

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

"SUPLEMENTACION PROTEINICA Y MINERAL A TORETES
PASTOREANDO ESTRELLA DE AFRICA (*Cynodon plectostachyus*, K. Schum)".



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL



PRESENTA:

JULIAN COTERA RIVERA

OCTUBRE DE 1996

C
1196



BIBLIOTECA ZOOTECNIA

K negro

ESTA TESIS FUE REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR INDICADO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL CON ORIENTACIÓN EN NUTRICIÓN DE RUMIANTES

JURADO EXAMINADOR



PRESIDENTE:

M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO



SECRETARIO:

Dr. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ



VOCAL:

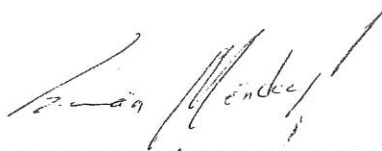
Dr. FRANCISCO JOSE ZAMUDIO SÁNCHEZ

REPRESENTANTE DE LA
COORDINACIÓN DEPARTAMENTAL
DE ESTUDIOS DE POSTGRADO EN
PRODUCCIÓN ANIMAL



Dr. CARLOS F. MARCOF ALVAREZ

REPRESENTANTE DE LA
COORDINACIÓN DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO



M.C. GERMAN MÉNDEZ EGUÍA-LIZ

Octubre de 1996

A-1717

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIRECCION ACADEMICA
CHAPINGO, MEXICO.

AUTORIZACION DE EXAMEN DE GRADO				41152
FOLIO	FECHA			
	DIA	MES	AÑO	
622.0/9411806-7	18	OCTUBRE	1996	

C. M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO PRESIDENTE

C. DR. PEDRO ARTURO MARTINEZ HERNANDEZ ASESOR

C. DR. FRANCISCO JAVIER ZAMUDIO SANCHEZ ASESOR

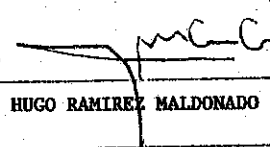
C. M.C. GERMAN MENDEZ EGUIA-LIZ REPRESENTANTE COORD. GRAL. ESTUDIOS DE POSTGRADO

C. DR. CARLOS F. MARCOF ALVAREZ REPRESENTANTE COORD. DEPTAL. ESTUDIOS DE POSTGRADO

EN VISTA DE HABER SIDO SATISFECHOS LOS REQUISITOS QUE ESTABLECE EL REGLAMENTO ACADEMICO EN VIGOR, ESTA DIRECCION TIENE A BIEN AUTORIZAR EL EXAMEN DE GRADO AL C. JULIAN COTERA RIVERA PASANTE DE LA CARRERA DE **MAESTRO EN CIENCIAS** EN: "PRODUCCION ANIMAL CON ORIENT. EN: NUTRICION DE RUMIANTES" POR LO QUE RUEGO A USTED PRESENTARSE EN EL SALON N° LA SALA DE EXAMENES DE GRADO DEL DEPARTAMENTO DE ENSEANZA E INVESTIGACION EN COORD. DE POSGRADO EN NUTRICION DE ESTA UNIVERSIDAD EL DIA 21 DEL MES DE OCTUBRE A LAS 7:00 HRS. CON EL FIN DE INTEGRAR EL H. JURADO QUE DEBERA PRACTICAR EL EXAMEN DE GRADO ARIIBA MENCIONADO.

A T E N T A M E N T E
"ENSEÑAR LA EXPLOTACION DE LA
TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"

EL DIRECTOR ACADEMICO

P.x. 

DR. HUGO RAMIREZ MALDONADO



C.C.P.-DEPTO. DE ZOOTECNIA

C.C.P.-C. PASANTE JULIAN COTERA RIVERA PARA SU CONOCIMIENTO

DASE - 012

HRM*JMAA*pnv***

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	i
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
IV. REVISION DE LITERATURA	5
4.1) Características del pasto Estrella de Africa	5
4.2) La producción bovina	6
4.3) Pastoreo	8
4.4) Valor Nutritivo	9
4.5) Suplementación	11
4.6) Productos de proteína animal	13
4.7) Productos minerales	15
V. MATERIALES Y METODOS	17
5.1) Localización y descripción del área experimental	17
5.2) Duración del experimento	17
5.3) Tratamientos	17
5.4) Diseño Experimental	18
5.5) Animales y manejo	18
5.6) Manejo del Pastoreo	20
5.7) Variables de respuesta y su medición	21
5.8) Manejo y análisis de los datos	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	24
6.1) Fase 1.	24
6.2) Fase 2.	38
VII. CONCLUSIONES	49
VIII. LITERATURA CITADA	51

INDICE DE CUADROS

Página

1) Composición nutricional de productos proteicos de origen animal.	14
2) Ingredientes del suplemento.	19
3) Periodos de pastoreo rotacional en las las parcelas	21
4) Comportamiento productivo de toretes en Estrella de África recibiendo o no suplemento a 72 días de pastoreo.	24
5) Contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio del pastoreo.	27
6) Contenido de urea y minerales en plasma de los toretes a 72 días de pastoreo.	29
7) Diferencias (final-inicial) de contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes (Fase 1).	30
8) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio del pastoreo.	31
9) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes a 72 días de pastoreo.	33
10) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales de la diferencia (final-inicial) en plasma de los toretes (Fase 1).	36
11) Comportamiento productivo de toretes en Estrella de África recibiendo o no suplemento del 72 a los 140 días de pastoreo.	38
12) Contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al día 72 del pastoreo.	40
13) Contenido de urea y minerales en plasma de los toretes a los 140 días de pastoreo.	41
14) Diferencias (final-inicial) de contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes (Fase 2).	42
15) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio del pastoreo (Fase 2).	43
16) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes a los 140 días de pastoreo.	44
17) Coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales de la diferencia (final-inicial) en plasma de los toretes (Fase 2).	46
18) Reporte económico a la alternativa de suplementación proteínica y mineral a toretes en crecimiento pastoreando Estrella de Africa en época de seca.	47

SUPLEMENTACION PROTEINICA Y MINERAL A TORETES PASTOREANDO ESTRELLA DE AFRICA (*Cynodon plectostachyus* K. Schum.)¹

J. Coteria R.; M. Huerta B.²

Resumen

Un estudio fue efectuado para determinar el estado y la respuesta a la suplementación proteínica y mineral de ganado de carne en pastoreo en época de secas en el estado de Veracruz. Treinta y cuatro toretes con pesos iniciales de $266 \text{ kg} \pm 92$ se distribuyeron a dos tratamientos: a) pastoreo rotacional y, b) pastoreo rotacional + 355 g/cab/día de un suplemento que contenía harina de carne y hueso (34.9%), harina de sangre (22.5%), melaza de caña (25.3%) y premezcla mineral (17.3%); analizando cuatro bloques por tratamiento y 4 o 5 toretes por bloque, en un diseño bloques al azar. Se diseñó un pastoreo rotacional 7/28 de ocupación y descanso durante 140 días, en una superficie total de 8.0 ha en una pradera de Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus* K.Schum.) dividida en parcelas de 1.0 ha, con 5 potreros divisionales de 0.20 ha, y 4 parcelas por tratamiento. Las variables de respuesta determinadas fueron: el peso vivo de los animales, ganancia de peso, concentración de urea y minerales en plasma (P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Zn, relaciones Ca/P y Na/K) al inicio, a 72, y 140 días del experimento. Los datos del experimento fueron agrupados en dos fases. En la primera Fase, la suplementación incrementó el peso vivo ($P < 0.02$), la ganancia diaria de peso ($P < 0.05$), los niveles de P ($P < 0.01$) y Na ($P < 0.02$) y deprimió la concentración de Mg y la relación Ca/P ($P < 0.01$, respectivamente) en relación a los toretes en solo pastoreo. Se incrementó un 24% la ganancia diaria de peso que equivalen a 569 g adicionales por kg de suplemento proporcionado. En la segunda Fase, la suplementación incrementó la ganancia diaria de peso ($P < 0.02$) y los niveles de urea ($P < 0.01$) en plasma. Se incrementó un 5.2% la ganancia diaria de peso que equivalen a 79 g adicionales por kg de suplemento proporcionado. La suplementación puede permitir incrementar en un 21% la utilidad neta por hectárea en las condiciones en que se desarrollo el trabajo.

Palabras claves: Suplemento, Pastoreo, Bovinos, Engorda, Veracruz

¹ Parte de la tesis que presenta el primer autor para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal en la Universidad Autónoma Chapingo.

² Director de tesis. Profesor investigador del Programa de Maestría en Ciencias en Producción Animal de la Universidad Autónoma Chapingo.

PROTEIN AND MINERAL SUPPLEMENTATION OF BULLS GRAZING IN STAR GRASS (*Cynodon plectostachyus* K. Schum.).

Summary

This study was conducted to determine the status and response to protein and mineral supplementation of grazing beef cattle during the dry season in Veracruz, México. Thirty four bulls with $266 \text{ kg} \pm 92$ average weight were allocated to two treatments: a) rotational grazing, and b) rotational grazing + 355 g/hd/day of supplement. It consisted of meat and bone meal (34.9%), blood meal (22.5%), cane molasses (17.3%) and mineral premix (17.3%). The experiment was a randomized block design with four blocks per treatment and four or five animals per block. The rotation was 7/28 day (occupation/rest) during 140 days in 8.0 ha of star grass (*Cynodon plectostachyus* K.Schum.) divided in plots of 1.0 ha with five paddocks of 0.20 ha and four plots per treatment. Variables measured were: live weight, live weight gain (LWG), urea and mineral concentration in blood plasma (P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Zn, ratios of Ca/P and Na/K) at 0, 72 and 140 days of the experiment. Data was grouped in two phases. During the first phase, the supplementation increased live weight ($P<0.02$), LWG ($P<0.05$), level of P ($P<0.01$) and Na ($P<0.02$); and decreased ($P<0.01$) the concentration of Mg and Ca/P ratio in relation control animals. There was a 24% increase in LWG which is equivalent to 569 g additional of LWG/kg of supplement. During the second phase, the supplementation increase the daily weight gain ($P<0.02$) and urea level ($P<0.01$) in blood plasma. There was a 5.2% increase in LWG which is equivalent to 79 g additional LWG/kg of supplement. Supplementation increase net profits by 21% under the conditions of this study.

Key words: supplement, grazing, beef cattle, Veracruz

I. INTRODUCCION

La actividad ganadera es sumamente importante dentro de la economía nacional, pero padece de problemas que ocasionan el no poder satisfacer la demanda de carne existente en el país.

La ganadería de bovinos para carne, ocupa aproximadamente la mitad del territorio nacional y se caracteriza por ser una actividad extensiva y de muy baja productividad en la que el sobrepastoreo es la práctica común. La SAGAR (1995) señala que la producción de bovinos en el trópico ocupa 25 % del territorio, aproximadamente 50 millones de hectáreas. La engorda de bovinos en las regiones tropicales está estrechamente ligada a las condiciones y potencial de producción de los potreros de estas áreas. Los toretes para abasto no están en condiciones de ser sacrificados antes de los tres años de edad, debido a que su desarrollo y engorde lo hacen en potreros con pastos de abundante producción forrajera pero de bajo valor nutritivo, y con una alta estacionalidad en la producción.

El potencial de rendimiento de materia seca de las gramíneas del trópico es muy superior al de las zonas templadas, pero su valor nutritivo es menor. Incluso en las condiciones de cultivo más favorables, este valor nutritivo relativamente bajo de las gramíneas tropicales, es un factor limitante con respecto al rendimiento del ganado individual, de tal forma que el alto potencial de producción de estos pastos debe ser utilizado mediante un número elevado de animales por hectárea, con el fin de obtener un alto nivel productivo por unidad de superficie (Butterworth, 1985; Poppi y McLennan, 1995).

El bajo valor nutritivo que presentan los pastos tropicales, generalmente restringen el rendimiento animal, siendo esto más grave en la estación seca del año, donde se observa que conforme aumenta la edad del forraje hay incrementos en el contenido de fibra y lignina, disminuyendo con esto el consumo voluntario y digestibilidad de los pastos; por tal razón los animales no alcanzan a llenar los requerimientos de energía, proteína y minerales necesarios para una producción mayor; por lo que la práctica de una suplementación adecuada puede representar una alternativa de solución.

Por lo anterior, el presente trabajo se planteó para evaluar el efecto de una suplementación proteínica y mineral, sobre la condición metabólica y el comportamiento productivo, de toretes en pastoreo rotacional en Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* K, Schum) en el estado de Veracruz.

Los objetivos del trabajo fueron:

- a).- Determinar la respuesta de toretes en crecimiento a la suplementación con proteína de origen animal y mezcla mineral en un Sistema de Pastoreo Rotativo en Estrella de Africa.
- b).- Determinar el estado mineral y de urea en plasma en toretes pastoreando Estrella de Africa y el efecto de la suplementación sobre estas variables.
- c).- Determinar la relación entre ganancia de peso y contenido plasmático de minerales y urea.
- d).- Determinar la viabilidad económica del uso del suplemento en la engorda de toretes.

Las hipótesis planteadas fueron:

- a).- Toretos en crecimiento en pastoreo recibiendo una suplementación con proteína de baja degradabilidad en rumen y un adecuado aporte de minerales, pueden mejorar su comportamiento productivo.
- b).- El estado mineral y de urea en plasma están relacionados con la ganancia de peso de toretes en pastoreo.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1) Características del pasto Estrella de Africa

El pasto Estrella de Africa es conocido también como Estrella Africana ó Grama Estrella. Pertenecce a la familia *Graminae*, Subfamilia *Eragrostoideae*, Tribu *Chloridea*, Género *Cynodon* y Especie *plectostachyus*. Es una gramínea perenne frondosa y rastrera que emite estolones de crecimiento rápido con entrenudos largos, con tallos de más de 3 metros de longitud, es agresiva y soporta bien el pastoreo (Mc Ilroy, 1991).

INTROD.

El pasto Estrella es muy difundido en zonas tropicales debido a sus características agronómicas, resistente a humedad y sequías y por su amplia adaptación a los diferentes tipos de suelo, desde arenosos hasta arcillosos, resistiendo parcialmente los suelos ácidos y salinos. Aunque en suelos ácidos llega a presentar rendimientos pobres de materia seca y baja persistencia (Robles, 1975; Torres, 1993).

Prod. de Forraje

La producción total anual de este pasto varía en trópico de 10 a 25 toneladas de MS/ha/año; la producción es mayor en época de lluvias, intermedia en la seca y es más baja en la época de nortes. El contenido de proteína cruda (PC) en base seca y la digestibilidad de la MS varían de 5.7 a 14% y de 35.4 a 55.7% respectivamente, dependiendo de la edad, época de corte y tipo de suelo (Meléndez *et al.*, 1980).

Man. de Pastoreo

Se ha demostrado en ensayos de corte y pastoreo que al pasto estrella se le debe permitir un período de descanso de cuatro a cinco semanas entre períodos de pastoreo o corte. Este período de descanso puede ser extendido por una a dos semanas más durante períodos de poco crecimiento vegetativo tales como en época de seca. El manejo anterior permite una persistencia excelente y producciones altas de materia seca, buen contenido de proteína (9 a 14 por ciento) y buena digestibilidad (55 a 59 por ciento). Si este período de descanso fuera acortado la calidad del forraje aumenta pero la persistencia del lote decrece. Si el período de descanso se alargara por más de seis

semanas, la persistencia mejora, pero la proteína cruda (7 a 8 por ciento) y la digestibilidad (48 a 52 por ciento) bajan bastante (Humphreys, 1991).

La producción del pasto Estrella de África en áreas tropicales está directamente influenciada por las condiciones climáticas; la lluvia, temperatura y radiación solar, factores que ejercen mayor influencia en la cantidad y calidad del forraje (Meléndez, 1980).

4.2) La producción bovina

La producción de ganado de carne en los trópicos es importante en términos económicos, sin embargo, la ganancia de peso y capacidad de carga (animales/ha) son limitadas (Paladines y Leal, 1979). En regiones tropicales y subtropicales la productividad bovina está relacionada con los cambios estacionales que influyen directamente en la cantidad y calidad de los forrajes que son la principal fuente de alimento (McDowell, 1985). Así, existen períodos con buenas ganancias de peso, seguidos por otros en donde una alta proporción de esta ganancia de peso se pierde, principalmente debido a la disminución en disponibilidad y calidad del forraje (McDowell, 1985; Preston y Leng, 1987).

La mayoría de los autores que han trabajado en condiciones tropicales atribuyen que en estas áreas las razones importantes que limitan el rápido crecimiento del ganado son : la calidad de los pastos y su marcada dependencia estacional durante el año.

En áreas de precipitaciones estacionales, los pastos perennes crecen rápidamente durante la primera fase de la estación húmeda, alcanzando rápidamente el estado de floración. Este crecimiento se detiene al inicio de la estación seca. Las partes aéreas del pasto se secan siendo poco palatables en este estado. El contenido de proteína, la digestibilidad y el consumo voluntario son bajos. Además, disminuyen los contenidos de fósforo y potasio, elevándose la fibra cruda y manteniéndose constante los contenidos de carbohidratos y calcio. Al comienzo de la siguiente estación húmeda, el crecimiento se inicia a expensas de las reservas almacenadas en las coronas y raíces. Este patrón de crecimiento se puede observar en los pastizales nativos de todo el mundo (McDowell, 1993).

Los rumiantes en los trópicos y subtropicos experimentan una marcada fluctuación estacional en el abastecimiento y la calidad de la pastura. Este patrón estacional da como resultado que en época húmeda haya ganancia en peso vivo y en época seca pérdidas de peso vivo, hasta que los animales alcancen el peso al mercado, lo cual ocurre a una edad aproximada de 3.5 años dependiendo de las condiciones climáticas y tipo de suelo (Poppi y McLennan, 1995).

Riquelme (1987) menciona que este fenómeno está asociado a los cambios estacionales en la producción de forrajes, ocasionados por la variación en factores climáticos (ambiente, precipitación, temperatura), dando como resultado épocas de abundancia y de escasez de nutrientes. Junto con los cambios cuantitativos (cantidad disponible) de forrajes, también se originan cambios cualitativos (contenido de nutrientes), que afectan la utilización de la cubierta vegetal por los animales.

Mas aun, de un año a otro, la variación observada en la producción de forrajes puede fluctuar entre 50 y 400% y como la carga animal generalmente permanece relativamente constante a través de los años, la disponibilidad de nutrientes por unidad animal es sumamente errática e impredecible en sistemas de pastoreo tradicional.

En términos generales, se han alcanzado ganancias de 0.8 a 1.2 kg/animal/día con pastos mejorados y excelente manejo en períodos cortos o épocas de crecimiento del pasto; pero cuando las ganancias se miden en años completos o períodos de ceba, raramente sobrepasan 0.6 kg/animal/día y llegan a tener promedios de 0.4 a 0.5 kg/animal/día (McDowell, 1993).

Investigadores en trópico señalan que la baja productividad es el resultado de una nutrición inadecuada, debido a limitaciones nutricionales de los forrajes, particularmente por baja digestibilidad de la MS y por un reducido contenido de N total de las especies forrajeras nativas (Preston y Leng, 1987). Las condiciones limitantes son los compuestos nitrogenados altamente degradables en el rumen, poca cantidad de aminoácidos disponibles y la poca proteína sobrepasante (Ellis *et al.*, 1987; Poppi y McLennan, 1995).

Para solucionar lo anterior, se han propuesto alternativas para incrementar la producción de carne en estas regiones, en la que se destacan trabajos de fertilización nitrogenada a pastos, asociaciones y bancos de proteína con leguminosas, suplementaciones alimenticias con fuentes de NNP (urea y pollinaza) y fuentes proteicas vegetales y animales (proteína de sobrepaso), (Ellis *et al.*, 1987; McDowell, 1985).

4.3) Pastoreo

El pastoreo es el método más económico de utilización de los forrajes que permite al ganadero reducir sus costos de producción. El manejo de praderas en este sistema de explotación no es sencillo debido a las interacciones suelo-planta-animal, por lo que se requiere conocer todos los factores que afectan tanto la producción de forrajes como la producción animal, para que su empleo sea exitoso (Paladines, 1966).

Una importante premisa es que una vez establecida la pradera, la filosofía de su manejo debe estar encaminada al prolongamiento de su vida útil y obtener los mayores rendimientos y ganancias de peso vivo, sin perjuicio de su persistencia (Valdés y Molina, 1990).

Uno de los principales problemas que enfrenta el ganadero al adoptar un sistema de pastoreo, es el conocer la cantidad de animales que puede soportar sus praderas sin que éstas se deterioren por un sobrepastoreo y, por otro lado, no tengan un desperdicio de forraje cuando introduzcan al potrero menos animales de los que éste puede soportar. Este problema se puede salvar si se conoce la relación existente entre planta-animal y al lograr un equilibrio entre el forraje producido por la pradera y el consumido por los animales (Barcena, 1981).

El conocimiento de la relación entre carga y productividad animal es condición necesaria para un buen manejo de la pradera. Así tenemos que, la carga animal óptima es la que alcanza el máximo de producción animal sin provocar el deterioro de la pradera y de los animales (Butterworth, 1985).

Los términos "capacidad de carga", "presión de pastoreo" y "carga animal", se utilizan comúnmente para expresar la producción animal en pastoreo y para definir el manejo de las praderas (Mott, 1977; Lascano, 1984). Cada una tiene su significado :

- * La capacidad de carga está en función de la pradera y equivale al número de unidades animales que puede soportar en estado productivo durante un año, sin deterioro de su condición.

- * La presión de pastoreo se define como el número de animales por unidad del forraje disponible por unidad de tiempo. Se considera una medida mas precisa que la carga, ya que está íntimamente relacionada con la disponibilidad de pastos y el peso vivo de los animales.

- * La carga animal se refiere al número de unidades animal por unidad de superficie, independientemente del tipo y cantidad de forraje presente. La decisión de carga que debe emplearse tiene un carácter local y está vinculada con el potencial de la pradera.

En el método de pastoreo rotacional esta implícito el manejo racionalizado de los cuarterones o potreros que forman el mismo, que permite la adopción de medidas que incrementen la eficiencia de utilización del pasto sin que se reduzca la carga y la productividad animal.

Generalmente, el método de pastoreo rotacional presenta ventajas en el comportamiento animal y de la pradera, cuando se emplea altas cargas sobre pastos cultivados (Barcena, 1981; Valdés y Molina, 1990).

4.4) Valor nutritivo

El valor nutritivo es la concentración de nutrientes en la dieta, o bien, la respuesta del animal por unidad consumida. El valor nutritivo de la dieta depende de la proporción de nutrientes digeridos (digestibilidad aparente) y la eficiencia con la cual éstos son absorbidos y utilizados por el animal (Mott, 1977; Lascano, 1984).

En pastoreo se menciona que el valor nutritivo implica, fijar que cantidad de un elemento particular se consume cuando es ofrecido al libre acceso (consumo voluntario); conocer la proporción del alimento consumido que es digerida en el tracto alimenticio (digestibilidad) y determinar la extensión en que los nutrientes digeridos se utilizan para la formación de tejidos corporales (Bárcena, 1981).

La calidad de los pastos varía según la madurez, condiciones climáticas, suelo y agua, especialmente en relación al contenido mineral que en gran parte refleja la composición del suelo (Butterworth, 1985). Las concentraciones de los nutrientes (energía, proteína, minerales) en los forrajes dependen de la interacción de varios factores entre los cuales se incluyen el suelo, la especie de planta, el estado de madurez, el rendimiento, el manejo de la pastura y el clima (Butterworth, 1985; McDowell, 1985).

Desde el punto de vista de producción, las ganancias de peso por animal y por unidad de superficie son evaluaciones prácticas de la calidad de los forrajes. Sin embargo, desde el punto de vista de nutrición, las ganancias de peso resultan insuficientes y se debe recurrir a otras mediciones, como digestibilidad, consumo, y utilización, para evaluarlos en forma más precisa (Lascano, 1984).

Existen muchos factores que afectan directamente la digestibilidad de un forraje, como son la especie animal, la edad del animal, el nivel de alimentación, la frecuencia de alimentación del animal, la especie forrajera, el estado de madurez y la composición relativa (Gutiérrez, 1991).

La cuantificación del consumo voluntario es uno de los factores de mayor importancia para estimar la digestibilidad de un forraje, pero su determinación bajo condiciones de pastoreo es difícil (Paladines, 1966). No existe un método directo para medir consumo de los animales en pastoreo y se estima generalmente, como el producto del volumen de heces excretadas y digestibilidad (estimada) del alimento consumido (Lascano, 1984).

4.5) Suplementación

El objetivo de utilizar un suplemento en praderas bajo pastoreo, no es siempre el incrementar la producción de carne o leche por animal, sino mejorar la eficiencia y la utilización del forraje (Ellis *et al.*, 1987); estableciendo que la suplementación es por definición, aquella que se ofrece a los animales en pastoreo en respuesta a una deficiencia física y nutricional del forraje, con el fin de subsanar y corregir el problema.

Riquelme (1987) menciona que el suplemento debe proporcionar los nutrientes requeridos por el animal y que no son proporcionados por la pradera, por lo que el suplemento debe ser diferente tanto en composición como en calidad, en relación a los componentes que tiene la pradera.

Se designan como suplementos aquellos alimentos destinados a corregir las deficiencias cualitativas de la dieta básica (pastos, forrajes y otros voluminosos) con el fin de satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y de la microflora ruminal (Ellis *et al.*, 1990)

La cantidad y tipo de suplemento que debe suministrarse dependerá de su concentración proteínica, energética y otros elementos (minerales, vitaminas, aditivos), del peso vivo, la edad de los animales, la ganancia esperada, la especie y calidad del pasto; es oportuno señalar la importancia de una amplia disponibilidad del alimento básico para garantizar el pleno consumo de éstos por los animales (Valdés y Molina, 1990)

En muchas áreas del mundo, las condiciones económicas imperantes hacen que un tipo determinado de suplemento no se justifique, sin embargo, en otras áreas este mismo suplemento se puede aplicar hasta cierto nivel con ventajas económicas (Mott, 1987).

Existen diversas fuentes de alimentos que pueden ser utilizadas como suplementos proteínicos y/o energéticos. Entre ellas destacan las de origen vegetal (pastas de oleaginosas, cereales en grano y subproductos), fuentes de N no proteínico (urea y biuret), y subproductos animales (harinas, de carne y hueso, pescado y sangre), (McDowell, 1993).

La mayoría de investigadores que han trabajado en trópico indican que tanto la presión de pastoreo como la suplementación de los animales, son factores de suma importancia que se deben de considerar cuando se trata de elevar la producción de carne, por unidad de superficie y mantener la pradera en condiciones favorables de producción. También se resalta el hecho de que la respuesta a la suplementación depende de la carga animal y de la naturaleza del suplemento, especialmente de su aceptabilidad en relación a la del forraje presente. La suplementación en pastoreo, ya sea en épocas críticas o en forma regular, cumple con la función de mantener un equilibrio, cuando la carga animal es demasiado alta o cuando la producción de forraje se ve disminuida (McDowell, 1993).

La suplementación provoca mejores resultados cuando la carga animal es alta, debido a que la suplementación disminuye la presión sobre la pradera y disminuye la competencia entre los animales por el forraje poco disponible. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que los animales suplementados en potrero pueden sustituir el forraje por el suplemento y que esta sustitución está directamente relacionada con la cantidad de suplemento proporcionado, especialmente si éste es más apetecible que el forraje (Mott, 1977).

Las principales metas prácticas de la suplementación en pastoreo son :

- a) Corregir las deficiencias nutricionales de los animales durante épocas críticas del año,
o en función del nivel de producción.
- b) Aumentar la producción con base a :
 - menor porcentaje de mortandad
 - aumentar producción de leche
 - mejorar ganancias de peso por día
 - acelerar pubertad
 - mayor porcentaje de pariciones
- c) Bajar los costos de producción, y
aumentar los beneficios económicos
- d) Conservación del recurso, pradera o pastizal, por contribuir a evitar el sobrepastoreo.

En general, la literatura indica que tanto la presión de pastoreo como la suplementación de los animales, son factores de importancia que deben considerarse cuando se trata de elevar la producción de carne por unidad de superficie y mantener la pradera en condiciones favorables de producción.

Se resalta el hecho de que la respuesta a la suplementación depende de la carga animal y de la naturaleza del suplemento, especialmente en relación al forraje presente. Se destaca que cada sistema producción-suplemento-animal tiene características propias y existe la necesidad de evaluarlos individualmente.

Las bajas producciones de carne/ha que generalmente se obtienen en las praderas en zonas tropicales, son debido principalmente a las bajas cargas animales empleadas en el potrero y a los sistemas de manejo y pastoreo utilizados tradicionalmente, aunado a reducidas ganancias diarias de peso en los animales (Butterworth, 1985; Torres 1993).

Las producciones de forraje en condiciones normales origina que se tenga que manejar un número racionalizado de animales en pastoreo para evitar el deterioro en la condición de la pradera y del animal, agravándose esta situación aún mas en épocas críticas de disponibilidad de forraje.

4.6) Productos de proteína animal

La harina de carne y hueso y harina de sangre son producidas por la industria de reciclamiento de subproductos animales. Las materias primas utilizadas son subproductos de industrias empacadoras y procesadoras de carne, rastros sanitarios, así como los recortes de establecimientos que manejan carne, tales como restaurantes y tiendas de menudeo. Estos productos son una fuente muy concentrada de proteína no degradable en el rumen, a diferencias de muchos otros productos proteínicos tradicionales tales como forrajes y proteínas vegetales (NRA, 1995; Sievert, 1972).

Los subproductos animales generalmente son de una calidad variables que depende de la materia prima empleada y del proceso que se haya seguido en su preparación. Las especificaciones de los subproductos de origen animal las establece la Asociación Americana de Inspectores Oficiales de Alimento Balanceado (Association of American Feed Control Officials, AAFCO). (NRA, 1995).

La harina de carne y hueso es un producto reciclado a partir de tejidos de mamífero incluyendo hueso pero excluyendo sangre, pelo, pezuña, cuerno y recortes de cuero. Deberá contener un mínimo de 4% de fósforo con un nivel de calcio no mayor a 2.2 veces el nivel real de fósforo (NRA, 1995).

La harina de carne y hueso es una fuente muy valiosa y de excelente calidad de fósforo, calcio y otros minerales; en realidad, es la fuente utilizada como base de comparación cuando se ensayan otros fosfatos en cuanto a calidad y eficacia (Sievert, 1972). La harina de carne y hueso tiene un alto contenido de lisina, pero es baja en triptofano, histidina e isoleucina. El valor de esta harina radica en su contenido de proteína, grasa y minerales (NRC, 1989).

La harina de sangre se produce a partir de sangre animal limpia y fresca, excluyendo todo material extraño como pelo. La harina de sangre se procesa deshidratándose con métodos de alta temperatura por corto tiempo, tales como el "flash ring" o el "spray drying". Resultando en un producto palatable, de color uniforme, con alto contenido de lisina y histidina (alrededor del 7% de la proteína cruda), y digestibilidad entre el 80 y 90% (NRA, 1995).

La harina de sangre es rica en todos los aminoácidos esenciales y limitante en aminoácidos azufrados (metionina y cistina), debido a su alto contenido de proteína (Cecava y Parker, 1993). Es una fuente rica en magnesio, sodio, azufre, hierro, selenio, pero deficiente en potasio, manganeso y zinc (NRC, 1989).

El Cuadro 1 reporta la composición promedio de la harina de carne y hueso y harina de sangre.

**CUADRO 1. COMPOSICION NUTRICIONAL DE PRODUCTOS
PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL**

<i>Componente</i>	<i>Harina de carne y hueso</i>	<i>Harina de sangre</i>
Materia seca, %	93.0	93.0
Energía, Mcal/kg	2.30	2.50
Proteína cruda, %	50.40	88.90
Fibra cruda, %	2.40	0.90
Grasa, %	8.60	1.00
Calcio, %	10.10	0.30
Fósforo, %	5.40	0.30
Fósforo disponible, %	5.00	0.25
Proteína de escape, %	50.00	84.60
Aminoácidos, %		
Arginina	3.60	3.80
Lisina	2.60	8.90
Metionina	0.70	1.50
Cistina	0.30	1.50
Tryptofano	0.30	1.10

Fuente: NRC, (1989) y NRA, (1995).

4.7) Productos minerales

Los elementos minerales constituyen de 4 a 6% del cuerpo del animal vertebrado y son muy importantes en el campo de la nutrición, debido a la función bioquímica que desempeñan en el organismo. Desempeñan múltiples funciones fisiológicas y catalíticas de importancia bioquímica, ya que actúan en el metabolismo y en la salud animal; como constituyentes óseos y dentales, dan rigidez a las diversas estructuras del esqueleto; forman parte de las proteínas y lípidos que componen los músculos, órganos, células sanguíneas y otros tejidos suaves del cuerpo. Estos constituyentes se dividen en macro y microelementos en dependencia de la cantidad en que entran a formar parte del organismo animal (Underwood, 1983),.

Veintiseis elementos son reconocidos como requeridos por alguna (por lo menos una) especie animal. Los macroelementos esenciales para los procesos fisiológicos son: calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, azufre y cloro, y los microelementos o elementos trazas son: arsénico, boro, cadmio, cromo, cobalto, cobre, fluor, yodo, hierro, plomo, litio, manganeso, molibdeno, níquel, selenio, silicio, estaño, vanadio y zinc (McDowell, 1993). Los macrominerales se requieren y están presentes en los ingredientes alimenticios en niveles más altos que los minerales trazas (NRA, 1995).

La utilización de los minerales en el organismo animal está afectada por diversos factores como son: el tipo y nivel de producción, raza, especie, edad, el sexo, el consumo, el pH del tracto digestivo, interrelaciones entre minerales, fuente de los elementos minerales, etc. (Underwood, 1983).

La composición y concentración de minerales en los forrajes varía de acuerdo a la interrelación entre factores como la edad de la planta, el suelo y su fertilización, las diferencias entre especies y variedades, estaciones del año e intervalo de corte y pastoreo, el manejo y el rendimiento (McDowell *et al.*, 1983).

La alimentación del ganado bovino de ceba, basada en pastos y forrajes, requiere por lo general, una suplementación mineral adicional, debido a que gran parte de estos alimentos, sobre todo en países tropicales, presentan deficiencias y desbalances múltiples de macro y microminerales (Valdés y Molina, 1990; McDowell, 1993).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1) Localización y descripción del área experimental

El trabajo de campo con los toretes se desarrolló en los terrenos del rancho "El Vado", de razón social privada, ubicado en el Municipio de Tlacojalpan, Veracruz. El rancho está localizado dentro del área de influencia de la Cuenca del Papaloapan, a una altitud de 35 msnm. El clima es de tipo cálido húmedo (Am) según la clasificación de Kooppen. La precipitación promedio anual es de 1650 mm ; siendo los meses de febrero a mayo la época de seca. La temperatura media anual es de 25 °C; siendo la mensual máxima promedio de 35.5 °C y la mínima 16.5 °C.

El terreno es de topografía con pendiente suave y uniforme; el suelo con profundidad de hasta 1.5 metros, con buena humedad y drenaje interno de moderado a deficiente, con textura arcillosa a francoarcillosa cuyos horizontes superficiales son cafés a grises.

5.2) Duración del experimento

El trabajo en campo con los toretes tuvo una duración total de 160 días, iniciando el 31 de enero de 1996 y finalizando el 09 de julio de 1996. Los primeros 20 días fueron considerados como etapa de adaptación de los animales al potrero y al manejo en cercos eléctricos y a partir del día 21 de iniciado se desarrolló el período experimental de pastoreo rotacional y suplementación de los animales que tuvo una duración de 140 días.

5.3) Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos los cuales fueron :

T1 = Pastoreo rotacional solo

(testigo).

T2 = Pastoreo rotacional + 355 g de suplemento/ torete/ día

(suplementación).

El suplemento se proporcionó diariamente en comederos portátiles durante el período de pastoreo de los animales en cada potrero; la composición del suplemento se muestra en el Cuadro 2. El aporte aproximado de proteína cruda y proteína no degradable en rumén representa el 20 y 40% de los requerimientos (NRC, 1984), respectivamente. Para el caso de los minerales este suplemento aportó el 90, 43, 131, 11, 61, 21, 100, 86, 177, 74, 162, 125 y 81 de los requerimientos de calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, azufre, manganeso, hierro, cobre, selenio, cobalto, zinc y yodo, respectivamente.

El suplemento fue elaborado en campo una semana antes de ser proporcionado a los animales, preparando 250 Kg de suplemento cada 40 días, asegurando de este modo la cantidad y calidad de los ingredientes suministrados en el suplemento.

5.4) Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con dos tratamientos y cuatro bloques cada uno. Los 34 animales se bloquearon por peso en 8 grupos al inicio del experimento para los dos tratamientos, formándose 6 bloques con 4 animales c/u y 2 bloques con 5 animales c/u. Dado que a los 72 días del experimento se encontró que el bloque de animales mas pesado había alcanzado el peso al mercado, se decidió eliminar este bloque del experimento. Así mismo, como la ganancia de peso de los animales en esta etapa fue diferente, se decidió realizar el análisis de los datos considerando dos fases: 0-72 días (Fase 1) y 72-140 días (Fase 2). Por esta razón, para la segunda fase se contó con 24 animales divididos en dos tratamientos con tres bloques/tratamiento y cuatro animales por repetición.

5.5) Animales y su manejo

Se utilizaron 34 toretes con peso inicial de 266 ± 92 kg, tipo cruzado cebú x europeo provenientes de la misma explotación.

CUADRO 2.- INGREDIENTES DEL SUPLEMENTO

Ingredientes	Cantidad
H. de Carne y Hueso, kg	349.0
H. de Sangre, kg	225.0
Melaza, kg	252.7
CaCO ₃ , kg	83.6
Sal común, kg	56.33
Ortofosfato de Ca, kg	14.8
Oxido de Mg, kg	12.5
Sulfato de Mn, kg	2.37
Sulfato de Cu, kg	1.68
Selenito de Na, g	6.22
Carbonato de Co, g	6.22
Sulfato de Zn, kg	2.0
Etilen-diaminohidroyoduro, g	8.75
TOTAL, kg	1000.0
EM, Kcal/kg	2129.62
PC, %	39.51
Ca, %	7.07
P, %	1.97
Na, %	2.60
Cl, %	6.53
K, %	1.29
Mg, %	1.20
S, %	0.42
Mn,mg/kg	787
Fe, mg/kg	850
Cu,mg/kg	437
Se, mg/kg	2.9
Co, mg/kg	3.2
Zn, mg/kg	738
I, mg/kg	8.0

Se realizaron las siguientes actividades, con el fin de asegurar el adecuado desarrollo del trabajo experimental con los toretes en la pradera :

Acceso de los animales a sombra y a agua fresca y limpia todo el tiempo.

Se desparasitó contra endoparásitos al inicio y cada 50 días, con Levamizol al 12% vía intramuscular en dosis de 1cc/20 kg de peso vivo animal.

Se controlaron ectoparásitos con baños por aspersión, al inicio y cada 35 días con Pirimetrina, en dosis de 7cc/7 litros de agua/animal.

Se implantaron al inicio y a los 90 días con Zeranól, vía subcutánea bajo la oreja en dosis de 36 mg/animal.

Se administró complejo vitamínico ADE, al inicio y cada 35 días en dosis de 1cc/60 kg de peso vivo.

Se aplicaron vacunas contra Pasteurellosis (1 dosis/animal), Derriengue (1 dosis/animal), Septicemia Hemorrágica y Mal de paleta o carbunco (1 dosis/animal).

Los animales se sangraron para obtener muestras de plasma al inicio, a los 72 y a los 140 días del experimento.

Los animales se pesaron individualmente sin restricción al pastoreo al inicio, a los 72 días y al final del experimento en una báscula ganadera con capacidad de una tonelada.

5.6) Manejo del Pastoreo

Se diseñó un sistema de pastoreo rotacional en una superficie total de 8-00-00 ha de pasto Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus* K.Schum), la cual fue dividida en parcelas de 1-00-00 ha, con 5 potreros o cuarterones de 00-20-00 ha c/u; destinándose 4 parcelas a cada tratamiento.

El Pastoreo Rotacional comprendió lo siguiente :

35 días de Pastoreo = 7 y 28 días de ocupación y descanso respectivo en cada parcela.

35 días * 4 periodos de pastoreo = 140 días de pastoreo

El último período de pastoreo se realizó en otro potrero de 6 hectáreas contiguo al utilizado dado que la sequía no permitió la recuperación de los potreros y se deseaba mantener una disponibilidad suficiente de forraje.

Los períodos de pastoreo rotacional se indican en el Cuadro 3.

CUADRO 3.- PERIODOS DE PASTOREO ROTACIONAL EN LAS PARCELAS.

TRATAMIENTOS	ROTACIONES	PERIODO DE PASTOREO
Pastoreo y	Primera	20 febrero al 25 marzo
Pastoreo + Suplemento	Segunda	26 marzo al 29 abril
	Tercera	30 abril al 03 junio
	Cuarta	04 junio al 09 julio

5.7) Variables de respuesta y su medición

Peso vivo.- Los pesos de los animales se determinaron en el día 0, 72 y 140 del experimento, pesando los animales individualmente en una báscula de una tonelada.

Ganancias de peso. La ganancia de peso animal individual, por tratamiento y por hectárea se determinó para la primera fase (día 0 a 72) y la segunda fase (día 72 a 140) mediante la diferencias de peso dividida entre el número de días.

Minerales y urea en plasma.- Se colectaron muestras de sangre en los días 0, 72 y 140 del experimento mediante punción de la vena yugular. Las muestras de sangre se colectaron en tubos de vidrio con vacío (Vacutáiner) y heparina manteniéndose en refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) y antes de 24 horas se centrifugaron a 2500 rpm durante 15 minutos para separar el plasma. El plasma fue almacenado en refrigeración en el laboratorio de Nutrición de Rumiantes del departamento de Zootecnia de la UACH, hasta su análisis para Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Fe, Zn y urea.

El análisis de fósforo se realizó mediante colorimetría en un espectrofotómetro Coleman modelo 6/20 y el resto de los minerales mediante espectrofotometría de absorción atómica en un aparato Perkin-Elmer modelo 4000 según la técnica descrita por Fick *et al.* (1979).

La urea se analizó con un equipo de reactivos de Merk® (merkotest) con el procedimiento de la reacción de Berthelot. Además de los valores absolutos de los minerales y urea en cada momento de muestreo, se calculó la diferencia entre el contenido inicial y final (final-inicial) de minerales y urea para cada fase.

Rentabilidad del suplemento.- Se estimaron los costos e ingresos para cada uno de los grupos experimentales y se determinó la utilidad bruta, utilidad neta y tasa de rentabilidad financiera.

5.8) Manejo y análisis de los datos

El modelo estadístico empleado fue :

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta(r)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde :

Y_{ijk} = Valor de la variable respuesta correspondiente al i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque y k -ésima repetición.

μ = Media general

τ_i = Efecto que produce el i -ésimo tratamiento

$i = 1 \text{ a } 2$

$\beta(r)_{jk}$ = Efecto que produce la k -ésima repetición dentro de j -ésimo bloque

$j = 1$ a 4 (1ª Fase) ó $j = 1$ a 3 (2ª Fase)

$k = 1$ a 4 (B1 a B3) ó $k = 1$ a 5 (B4)

ϵ_{ijk} = Error experimental en el i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque y k -ésima repetición

Se realizó un análisis de correlaciones que incluyeron pesos iniciales y finales, minerales y urea en plasma y ganancias de peso. Con la finalidad de determinar que variables medidas en suero (minerales y urea) explicaban la ganancias de peso se realizó un análisis de regresión múltiple con el procedimiento "stepwise".

Los resultados obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS (1985) con el procedimiento GLM para análisis de varianza, el procedimiento CORR para análisis de correlación y el procedimiento STEPWISE para determinar las ecuaciones de regresión que mejor explicaran la ganancia de peso.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

6.1) FASE 1.

Características de las respuestas animales a 72 días de pastoreo.

En el Cuadro 4 se reporta el comportamiento de los toretes en peso vivo, ganancia de peso y producción animal a 72 días de pastoreo.

CUADRO 4.- COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TORETES EN ESTRELLA DE AFRICA RECIBIENDO O NO SUPLEMENTO A 72 DIAS DE PASTOREO.

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
No. de animales	17	17	
Peso vivo, kg.			
inicial,	265	267	0.40
final,	312	329	0.02
Ganancia de peso vivo			
g/día,	655	857	0.01
Incremento/kg. de suplemento	0	569	
Producción			
Carga animal/ha	4.25	4.25	
GDP / ha / día, kg.	2.78	3.64	

Los pesos iniciales promedio de los animales fueron similares ($P=0.40$) entre tratamientos. La suplementación incrementó ($P<0.02$) el peso final y la ganancia de peso ($P<0.01$) en relación a los toretes en solo pastoreo.

La ganancia diaria de peso (GDP) encontrada en los toretes se considera muy buena en relación al promedio de ganancia (453 g/día) reportada por Tafoya (1989) en un resumen de 109 reportes de trabajos realizados bajo condiciones tropicales. La diferencia con Tafoya, puede

atribuirse al sistema de pastoreo empleado, condición de la pradera y época del experimento. Aún cuando en los sistemas de pastoreo rotacional no se demuestran efectos importantes sobre la ganancia diaria de peso (Tafoya, 1989; Butterworth, 1985), bajo condiciones tropicales y con pasto Estrella de Africa se han observado incrementos importantes en la ganancia diaria de peso y en la producción de carne por hectárea cuando se incrementa la carga animal (Humphreys, 1991). Esto se debe probablemente en algunos casos a que el productor mantiene cargas bajas con forraje abundante con alto grado de madurez. Por ello, cuando se intensifica el pastoreo el forraje es de mejor calidad.

El incremento de 24% en la GDP por efecto de la suplementación que equivale a 569 g adicionales por kg de suplemento es superior al valor de 372 g por kg de suplemento proteínico reportado por Huerta (1993) en una revisión de 20 reportes. Estas diferencias pueden deberse a que en el presente experimento se utilizaron fuentes de proteína sobrepasante exclusivamente y se completaron minerales para tratar de alcanzar una ganancia de peso mayor a 800 g/día.

La producción de GDP/ha obtenida con los toros en pastoreo solo es superior al promedio encontrado por diversos investigadores en el trópico húmedo mexicano, estas diferencias se explican porque en este experimento se utilizaron cargas animales mas altas (3.1 vs 4.25) que las empleadas normalmente (Tafoya, 1989) y por la mayor GDP de los animales del experimento.

El incremento en GDP/ha debido a la suplementación se explica por mayor incremento de peso/cabeza de estos animales dado que la carga animal fue la misma para los dos tratamientos. Aun cuando en la mayoría de los experimentos de suplementación de rumiantes en pastoreo se han encontrado efectos sustitutivos del suplemento (Morley, 1981), se ha sugerido incrementar la carga animal para aprovechar el forraje que se deja de consumir (Huerta, 1993). Sin embargo, en este experimento se esperaban efectos aditivos del suplemento, es decir que se incrementaría la utilización o consumo del forraje o ambos. Por ello cuando existen efectos aditivos del suplemento sería recomendable disminuir la carga animal. Dado que en este experimento la carga animal no se considera elevada en función de las condiciones de la pradera y que no se realizó un control estricto de la asignación de forraje se decidió mantener la misma carga animal durante el experimento en ambos grupos de animales.

El excelente comportamiento de toretes testigos y suplementados ocasionó que al término de esta fase los toretes del bloque mas pesado alcanzaron el peso del mercado (testigo= 427 kg.; suplementación= 469 kg.), razón por la cual fueron vendidos y eliminados del experimento. Aun cuando no era el objetivo del experimento evaluar el efecto de bloque (peso inicial), conviene destacar que los toretes del grupo mas pesado tuvieron un comportamiento con la misma tendencia que el resto de los animales, pero con respuesta superior a lo esperado. En los toretes suplementados y no suplementados se incrementó la ganancia de peso a medida que el peso inicial del bloque de los toretes fue mayor. Bajo condiciones de pastoreo, se espera que los animales mas pesados tengan mayor potencial de consumo de alimentos, con baja a mediana calidad energética (NRC, 1987) y menores requisitos de proteína que permitan mayor ganancia de peso. Los toretes del bloque mas pesado contenían 22% mas urea en sangre al inicio del experimento que los toretes del resto de los bloques, lo cual puede deberse a mejor balance entre el requisito de proteína y el consumo de la misma (Treacher, 1978). Al final de esta fase, los animales del bloque mas pesado en ambos tratamientos tenían menores concentraciones de urea en plasma (15 y 29% mg/dl para testigos y suplementados respectivamente) que al inicio del experimento (39 y 44 mg/dl respectivamente). Esta depresión de los niveles de urea en plasma en los animales de ambos tratamientos puede deberse al implante aplicado al inicio del experimento. Generalmente los implantes provocan una mayor acumulación de proteínas (Waggoner, 1985) que resultan en menores niveles de urea en plasma (Hernández *et al.*, 1986). Sin embargo, los niveles finales de urea en sangre en los animales suplementados del grupo mas pesado se encontraban dentro de lo considerado normal (Payne, 1978; Treacher, 1978), mientras que en los animales testigos se encontraban dentro del intervalo de deficiencia (<21 mg de urea/dl; Treacher, 1978), diferencias que podrían explicarse por el tipo de suplemento empleado. Esta situación podría explicar la alta respuesta en ganancia de peso de los animales suplementados del bloque mas pesado (1195 g/día) en comparación con los animales testigos (736 g/día) del mismo bloque. Así mismo, este bloque provoca que los promedios por tratamientos y la respuesta a la suplementación sean considerablemente elevadas. Efectos similares de peso en animales implantados se reportan por Castro (1986) en corto tiempo (90 días). Eliminando el bloque mas pesado, se encuentra un incremento en ganancia de peso de 15.3% en los toretes suplementados en comparación con los testigos y una respuesta de 267 g/kg de suplemento, lo cual es menor a los resultados recopilados por Huerta (1993).

En el Cuadro 5 se indican las concentraciones de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio del pastoreo.

CUADRO 5.- CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES AL INICIO DEL PASTOREO.

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea, mg/dl	34.7	37.4	0.19
Fósforo, ug/ml	83	86	0.64
Calcio, ug/ml	130	131	0.84
Magnesio, ug/ml	26	27	0.59
Potasio, ug/ml	191	222	0.01
Sodio, ug/ml	3210	3168	0.78
Cobre, ug/ml	0.66	0.68	0.72
Hierro, ug/ml	3.09	2.91	0.74
Zinc, ug/ml	1.04	1.03	0.86
Ca/P, ug/ml	1.61	1.57	0.77
Na/K, ug/ml	17.0	14.6	0.04
n	17	17	

Los niveles iniciales de urea en plasma son similares ($P>0.19$) entre los tratamientos, lo que es indicativo de un estado metabólico similar inicial de los toretes. Preston (1987) sugiere que los animales experimentales sean asignados a los tratamientos en función de su contenido de urea en plasma para eliminar diferencias del estado proteínico previo.

Los toretes que fueron asignados al tratamiento con suplemento tuvieron mayores ($P<0.01$) concentraciones de K en plasma que los animales testigos, lo cual está asociado a la menor ($P<0.05$) relación Na/K en este grupo. El resto de los minerales no fueron diferentes entre tratamientos al inicio del experimento.

Normalmente se esperaba que ambos grupos de toretes tuvieran las mismas concentraciones de urea y de minerales en plasma, dado que fueron asignados al experimento en bloques al azar en base al peso inicial; sin embargo, el peso de los toretes no es el mejor criterio para la asignación de los animales al experimento, ya que animales con un mismo peso pueden tener un estado nutricional diferente que afecte su comportamiento posterior.

Considerando los valores iniciales de los minerales en plasma, existían niveles por arriba del rango normal en la mayoría de los toretes para P (68%), Ca (82%) y Fe (74%). Por otro lado se encontraron deficiencias de Cu en el 47% y de Na en el 15% de los animales. Aunado a lo anterior y dado que algunos toretes (29%) tenían niveles elevados de K, la relación Na/K se considera baja.

Es probable que los excesos de P, Ca y Fe puedan deberse a la deficiencia de Cu que se ha demostrado ocasiona incrementos en los niveles de estos elementos en sangre (Aladro, 1996; Gutiérrez *et al.*, 1973). También se podrían incrementar cuando existen deficiencias de Mn, Zn, Se y vitamina E, dado que su deficiencia puede provocar incrementos en gradientes libres que liberan membranas celulares.

En el Cuadro 6 se reportan los contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes a 72 días de iniciado el pastoreo.

Los niveles de urea en plasma a los 72 días de pastoreo fueron similares ($P=0.53$) entre tratamientos y se consideran dentro del rango normal (Treacher, 1978).

La suplementación proteínica y mineral incrementó ($P<0.01$) los niveles de P y Na ($P<0.02$) en plasma, pero disminuyó ($P<0.01$) la concentración de Mg, Ca ($P=0.10$) y la relación Ca/P ($P<0.01$) en comparación con los animales testigos a los 72 días de iniciado el experimento.

Se considera que la suplementación incrementó los niveles de P, que a su vez ocasionó disminución de los niveles de Ca y Mg vía la paratohormona (Capen y Rosol, 1989).

**CUADRO 6.- CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA
DE LOS TORETES A 72 DIAS DE PASTOREO.**

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea, mg/dL	29.6	27.4	0.53
Fósforo, ug/ml	72	89	0.01
Calcio, ug/ml	131	127	0.10
Magnesio, ug/ml	28	26	0.01
Potasio, ug/ml	228	240	0.40
Sodio, ug/ml	2858	3207	0.02
Cobre, ug/ml	0.66	0.67	0.80
Hierro, ug/ml	2.74	2.82	0.84
Zinc, ug/ml	1.14	1.20	0.44
Ca/P, ug/ml	1.89	1.47	0.01
Na/K, ug/ml	13.1	13.7	0.49
n	17	17	

Huerta (1993) menciona que forrajes con alto contenido de proteína, en nuestro caso suplemento proteínico, pueden deprimir la absorción de Mg, siendo este efecto muchas veces a corto plazo. Normalmente, dietas y forrajes ricos en proteína también son ricos en K, por ello se cree que esta combinación puede deprimir aún más la absorción del Mg (Underwood, 1980).

Los animales que pastorean en el trópico tienden a ser más afectados por la deficiencia de Na debido a la sudoración excesiva, producto de la exposición a las altas temperaturas durante el pastoreo (McDowell, 1993). La suplementación ocasionó un menor porcentaje de toretes deficientes en Na (24%) en relación a los animales testigo (71%) según lo considerado normal por Kaneko (1989).

El Cuadro 7 muestra los cambios en los contenidos de urea y minerales en plasma entre el inicio y los 72 días en pastoreo.

CUADRO 7.- DIFERENCIAS (final - inicial) DE CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES (Fase 1).

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea mg/dL	-5.01	-9.81	0.19
Fósforo, ug/ml	- 10.65	3.41	0.04
Calcio, ug/ml	0.88	- 4.29	0.24
Magnesio, ug/ml	1.76	- 0.70	0.01
Potasio, ug/ml	37	17	0.30
Sodio, ug/ml	- 352	36	0.07
Cobre, ug/ml	0	0.007	0.87
Hierro, ug/ml	- 0.35	- 0.09	0.65
Zinc, ug/ml	0.10	0.18	0.43
Ca/P, ug/ml	0.28	- 0.11	0.02
Na/K, ug/ml	- 3.91	- 0.94	0.08
n	17	17	

Los toretes suplementados aumentaron las concentraciones plasmáticas de P ($P<0.04$) y Na ($P=0.07$) entre el inicio y los 72 días de pastoreo del experimento en relación a los toretes a solo pastoreo que disminuyeron sus concentraciones plasmáticas para estos minerales. Lo contrario sucedió con Mg ($P<0.01$) y la relación Ca/P ($P<0.02$). Para el caso de la relación Na/K, ésta disminuyó en ambos tratamientos entre el inicio y los 72 días de pastoreo, pero en mayor grado ($P=0.08$) para los toretes a solo pastoreo.

Los cambios en la concentración son mejores indicadores del efecto de la suplementación que los valores absolutos. El efecto principal de la suplementación fue mantener los niveles plasmáticos de P y Na y evitar una disminución drástica de la relación Na/K. Además, deprimió las concentraciones de Mg y la relación Ca/P.

El Cuadro 8 indica los coeficientes de correlación entre comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio del pastoreo.

La urea se relacionó positivamente con P y Mg ($P<0.05$) y los pesos inicial y pesos final ($P<0.01$), y negativamente con Na ($P<0.01$) y con la relación Na/K ($P<0.05$). El contenido de proteína y fósforo de los forrajes se encuentran relacionadas estrechamente (Butterworth, 1985), por lo cual se esperaba que en sangre suceda lo mismo con urea y fósforo en los animales en pastoreo. La relación positiva de la urea con el peso vivo de los animales se discutió anteriormente. La relación negativa de urea con Na y Na/K puede deberse a la relación negativa del Na y la relación Na/K con el peso vivo. En el caso del Mg, Piña (1990) reporta relaciones negativas entre urea y Mg.

El Ca se correlacionó positivamente con Mg ($P<0.01$) y Mg con la relación Ca/P ($P<0.05$) lo cual se puede deber a la estrecha relación entre Ca y Mg con paratohormona (Kaneko, 1989).

CUADRO 8.-COEFICIENTES DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES AL INICIO DEL PASTOREO.

	Urea	Ca	Mg	K	Na	Zn	Na/K
P	0.34*						
Na	-0.49**						
Mg	0.39*	0.71**					
Fe				0.41*			
Ca/P			0.37*				
Na/K	-0.41*						
PV inicial	0.50**	0.37*	0.65**		- 0.42*	0.43**	- 0.41*
PV final	0.49**	0.38*	0.66**		- 0.43*	0.42**	- 0.44**
GDP			0.44**	0.38*			- 0.43**

* SIGNIFICANCIA ($P<0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P<0.01$)

El hierro estuvo correlacionado con K ($P<0.05$), lo cual puede deberse a que estos dos componentes se encuentran dentro de los eritrocitos en mayor concentración que en plasma, e incrementan en forma conjunta en plasma cuando existe hemolisis.

Los toretes mas pesados tenían concentraciones mayores de Ca ($P<0.05$), Mg y Zn ($P<0.01$, para ambos) en plasma debido probablemente a los menores requisitos de los animales por unidad de aumento de peso. En cambio los animales mas pesados tenían menos Na y relación Na/K ($P<0.05$, para ambos) lo cual puede deberse a que los animales mas pesados contienen menos agua corporal y el Na es uno de los elementos extracelulares con mas alta capacidad de hidratación.

La GDP estuvo correlacionada positivamente con Mg ($P<0.01$) y K ($P<0.05$) y negativamente con la relación Na/K ($P<0.05$). Estas relaciones demuestran la importancia del estado nutricional inicial sobre el comportamiento posterior de los animales. En relación al Mg, Méndez (1989) reportó una correlación positiva con producción de leche en vacas en pastoreo. El contenido de K se ha asociado positivamente con peso de la camada al nacer en ovinos (Piña, 1990). La ecuación de regresión múltiple que mejor explica el comportamiento animal en función del estado inicial de urea y minerales en plasma es :

$$GDP = 0.474 + 0.0084 \text{ Ca} - 0.0467 \text{ Fe} - 0.0429 \text{ Na/K} \quad (r^2 = 0.37; P = 0.0036)$$

En esta ecuación, el Ca tiene efecto positivo sobre la ganancia de peso, aún cuando su nivel se considera excesivo. Esta asociación puede estar correlacionada con la relación positiva con Mg y de éste con ganancia de peso. El efecto negativo del hierro puede deberse a que este mineral se considera excesivo en la mayoría de los animales y que denota algun problema.. El efecto negativo de la relación Na/K puede deberse a que los animales con mayor contenido de K tienen mayores ganancias de peso y esto afecta la relación Na/K.

El Cuadro 9 reporta los coeficientes de correlación entre comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al día 72 de pastoreo.

CUADRO 9.-COEFICIENTES DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES A 72 DIAS DE PASTOREO.

	Urea	P	Ca	Mg	K	Cu	Fe	Zn	Ca/P	Na/K
Urea							0.45**	-0.36*		
Ca		- 0.46**								
Mg		- 0.55**	0.47**							
K		0.35*								
Cu		0.37*			0.40**					
Ca/P				0.65**		- 0.34*		0.37*		
Na/K				0.38*					0.35*	
inicial	-0.47**			0.38**			- 0.41*	0.54*	0.37*	0.43*
final	-0.45**			0.35**			- 0.41*	0.55*		0.46**
DP								0.37*		0.42*

* SIGNIFICANCIA ($P < 0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P < 0.01$)

La urea mostró relación positiva ($P < 0.01$) con Fe y negativas con Zn ($P < 0.05$), peso vivo inicial y peso vivo final ($P < 0.01$). La relación positiva de urea con Fe puede deberse a que este mineral es excesivo en los toretes, probablemente como consecuencia de la deficiencia de Cu en la mayoría de los toretes. La deficiencia de cobre puede provocar hemolisis de eritrocitos (Barnes y Frieden, 1985) que ocasiona incrementos de los niveles de Fe en plasma y daño renal (Fell *et al.*, 1985) que incrementa las concentraciones de urea en plasma (Finco, 1989). Por otro lado, la relación negativa de urea en plasma con el peso inicial y final de los toretes es contraria a la relación encontrada en estas variables al inicio del experimento, lo que puede deberse a que inicialmente los toretes mas pesados contenían mas urea en plasma y que al implantarlos respondieron mejor ennto y disminuyeron sus niveles de urea en mayor grado que los toretes mas livianos.

La relación negativa entre urea y Zn puede deberse a que las sustancias con actividad estrógenicas (implantes) disminuyen la urea en sangre e incrementan la movilización de Zn hepático (Hulz y Huerta 1990).

El P presentó correlaciones importantes negativas con Ca y Mg ($P < 0.01$) la cual se explica por el antagonismo entre estos minerales (McDowell, 1993; Underwood, 1981) y correlaciones positivas con K y Cu ($P < 0.05$).

El Ca mostró correlación positiva con Mg ($P < 0.01$) quien a su vez esta relacionado positivamente con Ca/P ($P < 0.01$). Esto se explica por la interacción metabólica entre ellos (Capen y Rosol, 1989).

Para el Mg se detectaron correlaciones positivas ($P < 0.05$) con Na/K, con peso vivo inicial y peso vivo final.

La relación positiva de Cu con P y K y negativas con Ca/P puede deberse a que en los animales suplementados se presentaron mayores concentraciones de P, K y de Cu.

Considerando que un 53% de los animales tenían concentraciones excesivas de Fe en plasma debido probablemente a una deficiencia de Cu, se puede pensar que los animales con mayor problemas por exceso de Fe serían los animales menos pesados (y mas juvenes) debido a sus mayores requerimientos y basados en la correlación negativa de Fe con peso inicial y peso final.

El Zn presentó correlaciones positivas ($P < 0.05$) con la relación Ca/P, peso inicial, peso final y GDP. El hecho de que el Zn se encuentre asociado positivamente con el peso de los animales, en los dos momentos de muestreo de esta fase puede deberse a un mejor balance entre requerimientos de Zn y aporte del mismo por los forrajes. Sin embargo, la asociación positiva con GDP es menos claro, dado que el suplemento no ocasionó cambios en las concentraciones de Zn y a que la asociación se produce con niveles de Zn dentro del rango considerado normal ($Zn > 0.7 \mu g/ml$; McDowell 1993), excepto dos animales que mostraron concentraciones deficientes de Zn. Este

problema se puede resolver si se analiza las relaciones entre GDP y concentraciones de Zn para cada tratamiento :

$$\text{Animales testigo : GDP} = 0.597 + 0.051 \text{ Zn} \quad (r^2 = 0.01; P = 0.66)$$

$$\text{Animales suplementados : GDP} = 0.211 + 0.537 \text{ Zn} \quad (r^2 = 0.35; P = 0.012)$$

El rango de valores de Zn en plasma fue de 0.09 a 1.68 mg/ml para los toretes testigo y de 0.65 a 1.61 mg/ml para los toretes suplementados. Por las ecuaciones anteriores se puede concluir que esta relación es significativa únicamente para el caso de los toretes suplementados, lo que implica que el suplemento favoreció esta relación por su aporte proteínico. Cuando los niveles de Zn son adecuados, la utilización de aminoácidos se mejora y se refleja con mejor comportamiento animal (Underwood, 1981). Olmos y Oropeza (1995) han demostrado que el consumo de alimento se maximiza cuando las concentraciones de Zn en plasma son de alrededor de 1.0 ug/ml en ovinos. Por lo citado anteriormente, la concentración de Zn en plasma considerada normal puede ser variable.

La relación Ca/P mostró correlaciones positivas ($P < 0.05$) con la relación Na/K y PV inicial. La relación Na/K indicó correlaciones positivas ($P < 0.05$) para PV inicial, GDP y PV final ($P < 0.01$). En este caso se muestran relaciones contrarias entre Na/K y peso vivo inicial, final y GDP en contraste al inicio. Esta situación se debe a que el suplemento incrementó las concentraciones de Na y provocó mayores ganancias de peso.

La ecuación que mejor explica la ganancia de peso en función de las concentraciones de urea y minerales a los 72 días del experimento es :

$$\text{GDP} = 0.1749 + 0.1982 \text{ Zn} + 0.0261 \text{ Na/K} \quad (r^2 = 0.24; P = 0.014)$$

Esta ecuación demuestra el efecto positivo del suplemento sobre la concentración de sodio y de la relación Na/K, y sobre la permisibilidad del efecto del Zn sobre el crecimiento.

El Cuadro 10 muestra los coeficientes de correlación entre comportamiento y contenidos de urea y minerales de la diferencia final-inicial en plasma de los toretes en la fase 1.

CUADRO 10.- COEFICIENTES DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES DE LA DIFERENCIA (final - inicial) EN PLASMA DE LOS TORETES (Fase 1).

	Urea	P	Ca	Mg	k	Na	Fe	Na/K
Urea				0.42*		-0.38*	0.49**	-0.42*
Mg			0.64**					-0.75**
Zn		-0.35*						
Na/K							-0.38*	
PV inicial	-0.61**	-0.34*				0.47**	-0.43*	0.54**
PV final	-0.59**				-0.39*	0.49**	-0.41*	0.58**
GDP				-0.40*	-0.50**	0.40*		0.55**

* SIGNIFICANCIA ($P < 0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P < 0.01$)

Los toretes que aumentaron su concentración de urea en plasma aumentaron su concentración de Mg ($P < 0.05$) y de hierro ($P < 0.01$), pero disminuyeron ($P < 0.05$) su concentración de Na y la relación Na/K. Asimismo los animales mas pesados disminuyeron ($P < 0.01$) su concentración de urea entre el inicio y final de esta fase. Estas relaciones confirman el efecto de la suplementación, que ocasionó decremento de la concentración de Mg, incremento de las concentraciones de Na, mantenimiento de la relación Na/K y una mayor depresión de las concentraciones de urea en plasma ($P = 0.19$; Cuadro 7) y mejor comportamiento en los animales mas pesados. Cuando se proporciona proteína de mejor calidad, disminuye la concentración de urea en plasma (Treacher, 1978).

Los toretes que incrementaron su concentración de P entre el inicio y el final de esta fase disminuyeron ($P < 0.05$) su concentración de Zn. El incremento de P fue mayor ($P < 0.05$) en los animales mas livianos. Considerando que los niveles de P eran excesivos en el 47% de los toretes al

final de esta fase y que la concentración de Zn fue una determinante importante en la ganancia de peso, se deduce que los niveles excesivos de P afectan las ganancias de peso de los animales. Aun cuando los toretes suplementados aumentaron su concentración de fósforo, el análisis de regresión de los cambios de fósforo y de zinc en toretes testigos y suplementados demuestra que el coeficiente de determinación y la pendiente son similares para ambos tratamientos, pero difieren en el intercepto. Esto provoca que los toretes suplementados manifiesten un incremento en la concentración de Zn ligeramente superior que los animales testigo ($P=0.43$; Cuadro 7).

Los toretes que aumentaron su contenido de Mg en plasma también aumentaron calcio, disminuyeron la relación Na/K y ganaron menos peso ($P<0.05$). Esto se puede deber a que la suplementación disminuyó la concentración de Mg en plasma, aumentó la concentración de sodio y mejoró la ganancia de peso.

Los toretes que aumentaron su concentración de K en plasma entre el inicio y el final de esta fase fueron los que ganaron menos peso y tenían un peso inicial o final menor. Esto puede deberse a que inicialmente algunos animales tenían concentraciones excesivas de K (24%; Kaneko, 1989) y al final el porcentaje aumentó a 50%, especialmente en los animales más livianos y no suplementados ($P=0.30$; Cuadro 7).

Los toretes con peso inicial o final más alto incrementaron sus concentraciones de Na en plasma ($P<0.05$ y $P<0.01$, respectivamente) que los de menor peso. Esto se atribuye en parte a que la suplementación incrementó el contenido de Na ($P=0.07$; Cuadro 7) y disminuyó el porcentaje de animales deficientes de 35 a 24%. En cambio, en los animales testigo las deficiencias se incrementaron de 24 a 76%.

Los toretes que incrementaron sus concentraciones de Fe disminuyeron ($P<0.05$) su relación Na/K en plasma entre el inicio y el final de esta fase y en aquellos animales con menor peso inicial y peso final ($P<0.05$).

La relación Na/K aumentó ($P<0.01$) en los toretes con mayor peso inicial y final y en aquellos que ganaron más peso ($P<0.01$).

La ecuación que mejor explica la ganancia de peso en función del cambio entre el inicio y a los 72 días de pastoreo considerando los metabolitos evaluados es :

$$GDP = 0.824 - 0.0272 \text{ Mg} + 0.0243 \text{ Na/K} \quad (r^2 = 0.40; P = 0.0005)$$

6.2) FASE 2.

Características de las respuestas animales de los 72 a los 140 días de pastoreo.

En el Cuadro 11 se reporta el comportamiento de los toretes en peso vivo, ganancia de peso y producción animal de los 72 a los 140 días de iniciado el pastoreo.

CUADRO 11- COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TORETES EN ESTRELLA DE AFRICA RECIBIENDO O NO SUPLEMENTO DEL 72 A LOS 140 DÍAS DE PASTOREO.

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
No. de animales	12	12	
Peso vivo, kg.			
inicial	264	270	0.14
final	299	307	0.20
Ganancia de peso vivo			
g/día	506	534	0.02
Incremento/kg. de suplemento	0	79	
Producción			
Carga animal/ha	4	4	
GDP / ha / día, kg.	2.02	2.14	

Los pesos iniciales y finales promedio de los toretes fueron similares ($P=0.14$ y $P=0.20$, respectivamente) entre tratamientos.

La suplementación incrementó ($P < 0.02$) la GDP en relación a los toretes testigo. Para los dos tratamientos la GDP se considera buena en relación al promedio de ganancia (453 g/día) reportada por Tafoya (1989) en condiciones de pastoreo en trópico. Sin embargo la ganancia es bastante menor en relación a la encontrada a los 72 días del pastoreo.

El incremento de 5.5% en la GDP por efecto de la suplementación que equivale a 79 g adicionales por kg de suplemento es muy inferior al encontrado (569 g/kg de suplemento) en los primeros 72 días de pastoreo. La diferencia puede deberse a que en la segunda Fase la época de seca fue marcada del inicio a los últimos días del experimento, lo que pudo disminuir la cantidad y contenido de nutrientes del forraje y reducir el consumo por stress calórico, situación que coincide con lo reportado por Holmes (1983) y Poppi y McLennan (1995). Otro factor es que los últimos 12 días del experimento coincidieron con la entrada de la temporada de lluvias lo que afectó la calidad del forraje, manifestándose en diarreas y reducciones en la GDP de los animales ocasionando que el incremento de peso en esta segunda fase se viera afectado. Lo anterior concuerda con lo reportado por Riquelme (1987), ya que menciona que la GDP presenta variaciones debido a factores climáticos (precipitación, temperatura, radiación solar, humedad) que afectan la utilización de la cubierta vegetal por los animales. La presentación de diarreas al inicio de las lluvias es una situación que reportan diversos ganaderos que pueden estar asociadas a deficiencias de cobre debido a que los forrajes inician su rebrote, contienen mas proteína y mas azufre que puede interferir con la absorción de cobre (McDowell, 1993). En los animales experimentales, las concentraciones promedio de cobre se encuentran en el límite crítico, lo que sugiere que existían deficiencias en alrededor del 50% de los toretes, lo cual coincide con el porcentaje de toretes que presentaban diarreas en ambos tratamientos.

En el Cuadro 12 se reporta el contenido de urea y minerales en plasma de los toretes al día 72 del pastoreo.

Los toretes suplementados contenían menores concentraciones de urea en plasma ($P < 0.02$) que los toretes testigo, lo cual puede atribuirse a la mejor calidad de la proteína que estaban recibiendo (Treacher, 1978; Syken, 1978) y al efecto del implante que ocasiona depresiones del

contenido de urea en plasma. Sin embargo, dado el mayor aporte de proteína en la dieta de los toretes suplementados, se esperaba un mayor contenido de urea en plasma (Treacher, 1978). En ambos tratamientos los niveles de urea se consideran normales (Treacher, 1978).

Los toretes que fueron asignados al tratamiento con suplemento tuvieron mayores concentraciones de P ($P=0.03$) y de Na ($P=0.06$) en plasma que los animales testigos. En cambio las concentraciones de Mg y la relación Ca/P fueron menores ($P=0.09$ y $P=0.02$, respectivamente) en los animales suplementados.

CUADRO 12.- CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES AL DÍA 72 DEL PASTOREO.

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea, mg/dL	35.74	26.76	0.02
Fósforo, ug/ml	77	94	0.03
Calcio, ug/ml	130	125	0.10
Magnesio, ug/ml	27	25	0.09
Potasio, ug/ml	234	249	0.30
Sodio, ug/ml	2760	3134	0.06
Cobre, ug/ml	0.68	0.69	0.75
Hierro, ug/ml	3.25	3.37	0.85
Zinc, ug/ml	1.05	1.07	0.83
Ca/P, ug/ml	1.76	1.36	0.02
Na/K, ug/ml	12.10	12.70	0.57
n	12	12	

En el Cuadro 13 se muestra el efecto de la suplementación proteínica y mineral sobre el contenido mineral en plasma de los toretes al final de la Fase 2.

La suplementación incrementó ($P<0.01$) los niveles de urea en plasma de los toretes en relación a los toretes testigo, debido probablemente al mayor aporte de proteína por el suplemento y disminución del efecto del implante.

El contenido de hierro fue menor ($P=0.06$) en los toretes suplementados y dentro del rango normal, por lo cual se puede concluir que la suplementación eliminó el problema del exceso de hierro detectado en los toretes.

CUADRO 13.- CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES A LOS 140 DIAS DE PASTOREO.

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea, mg/dl	22.58	27.83	0.01
Fósforo, ug/ml	77	82	0.37
Calcio, ug/ml	133	128	0.61
Magnesio, ug/ml	28	27	0.33
Potasio, ug/ml	212	199	0.37
Sodio, ug/ml	3044	2929	0.59
Cobre, ug/ml	0.68	0.65	0.66
Fierro, ug/ml	2.50	1.77	0.06
Zinc, ug/ml	1.18	1.15	0.73
Ca/P, ug/mi	1.75	1.57	0.28
Na/K, ug/ml	14.48	15.0	0.67
n	12	12	

El contenido de P, Ca, K, Na, CU y Zn así como las relaciones Ca/P y Na/K no fueron diferentes al final del experimento entre los toreted de los dos tratamientos. En relación a los problemas minerales encontrados al inicio del experimento, los toretes suplementados tenían menos problemas por exceso de Ca (88 vs 50%), menos problemas por exceso de K (53 vs 25%) y menos problemas por excesos de Fe (65 vs 17%). En cambio, los problemas por exceso de P se incrementaron ligeramente (65 vs 67%), así como las deficiencias de Na (35 vs 42%). La deficiencia de Cu disminuyó ligeramente (53 vs 42%).

Para los toretes del grupo testigo, los problemas por exceso de fósforo disminuyeron (71 vs 33%), los de exceso de calcio aumentaron (76 vs 83%), los de excesos de potasio aumentaron (6 vs 33%), los de deficiencia de sodio aumentaron (24 vs 50%) al igual que el cobre (41 vs 50%) y los de exceso de hierro disminuyeron (82 vs 58%).

El Cuadro 14 indica las diferencias del estado final e inicial en el contenido de urea y minerales en plasma de los toretes en la Fase 2.

CUADRO 14.- DIFERENCIAS (final - inicial) DE CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES (Fase 2).

<i>VARIABLE</i>	<i>Pastoreo</i>	<i>Pastoreo+Suplemento</i>	<i>Probabilidad</i>
Urea	-13.16	1.07	0.01
Fósforo, ug/ml	0.27	- 11.73	0.20
Calcio, ug/ml	2.33	2.98	0.95
Magnesio, ug/ml	0.08	1.33	0.16
Potasio, ug/ml	- 22.42	- 50	0.07
Sodio, ug/ml	284	- 206	0.12
Cobre, ug/ml	0	- 0.04	0.64
Hierro, ug/ml	- 0.75	-1.6	0.23
Zinc, ug/ml	0.13	0.08	0.68
Ca/P, ug/ml	- 0.02	0.22	0.34
Na/K, ug/ml	2.4	2.29	0.92
n	12	12	

La suplementación permitió mantener ($P<0.01$) los niveles de urea en relación a los toretes que no recibieron proteína adicional. Además la suplementación provocó una mayor disminución ($P=0.07$) de los niveles de K que en los toretes del grupo testigo.

Los valores absolutos encontrados para las demás variables de respuesta en este cuadro no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

El Cuadro 15 indica los coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes al inicio de la Fase 2.

CUADRO 15.- COEFICIENTE DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES AL INICIO (Fase 2)

	P	Ca	Ca/P	Cu
Urea				-0.48*
Ca	- 0.51*			
Mg		0.46*	0.52*	
GDP	0.48*	- 0.60**	- 0.56**	

* SIGNIFICANCIA ($P < 0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P < 0.01$)

Los toretes que contenían mas urea al inicio de esta segunda fase contenían menos cobre ($P < 0.05$) en plasma. Esta relación podría explicarse por la deficiencia de cobre en los animales experimentales, que se ha demostrado provocan lesiones renales (Finco, 1989) que a su vez ocasionan incrementos en el nivel de urea. Conviene señalar que en estos datos no se considera la información de los toretes que fueron eliminados por alcanzar el peso de mercado y que los problemas nutricionales son mayores en animales jóvenes. El fósforo se encuentra asociado negativamente con Ca ($P < 0.05$) y con la GDP ($P < 0.05$) debido probablemente a que el suplemento incrementó el contenido de P en sangre. El hecho de que el suplemento incrementará los niveles de fósforo era esperable, sin embargo, dado que el fósforo en plasma es excesivo la relación positiva con ganancia de peso es probable que no se deba al fósforo, sino a efectos indirectos del suplemento.

La relación positiva de Mg con Ca y con Ca/P ($P < 0.05$) era esperada y se ha manifestado de la misma forma en todos los resultados del experimento.

La relación negativa de Ca y Ca/P ($P < 0.01$) con ganancia de peso puede deberse al exceso de calcio que se detectó en la mayoría de los animales experimentales.

La ganancia de peso en esta fase en función del contenido de minerales se explica con la siguiente ecuación :

$$\text{GDP} = 1.581 - 0.0096 \text{ Ca} + 0.0014 \text{ K} - 0.165 \text{ Zn} \quad (r^2 = 0.55; P = 0.0021)$$

El efecto negativo del Ca se explica y confirma porque los toretes testigos tenían mayores concentraciones de este mineral. Así mismo, los animales suplementados con las mayores GDP y mayores concentraciones de Zn fueron eliminados del experimento, lo que provocó que permanecieran en el experimento animales con concentración relativamente altas de Zn y pobre comportamiento.

El Cuadro 16 reporta los coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de los toretes a los 140 días de pastoreo.

CUADRO 16.- COEFICIENTES DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES EN PLASMA DE LOS TORETES A LOS 140 DIAS DE PASTOREO.

	Mg	K	Fe
Urea			- 0.64**
Ca	0.65**	0.43**	
Na	0.48*		
Ca/P	0.54*		

* SIGNIFICANCIA ($P < 0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P < 0.01$)

Los toretes con mayor contenido de urea tenían menos Fe ($P<0.05$) en plasma. Esta situación puede estar asociada a que en los toretes suplementados los niveles de urea en plasma se mantuvieron durante esta fase en relación a los testigos (Cuadro 14), provocando concentraciones más altas al final del experimento, acompañados estos cambios por una movilización de las concentraciones de hierro en plasma especialmente en los toretes suplementados.

El Mg se relacionó positivamente con Ca ($P<0.01$) y relación Ca/P ($P<0.05$), lo cual se explica por el aumento de estos minerales especialmente en los animales suplementados.

El Ca se relacionó positivamente con K ($P<0.01$), esta asociación está dada principalmente porque en los toretes testigos se incrementaron los problemas por exceso de calcio y potasio.

El Mg y el Na se relacionaron positivamente ($P<0.05$) dado principalmente porque los toretes testigo que tenían niveles mas altos de Mg incrementaron de manera importante su contenido de Na (Cuadro 14).

La ecuación que mejor explica la ganancia de peso en función del contenido mineral al final de esta fase es :

$$GDP = 0.287 + 0.351 \text{ Cu} \quad (r^2 = 0.14; P = 0.08)$$

Esta ecuación corrobora el hecho de que alrededor del 50% de los toretes se encontraban deficientes en cobre y que un mejoramiento de las concentraciones plasmáticas de este elemento podría redundar en mejor comportamiento animal.

El Cuadro 17 muestra los coeficientes de correlación del comportamiento y contenidos de urea y minerales en plasma de la diferencia final-inicial de los toretes en la Fase 2.

Los toretes que disminuyeron su concentración de urea aumentaron su concentración de Na ($P<0.01$) y la relación Na/K ($P<0.05$) en plasma en esta fase lo cual puede estar asociado con un proceso de dilución de la muestra y con los toretes testigos, dado que en este grupo aumentó el sodio considerablemente.

Los toretes que aumentaron su concentración de Mg disminuyeron su concentración de fósforo ($P<0.05$), lo que se relaciona con el mayor incremento de Mg y disminución de P en los animales suplementados. Así mismo, el cambio en Mg se asoció positivamente con Ca ($P<0.01$) y la relación Ca/P ($P<0.05$). Por estas razones, el fósforo se asoció negativamente con la ganancia de peso ($P<0.05$), mientras que el Mg positivamente.

CUADRO 17.-COEFICIENTES DE CORRELACION DEL COMPORTAMIENTO Y CONTENIDOS DE UREA Y MINERALES DE LA DIFERENCIA (final - inicial) EN PLASMA DE LOS TORETES (Fase 2).

	P	Mg	Zn	Ca/P	Na	Na/K
Urea					- 0.63**	- 0.45*
P		- 0.46*				
Ca		0.58**				
K					0.62**	
Zn						0.42*
Ca/P		0.62*				
GDP	- 0.43*	0.48*	0.50*	0.50*		

* SIGNIFICANCIA ($P<0.05$)

** SIGNIFICANCIA ($P<0.01$)

Los cambios en la concentración de Zn y la relación Ca/P se asociaron positivamente con ganancia de peso ($P<0.01$). Es conveniente destacar que la relación Ca/P cambió por disminución del contenido de fósforo hacia niveles normales.

Los toretes que aumentaron su concentración de Na, también incrementaron su concentración de K ($P<0.01$), situación que sucedió principalmente en los toretes en solo pastoreo.

La ecuación de regresión que relaciona la ganancia de peso con el cambio en urea y minerales en esta segunda fase es :

$$GDP = 0.528 + 0.006 \text{ urea} + 0.375 \text{ Cu} + 0.241 \text{ Zn} + 0.136 \text{ Ca/P} \quad (r^2 = 0.74; P = 0.0001)$$

El Cuadro 18 reporta la alternativa económica por hectárea a la suplementación en las condiciones específicas en que se desarrolló el experimento en pastoreo con los toretes.

CUADRO 18.- REPORTE ECONOMICO A LA ALTERNATIVA DE SUPLEMENTACION PROTEINICA Y MINERAL A TORETES EN CRECIMIENTO PASTOREANDO ESTRELLA DE AFRICA EN EPOCA DE SECA.

Concepto	Pastoreo	Pastoreo+Suplemento
ANIMALES		
Carga / ha	4	4
Peso inicial, kg	266	266
Peso final, kg	430	430
Ganancia diaria, g	0.616	0.795
Incremento en peso, kg	164	164
Días de engorda	266	206
INGRESOS, \$	13,890.0	13,890.0
Venta de animales ^a	13,890.0	13,890.0
EGRESOS, \$	11,270.0	11,660.0
Compra de animales ^a	8590.0	8590.0
Renta de la tierra ^b	850.0	660.0
Mantenimiento ^c	300.0	300.0
Medicamentos ^d	200.0	200.0
Suplemento ^e	0.0	880.0
Mano de obra ^f	1330.0	1030.0
UTILIDAD BRUTA(I - E), \$	2620.0	2230.0
GASTOS FINANCIEROS^g, \$	2300.0	1843.0
UTILIDAD NETA (UB - GF), \$	320.0	387.0

Considerando un precio de venta y compra en pie de \$ 8.50 /kg y un descuento del 5% por dieta.
La cuota que se cobra en la región por permitir el pastoreo de animales es de \$ 0.80/cab/día.
Incluye material para reparación de cercas (alambre, grapas, postería, herramientas) \$ 300/ ha.
Se consideran las medicinas, vacunas e implantes mínimos para el buen desarrollo, \$ 50.0/cab.
El jornal en la zona es de \$ 5.0/ha/día.
El costo del suplemento es de \$ 3.0/kg.
Una tasa de interés anual al 28%.

En este análisis se consideró una carga animal promedio de cuatro cabezas por hectárea, considerando que puede ser factible sostenerla durante el año, así como un peso final de mercado mular para ambos grupos. La suplementación incrementó las utilidades netas en un 21%.

Las utilidades brutas analizadas por ha son de \$ 3595.00 para el grupo de los toretes testigos de \$ 3951.00 en el caso de los toretes suplementados lo que significa una tasa de rentabilidad financiera de 31.9 y 33.89% respectivamente, que es superior, en ambos casos, a la tasa de interés gente de aproximadamente 28%.

En esta información se considera utilización constante de la pradera sin mortalidad de los animales. Sin embargo, si se considera una mortalidad animal del 3%, la utilidad neta por ha disminuye a cero en el caso de los toretes en solo pastoreo.

VII. CONCLUSIONES

DEL INICIO A LOS 72 DIAS DE PASTOREO (Fase 1).

a) El estado inicial de la concentración de metabolitos en plasma en los toretes, mostró niveles arriba del rango normal para Fósforo (68%), Calcio (82%), Hierro (74%) y Potasio (29%) y deficiencias en Cobre (47%) y Sodio (15%).

b) La suplementación permitió mantener los niveles de P ($P<0.04$) y Na ($P=0.07$), evitar la disminución de la relación Na/K ($P=0.08$) y deprimir las concentraciones de Mg ($P<0.01$) y la relación Ca/P ($P<0.02$). El suplemento no afectó los niveles plasmáticos de Zn, pero éste elemento se relacionó positivamente con la ganancia de peso únicamente en los toretes suplementados.

c) La suplementación proteínica y mineral en los toretes incrementó la ganancia diaria de peso en un 24% en relación a los toretes en solo pastoreo, lo que equivale a 569 g adicionales por kg de suplemento proporcionado. La predicción del comportamiento animal en función de los cambios entre el inicio y el final considerando los metabolitos evaluados es :

$$GDP = 0.824 - 0.0272 \text{ Mg} + 0.0243 \text{ Na/K} \quad (r^2 = 0.40; P = 0.0005)$$

DE LOS 72 A LOS 140 DIAS DE PASTOREO (Fase 2).

a) La suplementación permitió mantener ($P<0.01$) los niveles de urea y provocó una mayor disminución ($P=0.07$) de los niveles de K en plasma, en relación a los toretes en solo pastoreo.

b) En función del estado mineral final los toretes suplementados tenían menos problemas por exceso de Cu (88 vs 50%), menos problemas por exceso de K (53 vs 25%) y menos problemas por excesos de Fe (65 vs 17%). En cambio, los problemas por exceso de P se incrementaron ligeramente (65 vs 67%), así como las deficiencias de Na (35 vs 42%). La deficiencia de Cu disminuyó ligeramente (53 vs 42%). Para los toretes en solo pastoreo, los problemas por exceso de fósforo disminuyeron (71 vs 33%), los de exceso de calcio aumentaron (76 vs 83%), los de excesos de potasio aumentaron (6 vs 33%), los de deficiencia de sodio aumentaron (24 vs 50%) al igual que el cobre (41 vs 50%) y los de exceso de hierro disminuyeron (82 vs 58%).

c) La suplementación proteínica y mineral en los toretes incrementó la ganancia diaria de peso en un 5.5% en relación a los toretes en solo pastoreo, lo que equivale a 79 g adicionales por kg de suplemento proporcionado. La predicción del comportamiento animal en función de los cambios entre el inicio y el final considerando los metabolitos evaluados es :

$$GDP = 0.528 + 0.006 \text{ urea} + 0.375 \text{ Cu} + 0.241 \text{ Zn} + 0.136 \text{ Ca/P} \quad (r^2 = 0.74; P = 0.0001)$$

ASPECTOS ECONOMICOS

a) La suplementación proteínica y mineral puede reducir en un 23% los días de engorda de venta de los toretes al rastro. Sin embargo la utilidad bruta por hectárea es menor comparada contra toretes en solo pastoreo, pero los gastos financieros se reducen, por menos días de engorda, permitiendo un incremento del 21% en la utilidad neta por hectárea.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aladro, A. J. B. 1996. Diagnóstico del estado mineral de un hato de bovinos de doble propósito en Venustiano Carranza, Puebla. Tesis Profesional. Depto. Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx. 44p.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washintong, D.C., USA.
- Barcena, G. J. R. 1981. Efecto de la suplementación y de la presión de pastoreo sobre la ganancia de peso y digestibilidad en borregas pastoreando praderas de ballico anual (*Lolium multiflorum*). Tesis Maestría en ciencias. Centro de Ganadería, CP Montecillo, México. 61p.
- Barnes, G., and E. Frieden. 1985. Trace metal ion induced hemolysis. Tema 5. In C.F. Millis, Y. Bremner y J.K. Chesters. (Eds.). Trace Elements in Man and Animals. CAB, Slough, Inglaterra. p 143-145
- Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Turcker y R. D. Appleman. 1985. Ganado Lechero: Principios y Prácticas, Problemas y Beneficios. 2ª Ed. Edit. Interamericana, México D.F. 541p.
- Butterworth, M. H. 1985. Beef Cattle Nutrition and Tropical Pastures. Longman Group Limited. New York.. p275.
- Castro, S. B. F. 1986. Efecto del uso de cuatro implantes para novillos en desarrollo pastoreando jaragua (*Hiperrenia rufa ness*) en el trópico mexicano. Tesis Profesional. Depto. Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx. 38p.

- Capen, C. Ch., and J.T. Rosol. 1989. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral. In: J. Kaneko (ed.). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4a. Ed. Academic Press, San Diego. p100-120.
- Cecava, M. J., and J. E. Parker. 1993. Intestinal supply of amino acids in steer fed ruminally degradable and undergradable crude protein sources alone and in combination. *J. Anim. Sci.* 71: 1596.
- Church, D.C., y W. G. Pound. 1987. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Ed. . Limusa-Noriega. México D.F. 438p.
- Ellis, W. C., F. M. Rouquete y D. P. Hutcheson. 1987. Suplementación proteínica para bovinos en pastoreo. En: *Seminario Internacional. C.P. Institucion de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas*. Montecillos edo de Méx. p1-15
- Ellis, W. C., F. M. Rouquete and D. P. Hutcheson. 1990. Supplements for Growing Calves Grazing Growing Pastures. Texas A&M University College Station, Texas. *The Cattleman*, september 1990. p140-144
- Fell, B. F., L. J. Farmer, C. Farquharson and D. S. Graca. 1985. Degeneration of pancreatic acinar basement menbranas in copper deficient cattle. In: *Trace Elements in Man and Animals*. CAB, Slough, Inglaterra. p 165-170
- Fick, K. R., L. R. Mc Dowell, P. H. Milles, N. S. Wilkinson, J. D. Funk, J. H. Conrad y R. Valdivia. 1979. *Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales*. Anim. Sci. Dept. Universidad de Florida. Gainesville, Fla. USA.
- Finco, D. R. 1989. Kidney Function. In: J. Kaneko (ed.). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4a. Ed. Academic Press. San Diego.

- Gutierrez, A. J. L. 1991. Nutricion de rumiantes en pastoreo. Coleccion textos universitarios. Depto Editorial de la UACH; C. Chihuahua Chih. 306p
- Gutierrez, L. C. A., N. P. García y M. M. Pérez. 1993. Contenido mineral y respuesta a la suplementación de ovinos en pastoreo en: Santa Catarina del Monte, Méx. Tesis Profesional Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 80p.
- Hernandez, L.J., M.A. Sanchez., S.V. Caltzontzi. 1986. Efecto de la fuente de proteína e implante sobre ovinos castrados en engorda intensiva. Tesis Profesional Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 90p.
- Hill, R. 1962. The provision and metabolism of a calcium and phosphorus in ruminants. Word Rev. Nutr. Diet. 3:130
- Huerta, B.M. 1993. Suplementación de rumiantes en Pastoreo. Memorias del curso avanzado de nutrición de rumiantes. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Mex.
- Hulz, E. y M. Huerta. 1989. Efecto del implante y nivel de gallinaza sobre el contenido de cobre, zinc, hierro y manganeso en hígado de ovinos. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Ovinicultura. San Luis Potosí. S.L.P.
- Humphreys, L. R. 1991. Tropical Pasture Utilisation. Cambridge University Press. First published, Great Britain at the University Press, Cambridge. 206p.
- Kaneko, J. J. 1989. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 4a. Ed. Academic Press. San Diego. 932p.
- Lascano, C. E. 1984. Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas. CIAT. Cali, Colombia. 220p.

- Little, D. A. 1981. Utilization of Mineral. In: J.B. Hacker (Ed). Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Sta. Lucia Queensland, Australia.
- McDowell, L. R., S. H. Conrad, F. G. Hembry, L. X. Rojas, G. Valle y J. Velazquez. 1993. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. 2ª ed. Depto de Zootecnia, Universidad de Florida, Gainesville, Flr. USA. 90p.
- McDowell, L. R.. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. L. R. Mc Dowell (ed.).Orlando: Academic Press. University of Florida, Gainesville Florida. 443p.
- McIlroy, R. J. 1991. Introducción al Cultivo de los Pastos Tropicales. Ed. LIMUSA. D.F. 168p.
- Melendez, N. F., J. A. Gonzáles M., y J. Pérez . 1980. El Pasto Estrella Africana. Boletín No.7 Rama de Ciencia Animal: Colegio Superior de Agricultura Tropical. SARH. H. Cárdenas Tabasco. 24p.
- Mendez, E. L. G. 1989. Estado Mineral y Reproducción Estacional de Vacas Lecheras en Quintana Roo, Méx. Tesis de Maestría en Ciencias. Depto de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx. 102p.
- Morley, F. H. 1981. Grazing Animals. Ed. by Elsevier. Amsterdam. 411p.
- Mott, G. O. 1977. Técnicas de Investigación en Praderas, Apuntes. (Trad P. A. Martínez). Depto. Zootecnia, Chapingo Méx. 189p.
- NRA. 1995. Subproductos de Origen Animal para Ganado Lechero. National Renderers Association, Alexandria, EUA. 7p.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, D.C. 159p.

- Olmos, O. G. y A. R. Velasquez. 1995. Efecto del nivel de melaza y bicarbonato de sodio sobre la fermentación ruminal, minerales séricos y comportamiento de ovinos. Tesis Profesional. Depto. Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 54p.
- Paladines, O. L. 1966. Interpretación correcta de los resultados con animales en experimentos con pastoreo. Centro de Investigaciones Agrícolas para la Zona Templada del I.I. C. A. (O. E. A.). Uruguay. 106p.
- Paladines, O., y J. A. Leal. 1979. Manejo y Productividad de las Praderas en los Llanos Orientales de Colombia. En: Tergas, L. Y Sánchez, P. A. (Eds.). The Science Press. 223p.
- Payne, J. M. 1978. The Compton metabolic profile test. BSPA (ed.). In: The Use of Blood Metabolites in Animal Production. An occasional publication of the British Society of Animal Production. Great Britain. 3-13p.
- Piña, C. B., 1990. Influencia del nivel de alimentación sobre el comportamiento reproductivo de la oveja. Maestro en Ciencias. Depto de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Mex. 140p.
- Poppi, P. D. and S. R. McLennan. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. J. Anim. Sci. 73: 278.
- Preston, T. R., and R. A. Leng. 1987. Matching Ruminants Production Systems with Available Resourch in the Tropics and Sub-tropics. Penambul Books (de.). New South Wales 2350, Australia. 243p.
- Riquelme, V. E. 1987. Suplementacion energetica para bovinos en pastoreo. En: Seminario Internacional. C.P. Intitucion de Enseñanza e Investigacion en Ciencias Agrícolas. Montecillos edo de Mex. p15-34.

- Robles, S. R. 1975. Producción de Granos y Forrajes. Ed. LIMUSA. México. 592p.
- SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. (Version 5 Ed.) SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SAGAR. 1995. Revegetación y Reforestación de las Areas Ganaderas en las Zonas Tropicales de México. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. Primera Edición. México D.F. 21p.
- Sykes, A.R. 1978. An assessment of the value of plasma urea nitrogen and albumin concentrations as monitors of the protein status of sheep. BSPA (ed.). In: The Use of Blood Metabolites in Animal Production. An occasional publication of the British Society of Animal Production. Great Britain. p.143-154.
- Sievert, C. W. 1972. Harina de carne y grasa animal en la alimentación del ganado vacuno. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.) EUA. 5p.
- Smith, J. C., M. Fields, R. J. Ferreti y S. Reiser. 1985. The carbohydrate-copper connection. In: Trace Elements in Man and Animals. CAB (ed.). Slough, Inglaterra. p171-175
- Tafoya, G. M. 1989. Producción de ganado bovino bajo pastoreo en México. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 95p.
- Torres, B. I. 1993. Situación y Perspectiva de la Ganadería Bovina de Carne. FIRA. Boletín Informativo. XXVI (252): 28p.
- Treacher, R. J. 1978. Dietary Protein level and blood composition of dairy cattle. BSPA (ed.). In: The Use of Blood Metabolites in Animal Production. An occasional publication of the British Society of Animal Production. Great Britain. p133-143.