

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE FOSFORO EN LA REPRODUCCION
Y CRECIMIENTO DEL GANADO BRAHMAN EN PANAMA

Tesis de Grado

de

Magister Scientiae

Santiago Ríos Araúz



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Diciembre, 1972

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE FOSFORO
EN LA REPRODUCCION Y CRECIMIENTO
DEL GANADO BRAHMAN EN PANAMA

Tesis

Sometida al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

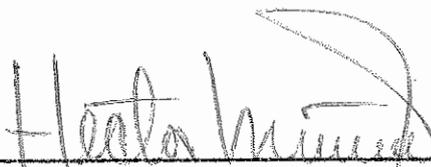
Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

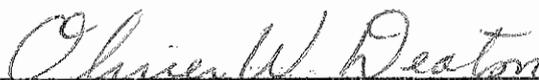
Permiso para su publicación, reproducción total
o parcial, debe ser obtenido de dicho Centro

APROBADA:



Héctor Muñoz C., Ph.D.

Consejero



Oliver W. Deaton, Ph.D.

Comité



Manuel Ruiz, Ph.D.

Comité



Rufo Bazán, Ph.D.

Comité

Oscar Miranda, M.S.
Miembro Comité por el Programa de Pastos y
Forrajes, MAG-FAO, Panamá

Diciembre 1972

DEDICATORIA

A mi familia:

Conradina

Esther

Migdalia

Milton

Eyner

A la memoria de mi padre

Manuel C. Ríos

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes entidades y personas:

- Al Gobierno de Panamá a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que concedió la licencia para realizar los estudios.
- A FAO Proyecto UNDP/SF Nº 323 - Programas de Pastos y Forrajes, David, Panamá, que financió la beca para los estudios de postgrado.
- Al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA-CTEI), por la oportunidad para estudiar y pertenecer a la familia de este Centro.
- Al Dr. Héctor Muñoz, Jefe del Departamento de Ganadería Tropical del IICA-CTEI, profesor y consejero principal, por la orientación, tanto académica como en la realización de este trabajo.
- A los Dres. Oliver Deaton, Manuel Ruíz y Rufo Bazán, como miembros del Comité y profesores perseverantes en sus orientaciones y enseñanza.
- Al MARU por la colaboración prestada en los análisis hematológicos.
- Al personal de la Granja Experimental de Gualaca y cuerpo docente de este centro que de una forma u otra han hecho posible la realización de los estudios de postgrado.

BIOGRAFIA

El autor nació en El Paraiso, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, el 30 de diciembre de 1937.

Realizó sus estudios primarios y primer ciclo en Chiriquí. Obtuvo el título de Bachiller Agrícola en el Instituto Nacional de Agricultura (Divisa) en 1961.

De 1961 a 1965 ocupó varias posiciones administrativas en la Finca Carinthia dedicada a la lechería intensiva, agricultura y cría de caballos pura sangre de carrera.

En febrero de 1965 ingresó en la Universidad Federal Rural do Río de Janeiro, antigua Universidad Rural do Brasil, donde se le otorgó el título de Médico Veterinario en 1968.

Desde 1969 trabaja en el Programa de Pastos y Forrajes, MAG-FAO, como contraparte del experto de FAO en la sección de Zootecnia.

En enero de 1971, ingresó como Estudiante Graduado al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA, donde permanece un año. Se incorporó a su trabajo de enero a setiembre de 1972 y obtiene el grado de Magister Scientiae en diciembre de 1972.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Deficiencia de fósforo en los suelos, planta y animal	3
2.2 Síntomas de la deficiencia de fósforo	7
2.3 Efectos de la suplementación de fósforo	10
2.4 Fuentes y métodos de suplementación de fósforo ...	12
2.5 Requerimientos de calcio y fósforo	14
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1 Localización del estudio	16
3.2 Area	16
3.3 Especie de pasto utilizado	16
3.4 Animales experimentales	17
3.5 Tratamientos	17
3.6 Manejo	18
3.7 Recolección de datos	19
3.7.1 Porcentajes de concepciones	19
3.7.2 Pesos	19
3.7.3 Muestras de pasto	19
3.7.4 Muestreo de sangre	19
3.7.5 Análisis de los datos	20
4. RESULTADOS	21
4.1 Concepciones y nacimientos	21
4.2 Pesos de los terneros al destete	26
4.3 Cambios de pesos en las vacas durante el período experimental	27
4.4 Cambios en la composición del pasto	29
4.5 Niveles de calcio y fósforo sanguíneo	31
4.6 Análisis económico	31
5. DISCUSION	33
5.1 Reproducción	33

	<u>Página</u>
5.2	Peso de los terneros al destete 34
5.3	Incrementos de pesos en las vacas 35
5.4	Análisis económico 35
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37
7.	RESUMEN 39
7a.	SUMMARY 42
8.	LITERATURA CITADA 45
	APENDICE 50

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
<u>TEXTO</u>		
1	Número y porcentaje de pariciones	21
2	Prueba de chi-cuadrado para nacimientos por año y tratamientos	23
3	Intervalo entre partos (meses) para novillas y vacas durante el experimento	24
4	Número y porcentaje de terneros destetados	25
5	Muertes registradas durante los dos primeros años ..	26
6	Análisis de variancia para pesos promedios de los terneros al destete	26
7	Prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) para promedios de ganancia de peso de los terneros desde el nacimiento al destete	27
8	Análisis de variancia para ganancia de peso de las vacas	28
9	Prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) para promedios de ganancia de las vacas (kg)	29
10	Porcentajes de proteína cruda, fósforo y calcio en el pasto	30
11	Análisis económico en base a incrementos de pesos por las vacas y terneros adicionales para 1971 y 1972	32
<u>APENDICE</u>		
1	Datos meteorológicos en la Estación Experimental de Gualaca	51
2	Niveles de calcio y fósforo sanguíneos (mg/100 ml de suero)	52

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
	<u>TEXTO</u>	
1	Area experimental, subdivisiones y asignación de los tratamientos	53
2	Areas deficientes, especialmente fósforo en la República de Panamá	54

1. INTRODUCCION

Las explotaciones ganaderas en Panamá están ubicadas en su gran mayoría, en el litoral Pacífico, ocupando una área de aproximadamente un millón de hectáreas, cubiertas alrededor de un 80 a 85 por ciento por pasto Jaragua (Hyparrhenia rufa).

La utilización de los pastizales se basa en pastoreo continuo, sin prácticas de manejo adecuadas para mejorar la cantidad y calidad de esta forrajera. Los suelos son de baja fertilidad y existe un período de sequía en que baja drásticamente la disponibilidad y valor nutritivo de los pastos. Por otro lado, las prácticas de suplementación del ganado con granos, productos o subproductos agroindustriales, y especialmente minerales, es práctica poco difundida entre los ganaderos del área.

De los elementos minerales son de importancia económica aquellos que siendo deficientes en los forrajes ocasionan trastornos fisiológicos y nutricionales que afectan la productividad animal, destacándose el fósforo como el elemento más deficiente en los animales bajo condiciones naturales de pastoreo. Como consecuencia de esta deficiencia se observan bajos índices de reproducción y lentitud en el crecimiento de los animales.

Basado en estos hechos de repercusión económica y las condiciones adversas para una mejor explotación ganadera, se planeó investigar el efecto del fósforo en la reproducción y crecimiento de bovinos Brahman en pastoreo, mediante dos sistemas de suplementación. Los parámetros medidos fueron:

- a) Porcentaje de concepciones

- b) Ganancia de pesos tanto en las crías como en las madres
- c) Cambios en concentración de fósforo en el pasto y sangre de los animales.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Deficiencia de fósforo en los suelos, planta y animal

Desde los trabajos pioneros realizados por Theiler, citado por varios autores (16, 21, 52, 56), a principios de este siglo en Africa del Sur, en que se buscaban las causas de una enfermedad en el ganado y que posteriormente fue diagnosticada como "Botulismo" causada por el Clostridium botulinum, quedó bien clara la relación de esta enfermedad en los animales con la deficiencia de fósforo en los suelos y pastos, lo que inducía la depravación de apetito en el ganado e ingestión de materiales contaminados con la toxina letífera producida por el clostridium.

Desde entonces en diversas áreas, especialmente en los trópicos y sub-trópicos, se ha constatado la deficiencia de fósforo tanto en los suelos como en los pastos y animales (2, 35, 54).

Los pastos que crecen en suelos deficientes de fósforo no suplen las necesidades de fósforo para el crecimiento y las actividades fisiológicas del animal. Estudios hechos sobre niveles de fósforo en los pastos indican que la mayoría de las áreas de pastoreo son deficientes en fósforo. Estos trabajos fueron realizados en Australia (6), Florida (8), Panamá (17), Uruguay (2, 29, 44), Argentina (), Brasil (26), Texas (13, 42) y en Kenya (51), encontrándose que los niveles de fósforo en el pasto varían de 0,05 a 0,15 por ciento. Estas variaciones dependen principalmente del estado fisiológico en que la planta se encuentra (26). Los niveles más bajos de fósforo fueron encontrados en el estado de post-floración del pasto (26) y durante la época del año en que el crecimiento del pasto es menor (13, 42).

Si se considera que los requerimientos de fósforo por el animal están alrededor de 0,22 por ciento y que niveles cerca de 0,15 por ciento son ya críticos, con base en lo encontrado en la literatura se puede concluir que la deficiencia de fósforo es grave y está afectando de una forma severa la productividad de las explotaciones ganaderas (3, 17, 36).

La afosforosis diagnosticada en los animales con base en los niveles de fósforo en la sangre ha sido mencionada por varios investigadores. Así, Anderson et al. (5) encontró en vacas adultas un promedio de 3,62 miligramos de fósforo por 100 ml de suero sanguíneo, en los terneros encontró un promedio de 5,06 mg y este nivel bajaba a medida que el animal crecía. En cambio los niveles de calcio fueron 9,96 a 16,18 miligramos por 100 ml de suero sin variaciones con la edad como en el caso del fósforo.

Chicco y French (16), basados en 456 muestras de sangre procedentes de 37 lugares en 6 estados de Venezuela, indican que el 90,3 por ciento de las vacas presentaron deficiencia de fósforo en el Estado de Bolívar y 44,4 por ciento en muestras de terneros en crecimiento. Esta deficiencia fue diagnosticada también en los otros estados incluidos en el estudio.

Análisis en otros estados de Venezuela que cubren 17 lugares en 6 estados indican que de 202 muestras analizadas 1,25 por ciento de las vacas del Estado de Portuguesa eran deficientes en fósforo y también el 17,65 por ciento del Estado de Lara (19).

En Brasil, Giovine (21), analizó el fósforo sanguíneo de animales del Estado de Minas Gerais, enfermos con "Caranga" o "Mal de

Paleta¹¹, nombre dado a la enfermedad que sufren los animales con deficiencia de fósforo y encontró en 24 casos, valores entre 1,4 a 2,9 mg de fósforo por 100 ml de suero; por otro lado, los niveles de Ca sanguíneo fueron de 7,2 a 12,8 miligramos por 100 ml de suero. En otro trabajo efectuado también en Minas Gerais, se encontró que de 98 muestras de sangre analizadas únicamente el 22 por ciento de los casos dieron valores arriba de 4 mg de fósforo por 100 ml de suero y el 78 por ciento con valores que variaron de 3,9 a 2,0 mg. En cuanto a los niveles de calcio los valores fluctuaron entre 7,0 a 14,7 mg por 100 ml de suero (48).

Existen variaciones de fósforo sanguíneo de acuerdo a la época del año, que sin duda esta variación está relacionada con el crecimiento del pasto, y con la actividad fisiológica del animal. Villares y Texeira (56) en Sao Paulo, encontraron que en este estado se registra una carencia estacional del elemento fósforo ya que de mayo a noviembre el promedio del fósforo sanguíneo es de 3,30 mg por 100 ml de suero. Deficiencias de este tipo han sido también indicadas por Van Schalkwyk y Lombard (55) en Africa del Sur.

Hodges et al. (24) informan que los niveles de fósforo encontrados fueron de 1,0 mg de fósforo por 100 ml de suero y que estos niveles subían hasta 4,0 mg/100 ml 3 meses después del destete. En este mismo sentido Hurrell y Dugdale (25), en Rhodesia, analizando sangre de vacas con deficiencia de fósforo en los pastos, encontraron niveles de 1,43 a 3,63 mg de fósforo por 100 ml de suero sanguíneo. En Nuevo México, Knox et al. (28) encontraron valores de 2,0 mg/100 ml de suero para ciertas épocas del año en que no se suplementa el ganado

con ninguna fuente de fósforo e indican también que mientras que el fósforo sanguíneo tiene variaciones en el año, el calcio se mantiene normal.

A fin de establecer un comparador con los valores citados, en cuanto a los rangos que pudieran considerarse normales de fósforo y calcio inorgánico, independiente de métodos para dosaje, edad y estado fisiológico del animal, los rangos promediados de valores citados por diversos autores (13, 15, 17, 19, 32 y 43) pueden situarse entre 4,5 a 6,5 mg de fósforo por 100 ml de suero y entre 9 a 12 mg de calcio por 100 ml de suero. Al considerar estos valores normales como válidos, se puede decir que todos estos casos citados son típicos de una deficiencia de fósforo, ya que en muchos casos son datos que provienen de análisis combinados de suelo-planta y animal y además de un gran número de muestras. Cuando esto no ocurre así, es decir, que los datos provienen de pequeñas muestras y no se consideran las fluctuaciones estacionales o condiciones características de suelos, cabe la posibilidad de incurrir en errores; a este respecto Villares (56), Bergner (11), determinaron carencias de fósforo en animales que pastoreaban en suelos que por determinación química eran ricos en el elemento fósforo pero también lo eran en aluminio y hierro de tal forma que limitaban la disponibilidad del fósforo para los pastos y finalmente para el animal.

Aunque los niveles de fósforo sanguíneo han sido utilizados para el diagnóstico de afosforosis en los animales (19), ésto no es una guía exacta de la suficiencia del fósforo en la alimentación, ni del estado de reserva, ya que la disminución o deficiencia de uno

o ambos elementos provoca una movilización de las reservas esquelética, manteniéndose así normales los niveles sanguíneos. Existe una mutua dependencia entre el fósforo y calcio circulante con las reservas en los huesos, siempre y cuando la deficiencia no sea crítica para romper esta relación reversible. Por otro lado, los niveles normales fluctúan de acuerdo a factores intrínsecos o extrínsecos; a este respecto Heyns (23) resalta variaciones debido a especie, edad, raza y actividad fisiológica en que se encuentra el animal. Palmer (40) agrega que los niveles de fósforo varían en el mismo animal con relación a la hora y día, actividad física del animal y dichas actividades aumentan ligeramente el nivel de fósforo sanguíneo en las primeras horas para luego caer a la normalidad. Además, señala que el parto provoca un descenso del fósforo inorgánico, que los terneros al nacer tienen niveles más altos que los animales adultos y van en aumento hasta los 6 meses y comienza a caer hasta los niveles del animal adulto.

2.2 Síntomas de la deficiencia de fósforo

A pesar de que algunos trabajos técnicos hablan indiferentemente de las deficiencias de calcio y fósforo, parece ser que en América Latina la deficiencia de calcio es muy rara. Becker, Neal y Sherly, citados por De Alba (2) señalan deficiencia de calcio en una pequeña área en Florida dedicada a lechería y French y Chicco (19) en dos estados de Venezuela (Anzoategui y Monagas). Estas únicas dos referencias, apoyadas por el hecho que en análisis de pasto y sangre de bovinos, no se han registrado niveles críticos del elemento y que los animales en pastoreo, es raro que sufran de una deficiencia de calcio,

nos confirma que la deficiencia predominante es la del fósforo (2, . 16, 19, 53).

La sintomatología de una u otra deficiencia también son bastante diferentes y se presentan bajo condiciones diferentes. Un resumen de los síntomas para estos dos elementos ha sido dado por De Alba (3).

Los síntomas de una deficiencia de fósforo pueden agruparse en aquellos que están ligados a la reproducción, crecimiento y producción del animal, además de las alteraciones en hábitos y cambios en el aspecto físico del animal.

Pobre desarrollo de los animales, fracturas y debilidades óseas, sifosis y pelo áspero, erosión de las articulaciones óseas con fácil desprendimiento de tendones, pérdida de peso, enanición, bajos porcentajes de reproducción y producción de leche, como también depravación de apetito son síntomas que han sido encontrados en animales deficientes de fósforo (6, 15). La depravación del apetito, que consiste en lamer, chupar o mascar objetos extraños como hueso, piedras, madera, objetos de barro e incluso la propia tierra o restos de animales muertos, es común en las deficiencias de fósforo, lo que trae como consecuencia al engargantamiento con huesos y la ingestión de piedras, huesos y objetos metálicos pequeños. A este respecto Black (13) y Azara, citado por Chicco (16), mencionan que uno de los primeros síntomas de la deficiencia de fósforo es la depravación del apetito. Este último autor (Azara) encontró que en Paraguay las vacas deficientes de fósforo lamían y se comían los huesos que encontraban en los potreros. Posteriormente en Brasil, Giovine (21), Sobrinho (48) y Tokarnia (52), han observado el mismo hábito en diferentes regiones del país.

Ríos* informa de un caso fuera del experimento en que extrajo por laparotomía en una novilla de más de 2 años, 35 kilos de piedra y molares; este mismo animal sacrificado un año más tarde tenía otro tanto de piedras en el rumen. Un segundo caso fue observado en un torete que se le extrajeron 12 kilos de piedras. La depravación del apetito está vinculada al "Botulismo" (21), en que el hábito de chupar o roer huesos o carcasas contaminados por el clostridium causan la enfermedad. La depravación del apetito ha sido constatada en todas las áreas deficientes de fósforo como lo indican varios autores (3, 21, 44, 52, 53, 54). Sin embargo, McDonald et al. (34) resaltan que este hábito no es un síntoma típico o exclusivo de la deficiencia de fósforo.

La deficiencia de fósforo y su relación con problemas reproductivos ha sido bien estudiada por Theiler, citado por Schiersmann (44), que observó en animales deficiencias de fósforo, irregularidades de celos antes de la concepción. La baja fertilidad se debe a inhibiciones o celos irregulares que reducen la fertilidad de los animales. Además, parece ser un efecto específico e inequívoco de la deficiencia de fósforo, ya que el ciclo ovárico es sensible a la carencia de este elemento ocasionando infertilidad temporaria, corregible con la adición de fósforo (53).

Bajas tasas de concepciones en vacas lecheras han sido observadas con deficiencia de fósforo y han sido corregidas con la adición de 20 gramos de fósforo en la dieta diaria, reduciendo los intervalos

* Trabajo sin publicar. 1970.

entre partos y aumentando el largo de las lactaciones (47).

Observaciones hechas en pastos con valores de 0,15 por ciento de fósforo y sin otra fuente complementaria de fósforo se encontró que los animales entraron en anestro, bajaron la producción de leche y los terneros tuvieron lento desarrollo (31). Palmer et al. (41), estudiando la deficiencia de fósforo combinada con la de proteína concluyeron que hay un atraso en la madurez sexual, alteraciones en los ciclos estrales pero sin alteraciones en las ovulaciones. Más recientemente, Morrow, citado también por Little (31), reporta que la suplementación con fósforo redujo el número de servicios por concepción. Lo anterior fue constatado por Schiersmann (44), quien encontró que el lote que recibió únicamente sal, necesitó mayor número de servi- cios por preñez y un menor número de vacas preñadas que los lotes que recibieron hueso molido y sal, pero no así en el de pasto fertilizado que fue el peor en eficiencia reproductiva, posiblemente por la mayor pérdida de peso durante la época de empadre.

Junto con los efectos adversos de la deficiencia de fósforo en la reproducción se ha observado que el crecimiento es también afectado (13, 15, 21, 28, 30, 34, 44, 53, 58).

2.3 Efectos de la suplementación de fósforo

Considerando los diversos trastornos ocasionados por la defi- ciencia de este elemento, los beneficios de su adición en cantidades adecuadas son de grandes repercusiones económicas tanto en la repro- ducción como en la productividad de los animales.

Bisschop (12) consiguió mejores crecimientos de peso en terneros

suplementados durante todo el año, en comparación con aquéllos que fueron suplementados con tres onzas diarias de hueso molido únicamente durante la estación seca. Comparando varias fuentes de fósforo para la suplementación del ganado, Black (13) encontró que el testigo después de tres años terminó con 293 libras menos de peso que los animales suplementados; también encontró pariciones de 69 por ciento para el grupo testigo y 95 por ciento para los suplementados; en el grupo testigo el porcentaje de nacimientos fue decayendo, año a año de 91 por ciento en el primer año hasta 22 por ciento para el cuarto año. Esto indicó que año a año las reservas de fósforo se van agotando y el período entre partos va siendo cada vez mayor, porque el animal necesita reponerse antes de una nueva concepción. Para los grupos suplementados el intervalo entre partos fue de un año, 100 días menos que el grupo testigo. En otro trabajo de suplementación se ha encontrado que la adición de fósforo ha incrementado la ganancia diaria de peso del animal (22, 28, 29, 30, 58), un aumento en la concepción (21, 29) y un aumento en la producción de leche (21) en comparación con los animales que no recibían suplemento de fósforo. Se ha observado también que la suplementación a vacas en lactancia produjo un aumento en la fertilidad debido a que se mantienen las reservas del fósforo en el animal (22).

El número de terneros nacidos es también incrementado con suplementación de fósforo ya sea en forma de hueso molido o a través de la fertilización. Schiersmann (44) encontró diferencias significativas en el número de terneros nacidos entre el grupo testigo y los grupos suplementados con hueso molido y pasto fertilizado. El número de

terneros nacidos fueron 22 para el testigo y 27 en cada uno de los grupos suplementados durante el primer año, en el segundo año las diferencias fueron más marcadas: 9, 17 y 14 terneros para los grupos testigos, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente. Sin embargo, no encontró diferencias en los pesos al destete.

2.4 Fuentes y métodos de suplementación de fósforo

Se han usado diversos productos ricos en este elemento para suplir el fósforo en áreas deficientes: hueso molido, fosfato dicálcico, mono- y disodium fosfato, la roca fosfatada y los superfosfatos. Los resultados han sido más o menos similares (4, 25, 33). La escasez y los altos costos del hueso molido (1), han inducido a la búsqueda de fuentes más baratas y de fácil adquisición, dándole prioridad a la roca fosfatada y superfosfatos. Sin embargo, éstos pueden ser tóxicos si la presencia de fluor es alta (1, 7, 9, 47, 53, 54, 59).

Algunos investigadores garantizan que la roca fosfatada y superfosfatos defluridados, 0,14 a 0,17 por ciento de fluor, son excelentes fuentes de fósforo sin peligro de toxicidad ya que el nivel de seguridad mínimo es de 0,20 por ciento (9). Aunque son relativamente pocos los trabajos hechos para determinar hasta qué punto los niveles de fluor en la roca fosfatada y superfosfatos comerciales son tóxicos, parece ser que en áreas donde los pastos y las aguas no contienen niveles altos de fluor no hay peligro en el uso (47). A este respecto Underwood (53) agrega que el animal se protege aumentando la excreción de fluor por vía urinaria y por la deposición en el esqueleto del fluor no eliminado en el orden de 30 a 40 veces la concentración

normal sin que aparezcan problemas graves. Snook (47), después de cuatro años de suplementar vacas con dos onzas diarias de roca fosfatada durante el primer año y luego cuatro onzas, no encontró alteraciones clínicas aparentes de intoxicaciones por fluor y mejoró notablemente las tasas de concepciones, producción y longevidad de las lactancias.

En cuanto a los métodos de suplementación de fósforo, podemos clasificarlos en dos formas: suplementación directa y suplementación indirecta. Dentro de la primera clasificación están las mezclas minerales o suplementación con raciones ricas en fósforo, aplicaciones parenterales y la fuente de fósforo incorporada en líquidos como melaza o el agua de beber. La forma indirecta consiste en la utilización de fertilizantes para incrementar el nivel de fósforo en los pastos. Sin embargo, la utilización de uno u otro sistema o método de suplir el fósforo depende de la disponibilidad y costos de las fuentes. Cuando la carencia es típicamente de fósforo el método más generalizado es el directo, incorporando el fósforo en raciones, mezclas palatables o en la sal común (4, 9, 10, 12, 30, 38, 46).

El método indirecto independientemente del costo tiene la ventaja de subir los niveles de fósforo en el pasto y mejorar la calidad y cantidad de forrajes (20, 24, 27, 39, 57). Shirley (45), utilizando varias fuentes de fósforo y a un mismo nivel en praderas de pangola (Digitaria decumbens), encontró superioridad en producción y calidad del pasto comparado con el testigo. Neller (37), también comparando diferentes fuentes de fósforo como fertilizantes para mejorar los pastos, encontró que la roca fosfatada más el superfosfato triple,

fue el que dio mejores respuestas, con dosis de 300 y 30 lb. de P_2O_5 , respectivamente. Resultados similares han sido reportados por Weinmann (57) en pasto Estrella (Cynodon plectostachyus).

2.5 Requerimientos de calcio y fósforo

Las necesidades de estos elementos minerales está en la dependencia de factores tales como edad, sexo, tasa de crecimiento y actividad fisiológica o de producción a que está sometido el animal. Sin embargo, en la literatura revisada, los autores concuerdan que los requerimientos fluctúan de 0,20 a 0,30 por ciento de la ración en base seca, siendo los valores más altos para terneros en crecimiento y vacas en producción (2, 15, 31, 54, 58).

Tillman et al. (50) indican que 0,22 por ciento es el requerimiento mínimo para animales jóvenes y 0,20 por ciento para adultos, pero que estos niveles serían bajos en caso de gestación o lactación en la última fase del crecimiento. Little (31), durante la preñez recomienda 30 gramos por día y 1,7 gramos adicionales por kilogramo de leche producida, lo que concuerda con los requerimientos dados por las tablas para ganado en lactación y preñada (36).

En cuanto a la relación calcio:fósforo, los rumiantes no son tan exigentes, a pesar que la relación 2:1 e incluso 1:1 son las más recomendadas. Dowe, Matsuschina y Arthaud (18), usando terneros alimentados con cuatro raciones en que la relación calcio:fósforo varió desde 1.3:1 hasta 13.7:1, encontraron que la relación crítica se encuentra entre 4.8:1 y 9.1:1. Sin embargo, se notó que las ganancias en peso decrecían a medida que aumentaba la relación. Por otro

lado, Wise, Ordoveza y Barrick (60), estudiando nueve relaciones que variaron desde 0.4:1 hasta 14.3:1, encontraron que relaciones abajo de 1:1 disminuían marcadamente las ganancias y eficiencia de conversión, lo mismo ocurrió con relaciones arriba de 7:1. Sin embargo, no hubo diferencias entre las relaciones 1:1 hasta 7:1 y la mejor relación fue 4.8:1.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gualaca, a cargo del Programa de Pastos y Forrajes MAG-FAO en David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá.

La Estación Experimental de Gualaca se encuentra a una altitud de 30 metros, con dos estaciones anuales bien definidas; una estación seca que va desde enero hasta abril, durante la cual hay en promedio ocho días lluviosos por mes con una precipitación diaria de 165,5 milímetros, para luego iniciarse la estación lluviosa con un promedio de 24 días lluviosos por mes y una precipitación diaria de 533,8 milímetros.

La temperatura promedio es de 21°C y la humedad relativa máxima y mínima de 86 y 50 por ciento, respectivamente (Cuadro 1 del Apéndice).

3.2 Area

Se usó una área de 105 hectáreas dividida en 12 potreros de nueve hectáreas aproximadamente, como se muestra en la Figura 1 del Apéndice.

Por razones topográficas el área fue dividida en tres bloques donde se representó a cada uno de los tratamientos, cada tratamiento se suplió de aguas naturales que cruzaban o nacían en cada bloque.

3.3 Especie de pasto utilizado

El área en su totalidad estaba cubierta con pasto Jaragua (Hyparrhenia rufa) establecida en condiciones naturales mediante control de malezas por chapias mecanizadas o manuales, realizadas cada año.

En condiciones naturales se encontraba en poca cantidad una población de leguminosas nativas como Calopogonium, Desmodium, Styhsanthes, Centrosema, Kudzú, Mimosa y otras.

3.4 Animales experimentales

Se usaron 90 animales cebú cruzados (Brahman) aptos para la reproducción procedentes del hato de la finca experimental de Gualaca y de un hato comercial de otra finca en la Provincia de Chiriquí. De las 90 hembras, 45 eran vacas con más de un parto y las otras 45 eran novillas con edades y pesos suficientes para entrar al empadre. Se dividieron en tres grupos de 30 hembras que fueron asignados al azar en los tres tratamientos, de tal forma que cada uno de los tratamientos quedó compuesto de 15 vacas y 15 novillas.

El primer año de las 15 vacas en cada tratamiento nueve entraron con crías recién nacidas ya que no se contaba con suficiente número de animales para utilizar todas las vacas sin encontrarse en lactación.

Se utilizaron seis toros para las 90 hembras durante el período de empadre anual (tres meses). Dichos animales se adquirieron de una sola finca dedicada a la venta de reproductores.

3.5 Tratamientos

A cada uno de los tres grupos de animales experimentales se les asignó al azar uno de los tratamientos, quedando la distribución de la manera siguiente:

Grupo 1 = (Testigo) pastoreo en Jaragua sin fertilizar más
sal común a voluntad.

Grupo 2 = (Suplementación oral) pastoreo en Jaragua sin fertilizar, más una mezcla de sal común 40%, superfosfato triple (46% de P_2O_5) 30% y Dical (fosfato dicálcico) 30%, a voluntad.

Grupo 3 = (Pasto fertilizado) pastoreo en Jaragua fertilizada con superfosfato triple a razón de cuatro quintales por hectárea más sal común, a voluntad en saleros.

3.6 Manejo

A los tres grupos de animales se les dió igual manejo en cuanto al movimiento en sus respectivos potreros; cada 10 días se pasaban de un potrero a otro de tal forma que hacían el ciclo completo en 40 días, es decir, 10 días de pastoreo por 30 días de descanso.

La sal y la mezcla se cambiaban cada vez que se movían los animales de un potrero a otro pero generalmente se colocaba sal y mezcla fresca más el residuo que dejaban después de 10 días. La sal y mezcla eran colocados en saleros con techo y lo suficientemente grandes para permitir el consumo de 10 animales cada vez.

El movimiento del ganado para baños de desparasitación, pesadas y sangría se hizo en la mayoría de las veces en un sólo día, trasladándolos a un corral que permitía estas labores.

Los terneros fueron marcados y pesados dentro de las 24 horas después de su nacimiento. A los siete meses de destete fueron herrados y castrados, operaciones que se realizaron en un sólo día para todos los destetes.

Los toros entraron cada año durante la estación de monta (mayo-julio) y en cada grupo se colocaron dos toros por un mes, que luego

rotaban a los demás grupos para minimizar posibles problemas de fertilidad o actividad sexual.

La fertilización en el área de pasto fertilizado se realizó todos los años en la dosis de 4 qq por hectárea de superfosfato triple (46% de P_2O_5) al inicio de las lluvias (abril) en una sola aplicación, utilizando equipo mecanizado.

3.7 Recolección de datos

3.7.1 Porcentajes de concepciones

Las concepciones se determinaron por palpación rectal entre los 45 y 50 días después de finalizada cada época de empadre. Los casos dudosos fueron re-examinados por palpación a los 60 días.

3.7.2 Pesos

Los pesos de las vacas se tomaron cada 60 días sin previo ayuno, coincidiendo con el cambio de un potrero a otro y sangría de algunos animales en cada tratamiento.

Los terneros se pesaron dentro de las 24 horas después del nacimiento y a la edad del destete.

3.7.3 Muestras de pasto

El muestreo de pasto para análisis de fósforo, calcio y proteína cruda, se realizó cada 10 días y en cada tratamiento al momento de realizarse las rotaciones, recorriendo el área y cortando el pasto a una altura de cuatro pulgadas para obtener una muestra representativa del pasto consumido por los animales y detectar diferencias en calidad por efecto de los tratamientos.

3.7.4 Muestreo de sangre

En cada tratamiento fueron escogidas al azar cinco vacas

y cinco novillas que se sangraron cada 60 días para determinar los cambios en cuanto a los niveles de calcio y fósforo sanguíneo por efecto de los tratamientos.

3.7.5 Análisis de los datos

Las diferencias entre porcentajes de concepciones fueron analizadas mediante la prueba de chi-cuadrado para años y tratamientos.

Los pesos de las crías fueron previamente ajustados por covariancia considerando el peso al nacer y edad de las madres, luego por análisis de variancia y la prueba de Duncan se establecieron las diferencias entre grupos para año y tratamientos.

El incremento de pesos en las madres se determinó con previo ajuste para peso inicial por covariancia, análisis de variancia y prueba de Rangos Múltiplos. Para las determinaciones en el pasto se usaron los métodos convencionales de OAC.

Para la obtención de suero sanguíneo del cual se dosó calcio y fósforo, se usó sangre de la vena jugular, recolectada en tubos al vacío que se mantenían a temperatura ambiente hasta la retracción del coágulo, luego con pipeta o por decantación se obtuvo el suero que fue analizado para calcio y fósforo por espectrofotometría de absorción atómica.

4. RESULTADOS

4.1 Concepciones y nacimientos

El número de nacimientos correspondió con el diagnóstico de preñez hecho por palpación, de tal forma será indiferente hablar de concepciones o nacimientos para efectos numéricos. El número de terneros nacidos y sus respectivos porcentajes se resumen en el Cuadro 1 para el período experimental de tres años.

Cuadro Nº 1. Número y porcentajes de pariciones.

Año	T R A T A M I E N T O S								
	Testigo			Suplementación oral			Pasto fertilizado		
	vacas	terneros	%	vacas	terneros	%	vacas	terneros	%
1970	30	22	73,3	30	21	70,0	30	19	63,3
1971	30	16	53,3	30	23	76,6	30	26	86,6
1972	30	18	60,0	30	18	60,0	30	21	70,0
Total	90	56	62,2	90	62	68,8	90	66	73,3

Se puede observar en el Cuadro 1 que el grupo testigo fue superior en el primer año en cuanto a terneros nacidos en comparación a los grupos de suplementación oral con fósforo y pasto fertilizado, pero para 1971 la situación se invirtió quedando el testigo inferior a los dos grupos de suplementación de fósforo y mientras que éstos dos grupos suplementados aumentaron el número de terneros en 6,6 y 23,3 por ciento, el testigo disminuyó en 20,0 por ciento comparado con el primer año. Para 1972 el

número de terneros y sus porcentajes disminuyó con relación al grupo testigo pero era de esperarse ya que en el año anterior casi 50 por ciento de las vacas habían quedado vacías y se habían recuperado para entrar en mejores condiciones a la época de empadre; sin embargo, puede apreciarse que con relación al año anterior, sólo nacieron dos terneros más.

En el Cuadro 2 se presenta la prueba de chi-cuadrado para los datos de concepciones determinados por palpación rectal, durante los tres años experimentales. Analizando los datos para 1970 y considerando que tanto más cerca de cero el valor de X^2 mejor correspondencia entre los datos observados y esperados, para este año el mejor tratamiento fue el testigo y el peor fue el de pasto fertilizado, considerando los 90 animales expuestos a toros hubo significancia a ($P \leq 0.05$) que es igual a 5.99.

Para 1971, el testigo fue significativamente diferente de lo esperado ($P \leq 0.05$); esto ocasionó también diferencias significativas a este mismo nivel considerando todos los animales expuestos a toro y el mejor de los tratamientos correspondió al de pasto fertilizado.

Para el último año el testigo fue igual al de suplementación oral y superior el de pasto fertilizado, pero no hubo diferencias significativas para los diferentes tratamientos, sin embargo, para este año hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), comparado con los dos años anteriores que fueron significativos al ($P \leq 0.05$).

Considerando los tratamientos durante los tres años, el peor fue el testigo, con diferencias significativas a ($P \leq 0.01$), seguido del tratamiento de suplementación oral y el de pasto fertilizado que fue

Cuadro Nº 2. Prueba de chi-cuadrado para nacimientos por año y tratamientos.

		T R A T A M I E N T O S			
	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado		
1970	Observado	22	21	19	
	Esperado	30	30	30	
	Chi-cuadrado	2,13	2,70	4,03	8,86*
1971	Observado	16	23	26	
	Esperado	30	30	30	
	Chi-cuadrado	6,53*	1,63	0,53	8,69*
1972	Observado	18	18	21	
	Esperado	30	30	30	
	Chi-cuadrado	4,80	4,80	2,70	12,30**
		13,46**	9,13*	7,26*	

* Significativos (P = 0,05)

** Significativos (P = 0,01)

superior. Sin embargo, los suplementados fueron significativos a ($P \leq 0.05$).

Los intervalos entre partos para las novillas y vacas que tuvieron de dos a tres partos durante el período experimental, se calcularon en cada tratamiento en base al total de meses de intervalos dividido por el número de intervalos en cada grupo y se resumen en el Cuadro 3. Tanto las novillas como las vacas del grupo testigo tuvieron intervalos más largos que los animales de los grupos suplementados. Esto se debió a que para los tres años de empadre en el grupo testigo 13 animales quedaron preñadas el primer año y no volvieron a quedar preñadas sino hasta el tercer año, mientras que en el de los grupos suplementados sólo cuatro animales en cada grupo mostraron este comportamiento.

Cuadro Nº 3. Intervalo entre partos (meses) para novillas y vacas durante el experimento.

T R A T A M I E N T O S			
Animales	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado
Novillas	18.6	13.5	13.9
Vacas	17.5	12.1	12.5
Total	18.1	12.8	13.1

El número y porcentaje de terneros destetados por año y tratamientos se muestran en el Cuadro 4. Considerando únicamente los dos primeros años ya que el grupo de terneros del último año no ha sido

destetado, al momento de preparar el presente estudio.

Cuadro Nº 4. Número y porcentaje de terneros destetados.

T R A T A M I E N T O S						
Año	Testigo		Suplementación oral		Pasto fertilizado	
	Terneros	%	Terneros	%	Terneros	%
1970	22	73,3	20	66,6	19	63,3
1971	14	46,6	22	73,3	23	76,6
Total	36	60,0	42	70,0	42	70,0

A pesar de que en el grupo testigo hubo mayor número de terneros destetados para el año 1970, para el año siguiente fue inferior a los dos grupos suplementados debido a menor número de nacimientos (ver Cuadro 1) y no a muertes, ya que en el grupo de suplementación oral también se registraron dos muertes y en el grupo de pasto fertilizado tres, como se muestra en el Cuadro 5. Las muertes en sí con excepción del grupo testigo, se debieron a vacas con problemas de mastitis que después del parto no dieron suficiente leche para sus crías. En el caso del testigo las muertes pudieron ser mucho mayores porque se trataron cuatro terneros, principalmente por la debilidad general que presentaron, especialmente el último año, haciéndose necesario aplicaciones de vitaminas, calcio y fósforo via parenteral.

Cuadro Nº 5. Muertes registradas durante los dos primeros años.

Año	T R A T A M I E N T O S		
	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado
1970	--	1	--
1971	2	1	3
Total	2	2	3

4.2 Pesos de los terneros al destete

El análisis de variancia para el peso de los terneros al destete se presenta en el Cuadro 6, previo ajuste por covariancia considerando dos variables independientes, edad al destete de los terneros y edad de la madre y una variable de respuesta, el peso al destete.

Cuadro Nº 6. Análisis de variancia para pesos promedios de los terneros al destete.

F.V.	gl	C.M.
Año	2	1554.4*
Tratamiento	2	3277.1*
A x T	4	62.7
Error	133	465.7
Total	141	

* Significativos a ($P \leq 0.05$)

La prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) aplicada para los promedios por año y tratamientos detectó diferencias significativas entre el testigo y los dos grupos suplementados, pero no hubo diferencias entre los dos grupos suplementados. Para años, 1970 fue significativamente diferente de 1971 y 1972, y aunque en estos dos últimos años no hubo diferencias significativas, el año 1972 fue ligeramente superior al año anterior.

En el Cuadro 7 se presenta la prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) para los promedios de ganancia de pesos (kg) realizados desde el nacimiento al destete, por año y tratamientos.

Cuadro Nº 7. Prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) para promedios de ganancia de pesos de los terneros desde el nacimiento al destete.

T R A T A M I E N T O S				
Año	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado	Promedio
1970	149.2	150.6	156.1	151.9
1971	150.8	167.1	164.4	160.8
1972	157.3	169.9	172.0	166.4
Promedios	153.3	168.6	168.5	

Promedios comprendidos dentro de una misma línea no difieren entre sí significativamente ($P \leq 0.05$)

4.3 Cambios de pesos en las vacas durante el período experimental
Los pesos de las vacas fueron corregidos por covariancia

considerando la edad inicial en meses al comienzo del período experimental. El análisis de variancia, Cuadro 8, para los pesos corregidos en promedios por año, tratamiento e interacción años-tratamientos fue significativo ($P \leq 0.05$) en todos los casos. La prueba de Rangos Múltiplos (Duncan), Cuadro 9, aplicada a los promedios por año y tratamientos, detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para media de tratamientos siendo que el testigo difirió significativamente de los dos grupos suplementados.

Cuadro Nº 8. Análisis de variancia para ganancia de peso de las vacas.

F.V.	gl	C.M.
Años	2	109.513,1*
Tratamientos	2	15.111,6*
A x T	4	9.385,9*
Error	261	1.988,5
Total	269	

* Significativo ($P \leq 0.05$)

Cuadro N^o 9. Prueba de Rangos Múltiplos (Duncan) para promedios de ganancia de las vacas (kg).

T R A T A M I E N T O S				
Año	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado	Promedio
1970	355.5	349.6	352.6	352.5
1971	405.5	412.9	426.3	415.0
1972	374.3	426.1	432.1	410.9
Promedios	378.4	<u>396.2</u>	<u>403.7</u>	

Promedios comprendidos dentro de una misma línea no difieren entre sí significativamente ($P \leq 0.05$)

En cuanto a la media para años, 1970 fue significativamente inferior a 1971 y 1972, pero sin diferencias entre los últimos dos años.

4.4 Cambios en la composición del pasto

Los cambios en la composición del pasto, en cuanto a proteína, fósforo y calcio, utilizado en el presente trabajo para explicar el comportamiento reproductivo, son presentados en el Cuadro 10. En proteína cruda la media para los tres años del pasto fertilizado acusó un aumento de 1,42 por ciento con relación al testigo y 1,35 por ciento con relación al grupo de suplementación oral (que no recibieron fertilización). Sin embargo, la diferencia entre estas dos últimas áreas fue apenas de 0,07 por ciento.

En el caso del fósforo, las dos áreas que no recibieron fertilización, mostraron 0,10 por ciento, en ambos casos, contra 0,18 en el

Cuadro Nº 10. Porcentajes de proteína cruda, fósforo y calcio en el pasto.

Año	Tratamientos	Proteína cruda	Fósforo	Calcio	Nº Muestras
1970	Testigo	5,20	0,10	0,35	4
	Suplementación oral	5,40	0,10	0,48	4
	Pasto fertilizado	6,51	0,15	0,54	4
1971	Testigo	5,57	0,09	0,36	24
	Suplementación oral	5,64	0,12	0,34	24
	Pasto fertilizado	7,10	0,21	0,34	24
1972	Testigo	5,39	0,11	0,31	21
	Suplementación oral	5,32	0,10	0,33	21
	Pasto fertilizado	6,79	0,19	0,32	21
Media de 3 años	Testigo	5,38	0,10	0,34	49
	Suplementación oral	5,45	0,10	0,38	49
	Pasto fertilizado	6,80	0,18	0,40	49

área fertilizada, un aumento de 80 por ciento sobre el contenido de fósforo en las áreas no fertilizadas.

4.5 Niveles de calcio y fósforo sanguíneo

El Cuadro 2 del Apéndice resume los cambios de calcio y fósforo sanguíneo en mg por 100 ml de suero sanguíneo para los diferentes tratamientos. Los promedios para calcio en todos los tratamientos están dentro del rango normal comprendido entre 9-12 mg por 100 ml de suero sanguíneo; sin embargo, el fósforo sanguíneo para el grupo testigo está por debajo del rango normal (4,5 a 6,5 mg/100 ml) y los grupos de suplementación directa o indirecta de fósforo están dentro del rango normal.

4.6 Análisis económico

El análisis económico fue basado en los promedios de incrementos de pesos y número de terneros adicionales al testigo para los años 1971 y 1972, sin considerar efecto residual de la fertilización, reducción del intervalo entre partos y mejoras en la calidad de los terneros.

El Cuadro 11 resume los costos por tratamientos considerando los años 1971-1972, en base a gastos por insumos (sal, Dical, superfosfato triple) en la mezcla o usado en la fertilización más los gastos de aplicación, el número de terneros adicionales en los tratamientos suplementados sobre el testigo y los incrementos promedios de las vacas por tratamientos. El valor de los terneros fue estimado en peso vivo a razón de US\$90 cada uno al destete por ser ésta la modalidad de venta más común y no en base a peso; el kilo de peso adicional en las

Cuadro Nº 11. Análisis económico en base a incrementos de pesos por las vacas y terneros adicionales para 1971 y 1972.

T R A T A M I E N T O S			
	Testigo	Suplementación oral	Pasto fertilizado
Suplemento o Fertilizante (US\$)	46.82	91.86	1548.46
Nº terneros	36	42	42
Costo por ternero (US\$)	1.30	2.18	36.83
Terneros adicionales	-	6	6
Promedios Incrementos pesos vacas (kg)	-	18	25
Retorno (US\$)		+ 598.80	(-) 1516.50

vacas sobre el testigo se le asignó un valor de US\$0.35. Como se puede apreciar en el cuadro, la suplementación oral dejó beneficios, en tanto la fertilización dio pérdidas a pesar que el número de terneros sobre el testigo fue igual al de suplementación oral y tuvo mejores promedios de incrementos en las vacas. Sin embargo, el costo y la dosis elevada, sin una respuesta adecuada del pasto que hubiera permitido mayor carga animal por hectárea, produjo beneficios negativos.

5. DISCUSION

5.1 Reproducción

El efecto del fósforo en la fertilidad del ganado fue evidente considerando los resultados para nacimientos presentados en el Cuadro 2, en que el testigo fue el peor de los tres grupos, considerando el período experimental. Por otro lado, se redujeron los intervalos entre partos para los grupos suplementados.

Los aumentos en fertilidad y reducción del intervalo entre partos para los animales suplementados, se debieron a las mejoras en la calidad del pasto por efecto de la fertilización y la suplementación oral de fósforo. Los análisis del pasto, efectuados para determinar proteína cruda, fósforo y calcio (Cuadro 10), indican claramente que los pastos son deficientes en fósforo y que los niveles de 0,10 por ciento encontrados en el presente estudio, como a nivel nacional (14, 17) (Figura 2 del Apéndice), son insuficientes para cubrir las necesidades de los animales. La suplementación de fósforo mediante la fertilización de los potreros, incrementó en 11 por ciento la fertilidad del ganado y redujo en cinco meses el intervalo entre partos (Cuadro 3). Por otra parte, se mejoró en 1,5 por ciento el nivel de proteína cruda lo que puede haber influido para que el tratamiento de pasto fertilizado haya tenido mejores incrementos en la fertilidad y peso de los animales con relación al grupo de suplementación oral.

La superioridad de los grupos suplementados en cuanto al aspecto de fertilidad, también son explicados por los niveles de fósforo sanguíneo (Cuadro 2 del Apéndice), en que se observa que la suplementación de fósforo incrementó los niveles de fósforo inorgánico de

3,5 hasta 5,6 y 5,8 mg por 100 ml de suero para el testigo, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente, lo que indica que los animales suplementados tuvieron mayor disponibilidad de fósforo para realizar sus actividades reproductivas en condiciones más satisfactorias que el testigo. Todos estos factores ligados a un mayor consumo de pasto, por nutrición de fósforo más adecuada, mejoró el aspecto reproductivo de los animales suplementados.

5.2 Peso de los terneros al destete

Las medias de tratamientos presentado en el Cuadro 7, indican que hay diferencias significativas entre los terneros del grupo no suplementado y los terneros de los dos grupos suplementados. Sin embargo, no hubo diferencias entre los suplementados. Los pesos promedios durante el período experimental fueron 153,35, 168,53 y 168,56 kilos para los terneros del testigo, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente.

Esta superioridad de los suplementados en peso, que no sólo está dada por los promedios del período experimental, sino también por los promedios anuales, podría ser reflejo de una mayor producción de leche por las madres y una reducción evidente en el período de nacimientos, como efecto del fósforo suplementado, lo que ha ido año a año mejorando la uniformidad de los terneros, en contraste con el testigo que muestra lotes al destete mucho más desuniformes y débiles. Por otro lado, los niveles de fósforo sanguíneo, pesos de las vacas y calidad del pasto indican una superioridad en los suplementados en contraste con el testigo que se refleja en los terneros debido a una mayor disponibilidad y calidad de pasto, mayor producción de leche y

condiciones de los animales, tanto en el parto como al destete como efecto del fósforo suplementado.

5.3 Incrementos de pesos en las vacas

A pesar que los promedios de pesos iniciales fueron inferiores en los tratamientos suplementados con relación al testigo, a los tres años el experimento e incluso al segundo año, la superioridad de los suplementados fue notoria (Cuadro 9), para los promedios del período experimental el testigo fue inferior significativamente a los grupos suplementados, pero sin diferencias significativas entre los suplementados, aunque hubo mejores ganancias para el tratamiento de pasto fertilizado, posiblemente debido a la mejora que se produjo no sólo en fósforo sino también en proteína y disponibilidad de pasto por efecto de la fertilización. A este respecto De León (29) atribuye las mayores ganancias en el grupo de pasto fertilizado no a un efecto directo del fósforo sino a la productividad de la pradera. Sin embargo, superioridad de pesos en los animales suplementados han sido reportados por varios investigadores (13, 28, 30, 44, 58).

5.4 Análisis económico

En base a los insumos, incremento de pesos por las vacas y terneros adicionales al testigo, para 1971 y 1972, el método de suplementación oral resultó ser el mejor (Cuadro 11), la fertilización de la pradera produjo pérdidas debido al costo del fertilizante, cantidad empleada y quizás a una respuesta poco eficiente del pasto, únicamente a la fertilización con fósforo. Trabajos posteriores dentro de la Estación Experimental de Gualaca, indican que la respuesta en

producción de pasto es favorecida con fórmulas que incluyen nitrógeno o fórmulas completas.

La fertilización tiene la ventaja de mejorar la calidad del pasto y su disponibilidad lo que permite una mayor carga animal por unidad de superficie y proporciona a los animales un pasto que llena los requisitos nutricionales para crecimiento, producción y reproducción. Niveles más bajos de fósforo junto a nitrógeno o incluido en fórmula completa quizás hubieran permitido aumentar la carga animal hasta niveles económicos. Otra posibilidad para reducir los costos por este método es la aplicación cada dos o tres años del fertilizante siempre y cuando la respuesta del pasto sea favorable para mantener el nivel nutricional de los animales. En el presente estudio la aplicación de 4 qq por hectárea anual resultó ser anti-económica por los factores mencionados y porque no se sabe el efecto residual del abono que pudiera reducir los costos de fertilización. Hay evidencias (13, 20) que los pastos responden favorablemente al efecto del abono residual hasta por dos años.

Cuando se conoce la deficiencia, la suplementación oral del mineral o minerales es más práctica y económica porque se garantiza el consumo y cantidad adecuada para suplir la deficiencia, siempre que se considere gustosidad, balance entre los minerales, localización y tamaño del salero, como también la protección contra pérdida por humedad, lluvia o fuertes vientos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos con la suplementación de fósforo en el presente estudio, podemos concluir lo siguiente:

1. El efecto de la suplementación con fósforo se manifestó en la reproducción mejorando los porcentajes de concepciones desde 62 hasta 73 por ciento para el testigo y pasto fertilizado, respectivamente, como también en la reducción del intervalo entre partos en los grupos suplementados.
2. Los animales suplementados, tanto las vacas como las crías, lograron mejores incrementos de pesos que los no suplementados.
3. La fertilización del pasto mejoró los niveles de fósforo en un 80 por ciento, y el fósforo sanguíneo en los animales suplementados por ambos métodos subió al rango normal.
4. Ambos métodos de suplementar fósforo fueron satisfactorios para mejorar los parámetros evaluados sin diferencias significativas entre ellos.
5. Desde el punto de vista económico la suplementación de fósforo oral resultó ser mejor que la fertilización del pasto en las condiciones que se llevó a cabo el estudio.
6. Se recomienda la suplementación de fósforo al ganado en pastoreo, ya sea en mezcla, minerales, junto con la sal común o separadamente para consumo a libre voluntad.
7. En el caso del método indirecto de suplementar fósforo, profundizar en el estudio el uso de niveles y combinaciones

de minerales que mejoren la calidad y disponibilidad del pasto en forma económica.

7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Estación Experimental de Gualaca, a cargo del Programa de Pastos y Forrajes, MAG-FAO del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Panamá, como trabajo de tesis para optar al grado de Magister Scientiae, en el CTEI, Turrialba, Costa Rica. Los objetivos principales fueron los de evaluar el efecto de la suplementación de fósforo en el comportamiento reproductivo del ganado cebú (Brahman) mediante dos sistemas de suplementación, y los incrementos de peso de los animales (vacas y crías) como efecto del fósforo suplementado, además, los cambios en la composición mineral del pasto y sangre de los animales bajo tratamiento.

Se utilizó una área de 105 hectáreas dividida en 12 potreros de aproximadamente nueve hectáreas cada uno, cubiertos por Jaragua (Hyparrhenia rufa); cada tratamiento dispuso de cuatro potreros con 10 días de pastoreo y 30 de descanso. Los tratamientos fueron los siguientes:

Grupo Nº 1 = (Testigo) pastoreo en Jaragua sin fertilización más sal común (cloruro de sodio) a voluntad.

Grupo Nº 2 = (Suplementación oral) pastoreo en Jaragua sin fertilizar más una mezcla de 40% de sal común, 30% de Dical (fosfato dicálcico) y 30% de superfosfato triple (46% de P_2O_5).

Grupo Nº 3 = (Pasto fertilizado) pastoreo en Jaragua fertilizada con superfosfato triple (46% de P_2O_5) a razón de 4 qq por hectárea en una sola aplicación al inicio de las lluvias cada año, más sal común para consumo a voluntad.

Se utilizaron 90 hembras Brahman, 30 por tratamiento, 15 vacas y 15 novillas, con estación de monta natural de tres meses y dos toros por grupo que rotaron mensualmente.

Como promedio de los tres años de monta se encontró 62,2, 68,8 y 73,3 por ciento de concepciones para los grupos testigos, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente; en este mismo orden el intervalo entre parto en cada grupo durante los tres años fue de 18, 12 y 13 meses. El porcentaje de terneros destetados considerando únicamente los dos primeros años (1970 y 1971) fue de 60, 70 y 70 para los grupos testigo, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente.

Tomando en consideración los promedios de pesos anuales al destete y luego en conjunto durante el período experimental, se encontró 153, 168 y 168 kilos para los grupos testigo, suplementación oral y pasto fertilizado. En la misma secuencia y criterio los pesos promedios para las vacas al final del ensayo fueron 378, 396 y 403 kilos, respectivamente.

Tanto en peso de los terneros como en el de las vacas hubo diferencias significativas entre el grupo testigo contra los grupos suplementados. Sin embargo, no hubo diferencias entre los suplementados.

Del análisis de 49 muestras de pasto en cada tratamiento, en cuanto a proteína cruda, se encontró 5,38, 5,45 y 6,80 por ciento en base materia seca, de igual modo el fósforo fue 0,10, 0,10 y 0,18 por ciento para los grupos testigo, suplementación oral y pasto fertilizado, respectivamente. En cuanto al calcio y fósforo sanguíneo se

encontró 11,60 y 3,54, 10,38 y 5,63 y 10,37 y 5,87 miligramos de calcio y fósforo, respectivamente, por 100 ml de suero sanguíneo para los grupos testigo, suplementación oral y pasto fertilizado.

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la suplementación de fósforo, independiente del método usado, mejoró las concepciones, nacimientos, intervalos entre partos y peso de los animales con relación al testigo. Entre los dos métodos no hubo diferencias significativas en base a los parámetros estudiados; sin embargo, aplicando el fósforo al potrero resultó ligeramente superior, en cuanto a concepciones, nacimientos, peso de los animales y niveles de fósforo sanguíneo.

El análisis económico basado en dos años para incrementos de pesos de los animales y terneros adicionales en los suplementados sobre el testigo, resultó ser favorable para el tratamiento de suplementación oral que produjo ganancias contra el de fertilización que produjo pérdidas. El hecho de que este método haya producido pérdidas no implica de ninguna manera que este método sea antieconómico y que no se pueda usar. En el presente estudio, las pérdidas de este método se produjeron por el uso de un sólo elemento en la fertilización, el costo y la dosis, sin respuesta por parte del pasto en cuanto a disponibilidad que hubieran permitido duplicar o triplicar la carga animal.

7a. SUMMARY

The present study was conducted at the Gualaca Experiment Station in David, Panama. The principal objectives were to evaluate the effects of two methods of phosphorous supplementation on the reproductive performance and weight gains of Brahman cattle. Also mineral composition of pasture and blood samples were studied.

The experiment was conducted on 105 hectares of Jaragua (Hyparrhenia rufa) divided into 12 pastures of approximately nine hectares each. Four pastures were allotted to each treatment permitting 10 days of grazing and 30 days rest.

The following treatments were used:

Group 1 = (Control). Unfertilized Jaragua pasture with free-choice salt.

Group 2 = (Oral Supplement). Unfertilized Jaragua pasture with a mixture of 40% salt, 30% dicalcium phosphate and 30% triple superphosphate.

Group 3 = (Fertilized Pasture). Jaragua pasture fertilized with triple superphosphate at the rate of 400 lbs/ hectare per year in addition to free-choice salt.

Ninety Brahman females, 30 per treatment (15 cows and 15 heifers) were used under a system of a three month breeding season with two bulls per group rotated monthly.

Including the three years of the study, average conception rates of 62.2, 68.8, and 73.3 were noted for the groups Control, Oral

Supplementation and Fertilized Pasture, respectively. The corresponding calving intervals averaged 18, 13 and 13 months. The percentage of calves weaned, considering only the first two years (1970 and 1971) was 60, 70 and 70 for the three groups.

Averaging the annual average weaning weights showed 153, 168 and 169 kgs for the Control, Oral Supplementation and Fertilized Pasture groups, respectively. Corresponding values for cow weights at the end of each trial were 378, 396 and 404 kgs.

In calf weights as in cow weights the two supplemented groups were not detectably different but were significantly different from the controls.

From each treatment, 49 samples of pasture were analyzed with the following results (Control, Oral Supplementation and Fertilized Pasture): crude protein % - 5.38, 5.45 and 6.80; phosphorous % - 0.10, 0.10 and 0.18; blood calcium averaged 11.60, 3.54 and 10.38 and blood phosphorous averaged 5.63, 10.37 and 5.87 mg/100 ml for the three groups, respectively.

Based on the results of this study, phosphorous supplementation, independent of the method used, improved rates of conception and calving, reduced calving intervals, and resulted in heavier animals as compared to the controls. Between the two methods of supplementation no significant differences were noted in the parameters studied, nevertheless, the method of pasture fertilization showed a slight advantage in respect to conceptions, calvings, animal weights and blood phosphorous levels.

The economic analysis based on two years of data including

heavier cow weights and extra calves of the supplemented groups showed an advantage for the orally supplemented group whereas the fertilization supplemented group produced economic losses. The fact that this method produced losses does not in any manner imply that the method is uneconomical and should not be used. In this study the losses of this method were produced by the use of only one element in the fertilization, the cost and high dosis, and did not measure the response of the quantity of pasture production - which was sufficient to double or triple the number of animals actually used.

8. LITERATURA CITADA

1. AGARWALA, O. N. et al. Use of superphosphate as a phosphorous supplement for lambs-effect of calcination or supplementation with oral cobalt or parenteral vitamin B₁₂. Journal Agriculture Science 77(3):467-471. 1971.
2. ALBA, J. de y DAVIS, G. K. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. Turrialba 7(1-2):16-33. 1957.
3. _____. Carencias minerales en el animal que vive del pastoreo. Turrialba 9(3):91-97. 1959.
4. AMMERMAN, C. B. et al. Ruminant utilization of inorganic phosphates. Journal of Animal Science 16(4):796-810. 1957.
5. ANDERSON, A. K. et al. Studies on the chemical composition of bovine blood. Journal of Dairy Science 13(4):336-348. 1930.
6. BARNES, J. E. y JEPHCOTT, B. R. Phosphorous deficiency in cattle in Northern Territory and its control. Australian Veterinary Journal 31(12):302-312. 1955.
7. BECKER, R. B. et al. Deflurinated superphosphate for Livestock. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 401. 1944. 15 p.
8. _____ et al. Minerals for dairy and beef cattle. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 513. 1953. 51 p.
9. _____ et al. Minerals malnutrition in cattle. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 699. 1965. 54 p.
10. BENBRIGE, T. J. A phosphorosis trial with beef cattle. Rhodesia Agriculture Journal 63(2):109-113. 1966.
11. BERGNER, H. Elementos de nutrición animal. Traducido del Inglés por J. E. Escobar. Zaragoza, Acribia, 1970. 163 p.
12. BISSCHOP, J. H. R. Feeding phosphates to cattle. South Africa Depart. Agric. Tech. Serv. Science Bulletin 365. 1964. 26 p.
13. BLACK, W. H. Comparison of methods of supplying phosphorous to range cattle. United States Department of Agriculture. Washington, D. C. Technical Bulletin 981. 1949. 22 p.

14. BLUE, W. G. et al. Compositional Analysis of Soils, forages and cattle tissues from beef producing areas of Eastern Panama. *Bio-Science* 19(7):616-618. 1969.
15. CUNHA, T. J. et al. Minerals for beef cattle in Florida. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 683. 1964. 60 p.
16. CHICCO, C. F. y FRENCH, M. H. Observaciones sobre deficiencias del calcio y fósforo en los animales de las regiones ganaderas del centro y este de Venezuela. *Agronomía Tropical* 9(2):41-62. 1959.
17. _____. Estudio de la nutrición mineral del ganado de la región occidental de Panamá. Programa de Pastos y Forrajes, MAG-FAO, Panamá. 1970. (mimeografiado).
18. DOWE, T. W. et al. The effects of adequate and excessive calcium when fed with adequate phosphorous in growing ration for beef calves. *Journal of Animal Science* 16(4):811-819. 1957.
19. FRENCH, M. H. y CHICCO, C. F. Observaciones sobre deficiencias de calcio y fósforo en los animales de los Andes y sus inmediaciones. *Agronomía Tropical* 11(3):157-173. 1962.
20. GARDNER, A. L. et al. Mejoramiento del campo natural con fósforo. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, Uruguay. *La Estancuela* 5:9-13. 1970.
21. GIOVINE, N. Estudio clínico da deficiencia de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arquivos Escola Superior Veterinaria de Minas Gerais* 1:17-25. 1943.
22. HART, B. y MICHELL, G. L. Effect of phosphate supplementation on the fertility of an open range beef cattle herd on the Barkly Tableland. *Australian Veterinary Journal* 41(10):305-309. 1965.
23. HEYNS, H. The relationship between various blood constituents of young afri-Kaner bulls. *Journal of Agriculture Science* 77(2):337-338. 1971.
24. HODGES, E. M. et al. Effect of phosphate fertilizer on pangola grass pastures and beef production. Florida Agricultural Experiment Station. Circular S-190. 1968. 10 p.
25. HURRELL, A. D. y DUGSDALE, R. S. A phosphorosis in ranch cattle. *Rhodesia Agriculture Journal* 55(4):474-479. 1958.

26. JARDIN, W. R. et al. Contribuição para o estudo da composição e digestibilidade do capim jaraguá (Hyparrhenia rufa). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 10:277-284. 1953.
27. KIRK, W. G. et al. Production performance and blood and some composition of cows grazing pangola grass pasture receiving different phosphates fertilizers. Florida Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 735. 1970. 55 p.
28. KNOX, H. J., BENNER, W. y WALKINS, E. Seasonal feeding of mineral supplements. New Mexico Agriculture Experiment Station. Bulletin 331. 1946. 11 p.
29. LEON, L. A. de. Efecto de suplementación sobre la eficiencia reproductiva de Herefords en praderas naturales del Uruguay. Tesis Mag. Sc. La Estanzuela, Uruguay, 1963. 35 p. (mimeografiada).
30. LINDSEY, J. B. y ARCHIBALD, J. G. Mineral supplements for dairy cows. Journal of Dairy Science 13(2):102-116. 1930.
31. LITTLE, D. A. Factors of importance in the phosphorous nutrition of beef cattle in Northern Australia. Australian Veterinary Journal 46(6):241-248. 1970.
32. LONG, R. A. et al. Blood composition of normal beef cattle. Oklahoma Agriculture Experiment Station. Technical Bulletin T43. 1952. 16 p.
33. LONG, T. A. et al. Availability of phosphorous in mineral supplements for beef cattle. Journal of Animal Science 16(2): 644-650. 1956.
34. McDONALD, P. et al. Animal Nutrition. Edinburgh 1. 1969. 407 p.
35. MOIR, K. W. Diagnosis of phosphorous deficiency in grazing beef cattle. Queensland, Journal of Agriculture and Animal Science 23:97-100. 1966.
36. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Nutrient requirements of domestic animals. Beef cattle. Washington, D. C. 1970. 55 p.
37. NELLER, J. R. Comparison of phosphorous fertilizers for pastures on flatwoods soils in Florida. Technical Bulletin 651. 1963. 11 p.

38. NORMAN, M. J. T. y STEWART, G. A. Investigations on the feeding of beef cattle in the Katherine region, N. T. Australia. *Journal Australian Institute Agriculture Science* 30:39-46. 1964.
39. _____. The response of a birdwood grass-Townsville lucerne pasture to phosphate fertilizers at Katherine N. T. Katherine Research Station Northern Territory. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 5(17):120-124. 1965.
40. PALMER, L. S. y ECKLES, C. H. Normal variation in the inorganic phosphorous of the blood of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 13(3):174-195. 1930.
41. _____ et al. The effect of rations deficient in phosphorous and protein on ovulation, estrons and reproduction of dairy Heifers. *Journal of Dairy Science* 24(3):199-210. 1941.
42. REYNOLDS, E. B. et al. Methods of supplying phosphorus to range cattle in South Texas. *Texas Agriculture Experiment Station. Bulletin* 773. 1953. 15 p.
43. ROJAS, A. F. Contribución al estudio del calcio y fósforo inorgánico en la sangre de la vaca lechera. *Agricultura Técnica de Chile* 7(1):21-25. 1947.
44. SCHIERMANN, G. C. S. Efecto de la suplementación con fósforo sobre la eficiencia reproductiva y crecimiento de un hato de ganado Hereford en praderas naturales del Uruguay. Tesis Mag. Sc. La Estanzuela, Uruguay. 1965. 66 p. (mimeografiada).
45. SHIRLEY, R. L. et al. Phosphorus fertilization of pangola grass pasture and phosphorus, calcium, hemoglobin and hematocrit in blood of cows. *Journal of Animal Science* 27(3):757-765. 1968.
46. SKINNER, J. D. The supplementation of vitamin A and phosphorus in some bushveld areas of the Northern Transvaal. *Proc. South African Society of Animal Production* 2:143-147. 1963.
47. SNOOK, L. C. Rock phosphate in stock feeds - the fluorine hazard. *Animal Nutrition Officer, Department of Agriculture, Western Australia. The Australian Veterinary Journal* 38(2):42-47. 1962.
48. SOBRINHO, M. L. Carencia de fósforo e calcio nos bovinos, Minas Gerais, *Arquivos Escola Superior Veterinaria de Minas Gerais* 1:9-14. 1943.

49. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill. 1960. 481 p.
50. TILLMANN, A. D. et al. Comparative procedures for measuring the phosphorus requirements of cattle. Journal Animal Science 18(1):249-254. 1959.
51. TODD, J. R. The phosphorus status of cattle in part of central Province, Kenya. East African Agriculture Journal 20:66-68. 1954.
52. TOKARNIA, C. H. et al. Deficiencia de fósforo em bovinos no Piauí. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 5:483-494. 1970.
53. UNDERWOOD, E. J. Trace elements in human and animal nutrition. New York, Academic Press, 1956. 430 p.
54. _____. Los minerales en la alimentación del ganado. Traducido por Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España, Acribia, 1968. 320 p.
55. VAN SCHALKWYK, A. y LOMBARD, P. E. The influence of phosphorus supplementation on body function and growth of young steers. South Africa Agriculture Science 1:45-51. 1969.
56. VILLARES, J. B. y TEXEIRA, H. M. Contribuição para o estudo das carencias minerais em bovinos no Estado de São Paulo. Boletim de Industria Animal, Sao Paulo, Brasil. 15 NS. 1956. 21 p.
57. WEINMANN, H. Response of grasses to fertilizers in southern Rhodesia. Technical Bulletin 2. 1964. 14 p.
58. WISE, M. B., SMITH, S. E. y BARNES, L. L. The phosphorus requirement of calves. Journal of Animal Science 17(1):89-99. 1958.
59. _____, WENTWORTH, R. A. y SMITH, S. E. Availability of the phosphorus in various sources for calves. Journal of Animal Science 20(2):329-335. 1961.
60. _____, ORDOVEZA, A. L. y BARRICK, E. R. Influence of variations in dietary calcium, phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves. Journal of Nutrition 79(1):79-84. 1963.

A P E N D I C E

Cuadro Nº 1. Datos meteorológicos en la Estación Experimental de Gualaca.

Mes	L L U V I A		T E M P E R A T U R A			H U M E D A D	
	Cant. mm	Días lluviosos	Max. °C	Min. °C	Promedio	% Max.	% Min.
1970							
Enero	129,54	10	32,2	21,7	26,9	87	47
Febrero	80,51	2	32,7	21,7	27,2	76	38
Marzo	154,43	12	33,1	21,6	27,3	88	43
Abril	425,70	11	32,3	22,4	27,3	88	48
Mayo	474,47	20	31,3	22,3	26,8	90	52
Junio	605,28	20	30,5	22,7	26,6	89	61
Julio	873,76	26	29,8	21,9	25,8	89	61
Agosto	645,16	29	30,4	21,7	26,0	89	61
Setiembre	523,24	28	29,9	21,6	25,7	89	60
Octubre	739,14	30	28,2	21,8	25,0	89	63
Noviembre	312,42	20	29,4	21,2	25,3	90	57
Diciembre	266,70	20	29,3	21,3	25,5	90	57
1971							
Enero	164,08	9	29,2	20,0	24,6	90	47
Febrero	51,08	7	31,7	18,9	25,3	88	36
Marzo	35,81	8	32,4	19,2	25,8	87	36
Abril	358,14	14	31,9	19,8	25,8	87	40
Mayo	484,88	21	30,6	21,6	26,0	89	53
Junio	613,41	23	29,5	21,1	25,3	89	58
Julio	336,80	24	29,6	21,3	25,4	88	54
Agosto	691,64	25	29,1	20,8	24,9	88	59
Setiembre	598,67	24	29,7	21,3	25,5	89	59
Octubre	761,74	30	28,5	21,5	25,5	89	61
Noviembre	477,26	24	28,5	20,9	24,7	89	57
Diciembre	37,59	11	30,6	20,1	25,3	89	42
1972							
Enero	103,40	13	30,8	19,9	25,3	89	44
Febrero	9,50	1	32,8	18,8	25,8	86	32
Marzo	64,50	5	34,7	19,8	27,2	88	29
Abril	410,50	14	32,9	18,1	25,9	89	36
Mayo	498,00	25	31,4	22,0	26,7	90	54
Junio	316,80	17	30,9	21,7	26,3	90	56

Cuadro Nº 2. Niveles de calcio y fósforo sanguíneos (mg/100 ml de suero).

T R A T A M I E N T O S							
	Testigo		Suplementación oral		Pasto fertilizado		
	Calcio	Fósforo	Calcio	Fósforo	Calcio	Fósforo	
abril 1970	13,5	3,2	13,5	3,2	13,50	3,2	
31 julio 1970	13,8	3,0	12,3	4,4	12,4	4,1	
30 set. 1970	15,2	3,8	14,8	5,1	14,7	5,5	
30 nov. 1970	11,5	2,8	11,3	4,8	10,8	5,7	
30 enero 1971	10,6	4,1	9,6	4,9	9,2	5,9	
30 marzo 1971	10,2	3,0	9,2	6,4	9,2	7,5	
30 mayo 1971	10,0	3,5	8,9	6,4	8,9	6,9	
30 julio 1971	11,1	4,2	8,9	6,6	8,8	6,6	
30 set. 1971	10,7	3,3	8,9	7,2	9,3	6,5	
30 nov. 1971	11,1	4,0	9,6	6,7	9,8	6,7	
30 enero 1972	11,2	4,6	9,4	6,7	9,3	7,3	
30 marzo 1972	10,5	3,3	9,2	5,3	9,3	5,2	
30 mayo 1972	11,3	3,2	9,3	5,4	9,7	5,2	
	11,6	3,5	10,3	5,6	10,3	5,8	

TRATAMIENTOS

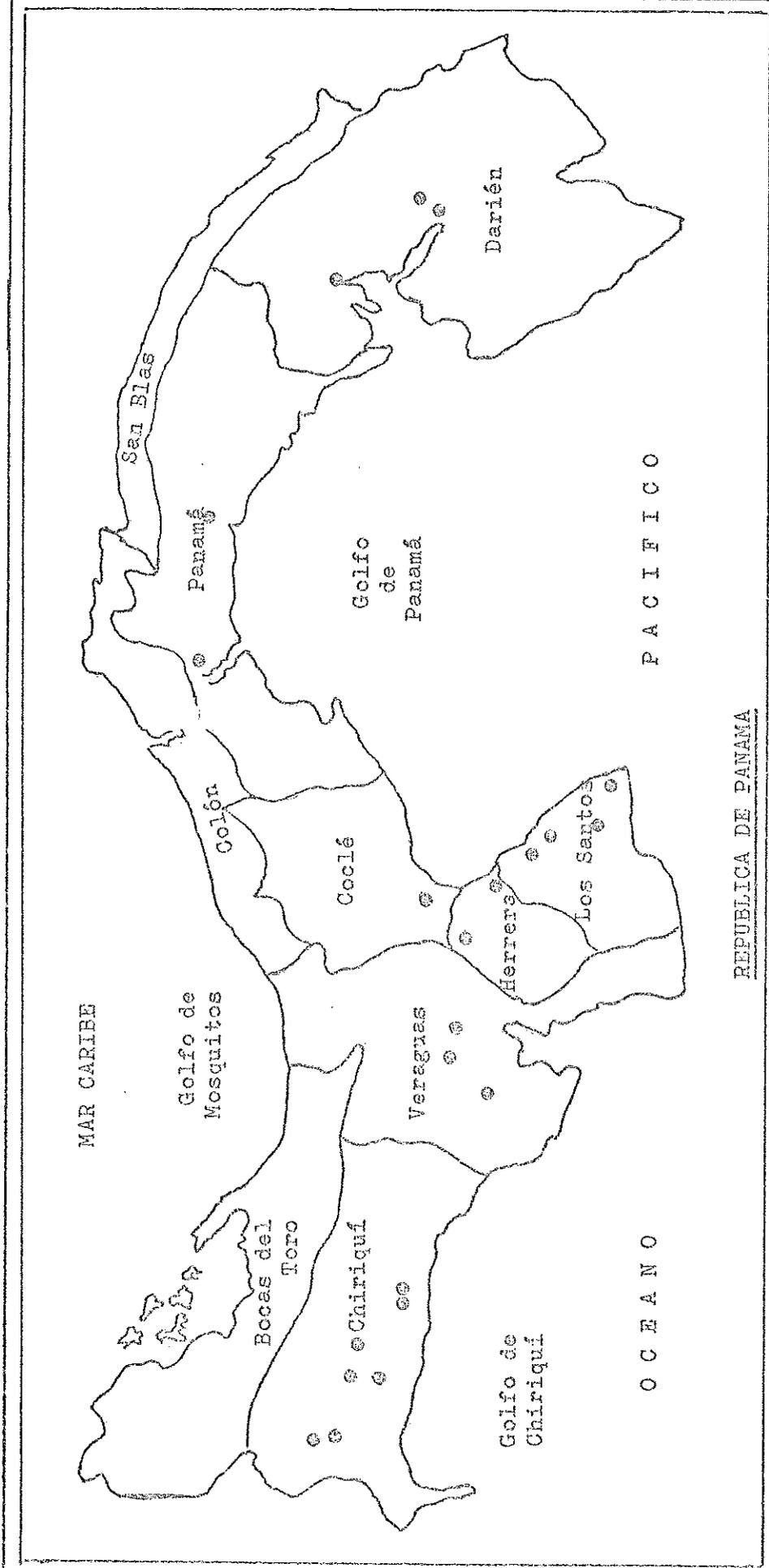
Grupo I - Testigo

Grupo II - Suplemento oral

Grupo III - Fertilizante



Figura No 1 . Area experimental, subdivisiones y asignación de los tratamientos.



- Chiriquí = Volcán, Cuesta de Piedra, Gualaca, Bocas del Monte, Potrerillos, Horconcito, Cotoú
- Veraguas = La Peña, La Mesa, Soná
- Los Santos = Las Tablas, Peñas Blancas, Guararé, Peñasí
- Herrera = Sta. María, Chití (Cantarrana), Pto. Limón, El Mangote, El Paraiso)
- Coclé = Agua Dulce
- Panamá = Chepo, Chilibre
- Darién = Yaviza, Santa Fé, El Real

Figura Nº 2 . Areas deficientes, especialmente fósforo en la República de Panamá.