <sup>14</sup>C Labeled palmitic acid metabolism in fasted, lactating goats following nicotinic acid administration. *J. Dairy Sci.* 56: 1569-1574.
- Zinn, R. A., F. N. Owens, R. L. Stuart, J. R. Dunbar and B. B. Norman. 1987. Vitamin supplementation of diets for feedlot calves. *J. anim. Sc* 65:267–277.

# APÉNDICE

# APÉNDICE A

**Análisis de varianza para consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO).**

Cuadro A.1. Análisis de varianza para consumo de materia seca (CMS).

Variable Y: Consumo de materia seca (kg/d)						
Tratamientos	Repeticiones					
Testigo	1.2550	1.4150	1.7450	1.2800	1.3640	1.3310
Con vitaminas	1.2260	1.7210	1.3670	1.2540	1.5700	1.2730
+ Variable X: Peso inicial de los animales (kg)						
Tratamientos	Repeticiones					
Testigo	27.0	22.0	29.0	20.0	27.0	26.0
Con vitaminas	18.0	26.0	22.0	22.0	25.0	22.0
Suma de cuadrados y productos cruzados						
	Xx	Y	Yy			
Tratamiento	21.333496	-0.027985	0.0000338			
Error	98.33008	3.990204	0.361446			
T+E	119.666504	3.962219	0.361485			
Análisis de varianza						
Fv	GL	SC	CM	F	P>F	
Covariable	1	0.161916	0.161916	7.3034*	0.021	
Tratamientos	1	0.030763	0.030763	1.3876Ns	0.261	
Error	9	0.199530	0.022170			
Total	11	0.392210				
Medias ajustadas						
Testigo	1.344229 <sup>a</sup>					
Con vitaminas	1.455938 <sup>a</sup>					

Letras iguales indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos.

CV = 10.6347 %

Coefficiente de regresión  $\beta_1 = 0.04058$

Cuadro A.2. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso (GDP).

Variable Y: ganancia diaria de peso (g/d)						
Tratamientos	Repeticiones					
Testigo	143.0	232.0	250.0	179.0	143.0	214.
Con vitaminas	288.0	286.0	357.0	1966.0	321.0	250.
Suma de cuadrados y productos cruzados						
	Xx		Y		Yy	
Tratamiento	21.333496		-716.000000		24030.750000	
Error	98.333008		107.500000		26017.500000	
T+E	119.666504		-608.500000		50048.250000	
Análisis de varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Covariable	1	117.521576	117.521576	0.0408Ns	0.83	
Tratamientos	1	21054.070313	21054.070313	7.3161*	0.02	
Error	9	25899.978516	2877.775391			
Total	11	47071.570404				
Tratamiento	Medias ajustadas					
Testigo	192.042374b					
Con vitaminas	284.457642 <sup>a</sup>					

CV. = 22.51622 %

Coeficiente de regresión  $\beta_1 = 1.09322$ 

Cuadro A.3. Análisis de varianza para conversión alimenticia (CA).

Variable Y: conversión alimenticia (CA kg MS/kg GP)						
Tratamientos	Repeticiones					
Testigo	8.80	6.10	7.0	7.20	9.50	6.20
Con vitaminas	4.30	6.0	3.80	6.400	4.90	5.10
Suma de cuadrados y productos cruzados						
	Xx		Y		Yy	
Tratamiento	21.333496		19.066772		17.040863	
Error	98.333008		15.283325		14.541687	
T+E	119.66650		34.350098		31.582550	
Análisis de varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Covariable	1	2.375398	2.375398	1.7572Ns	0.216	
Tratamientos	1	9.556114	9.556114	7.0691*	0.025	
Error	9	12.166289	1.351810			
Total	11	24.097801				
Tratamiento	Medias ajustadas					
Testigo	7.259435b					
Con vitaminas	5.290565 <sup>a</sup>					

Letras iguales indican que no existe diferencia estadística entre los tratamientos.

+ significa que la variable peso inicial de los animales (x) es para CMS, GDP y CA.

Ns = No significativo

\* = Significativo.

CV. = 18.52867 %

Coeficiente de regresión =  $\beta_1 = 0.15542$

**Cuadro A.4. Análisis de varianza para digestibilidad *in vitro* de la materia seca (por ciento (% DIVMS)).**

Tratamiento	repeticiones									
Testigo	77.21	76.28	77.16	76.5730	76.50	77.39	77.05	76.264	76.94	77.05
Con vitaminas	80.48	81.14	80.68	81.85	81.2980	80.326	80.15	80.03	81.36	80.15
Análisis de varianza										
FV	GL	SC		CM		F	P>F			
Tratamientos	1	77.031250		77.031250		269.3171**	0.000			
Error	18	5.148438		0.286024						
Total	19	82.179688								

CV = 0.68 %.  
\*\* = Altamente significativo

**Tabla de medias**

Tratamiento	Medias
Testigo	76.8977b
Con vitaminas B	80.8234a

Letras diferentes indican que existe diferencia entre las medias de respuesta de los tratamientos

**Cuadro A.5. Análisis de varianza para digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en porcentaje (% DIVMO)**

Tratamiento	repeticiones									
Testigo	72.22	72.02	71.71	71.42	71.42	72.54	71.32	71.92	71.24	72.05
Con vitaminas B.	71.63	71.50	71.87	72.39	75.20	73.22	71.42	72.05	72.18	71.87
Análisis de varianza										
FV	GL	SC		CM		F	P>F			
Tratamientos	1	1.437500		1.437500		1.9380	0.178			
Error	18	13.351563		0.741753						
Total	19	14.789063								

CV = 1.20 %

**Tabla de medias**

Tratamiento	Medias
Testigo	71.780998
Con vitaminas	72.320000

No se hace prueba de medias, ya que no existe diferencia significativa entre medias de los tratamientos.