

**DETERMINACION DE FOSFORO, CALCIO Y PROTEINA DE DISTINTOS PASTOS
APROVECHADOS POR BOVINOS DE ALGUNAS ZONAS DE COSTA RICA**

Por

JOEL HERBERTO VELASCO MOLINA

**Institute Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados
Turrialba, Costa Rica**

Febrero, 1961

**DETERMINACION DE FOSFORO, CALCIO Y PROTEINA DE DISTINTOS PASTOS
APROVECHADOS POR BOVINOS DE ALGUNAS ZONAS DE COSTA RICA**

Tesis

**Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar por el grado**


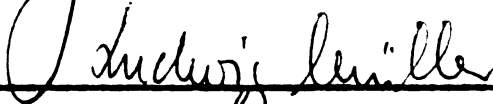

de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:

	Cesajero
	Cenitá
	Cenitá

Febrero, 1961

me

A mis padres

A mi hermano y familia

A María del Carmen *la gorda*
Bonita

AGRADECIMIENTOS

El autor desea manifestar su gratitud a los miembros de su comité consejero, Dr. John V. Bateman, Dr. Jorge de Alba, Dr. Ludwig Muller, y a los Ings. Francisco Murrille y Joel Maltos por el asesoramiento prestado en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

A la Fundación Rockefeller que por intermedio de su programa de becas le brindó la oportunidad de realizar estudios graduados.

A los dueños de las Fincas, en donde se llevó a efecto el presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en el Mineral de Nueva Rosita, Coahuila, México, el día 3 de julio de 1936. Sus estudios primarios y secundarios los efectuó en ese mismo lugar. Posteriormente ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" de Saltillo, Coahuila, en donde obtuvo su título de Ingeniero Agrónomo en el año de 1958.

Prestó sus servicios en un laboratorio de suelos y aguas en la ciudad de Hermosillo, Son, México. Antes de iniciar sus estudios en este Instituto trabajó como topógrafo en la Dirección de Ingeniería Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería en la Ciudad de Sabinas, Coah.

En el año de 1960 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en calidad de alumno postgraduado al departamento de Industria Animal, habiéndole terminado sus estudios en el mes de enero de 1961.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	33
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	41
SUMMARY	43
LITERATURA CITADA.....	45
APENDICE.....	49

INDICE DE CUADROS

Nº	Página
1. Diferencias en eficiencia reproductiva en hatos de carne con y sin suplementos de fósforo en algunas regiones deficientes.....	9
2. Contenido promedio de fósforo.....	17
3. Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates del Volcán Turrialba.....	18
4. Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates del Valle de Turrialba.....	19
5. Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates de San Gerónimo de Moravia.....	19
6. Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates de Guanacaste.....	20
7. Contenido Promedio de Calcio de los Zacates de Cuatro Regiones Estudiadas.....	21
8. Análisis de Variancia de los Valores del Calcio en Zacate del Volcán Turrialba.....	22
9. Análisis de Variancia de los Valores de Calcio en Zacates del Valle de Turrialba.....	22
10. Análisis de Variancia de los Valores de Calcio en Zacates de San Gerónimo de Moravia.....	23
11. Análisis de Variancia de los Valores del Calcio en Zacates de Guanacaste.....	23
12. Contenido Promedio de Proteína de los Zacates de Cuatro Regiones Estudiadas.....	24
13. Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en Zacates del Volcán Turrialba.....	25
14. Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en Zacates del Valle de Turrialba.....	26
15. Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en Zacates de San Gerónimo de Moravia.....	26
16. Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en los Zacates de Guanacaste.....	27

No.		Página
17.	Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de la Finca Beatriz (Volcán Turrialba) Expresados en Porcientos de Materia Seca.....	28
18.	Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de las Fincas Palmira y Santa Cruz (Volcán Turrialba). Expresados en Porciones de Materia Seca.....	29
19.	Valores de Fósforo, Calcio y Proteína del Valle de Turrialba, Expresados en Porciones de Materia Seca..	30
20.	Valores de Fósforo, Calcio, y Proteína de la Región de San Gerónimo de Meravia, Expresados en Porcientos de Materia Seca.....	31
21.	Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de la Región de Guanacaste, Expresados en Porcientos de Materia Seca.....	32
22.	Porcentaje de Muestras con Niveles Suberíticos de Fósforo.....	35
23.	Valores Suberíticos en Fósforo per Especies.....	37

INTRODUCCION

— El ganadero, que basa la alimentación de su hato en el potrero se verá precisado a conocer el contenido mineral de los pastos que le sirven en la dieta de sus animales, si quiere averiguar el estado nutricional de su ganado. Indudablemente que el fósforo y el calcio son dos de los minerales a los que se les debe prestar mayor atención, dada la necesidad de ellos para el normal desarrollo de la industria pecuaria. Asimismo, es importante conocer los niveles de proteína de los pastos ya que estos están íntimamente relacionados con la producción económica de leche y carne. Se sabe además que los niveles de proteína guardan correlación con el contenido de fósforo de los forrajes. La composición química de los zacates sufre oscilaciones debido a diversos factores, dando por resultado que muchas veces los niveles de fósforo, calcio y proteína están debajo de los requisitos mínimos indispensables para el sostenimiento del ganado. +

Se sabe que existen en el mundo grandes áreas deficientes en fósforo sin embargo, en América Latina se carece de datos suficientes que den luz sobre el respecto. Con los antecedentes anotados se llevó a cabo el presente trabajo que trata de cumplir los siguientes objetivos:

1. Determinar el contenido de fósforo, calcio y de proteína en algunos zacates aceptables por el ganado, con el fin de detectar deficiencias minerales en cuatro zonas ganaderas de Costa Rica.
2. Observar las variaciones que sufren los contenidos de fósforo, calcio y proteína de los zacates en tres distintas estaciones del año. Escogiendo estas estaciones con base en la distribución de lluvias de Guanacaste.
3. Comparar los valores de fósforo y calcio obtenidos en los zacates, con los niveles mínimos indispensables para el ganado.

Considerando como niveles mínimos los establecidos por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (0.20% en base seca para ambos elementos).

Este estudio fue hecho durante el año de 1960, analizando zacates aceptables por el ganado de las siguientes zonas: San Gerónimo de Moravia, Valle de Turrialba, Volcán de Turrialba y Guanacaste.

REVISION DE LITERATURA

1. Deficiencias de fósforo y calcio

Por diversos medios se ha podido confirmar que existen en el mundo grandes áreas deficientes en fósforo.

Theiler y Green (39) hicieron una revisión de literatura sobre deficiencias de fósforo en el mundo. Ellos enlistan grandes áreas deficientes en este elemento.

En Norte América, Black y Tash (6) y Beeson (3) nos dicen que Texas, N. México, Tennessee, Canadá y algunas áreas de la costa del Atlántico son deficientes en fósforo.

En México, aún cuando se carece de trabajos de análisis minerales en forrajes, por observaciones empíricas de ganaderos puede presumirse que existen deficiencias de fósforo en muchas regiones de los estados del Norte. La zona deficiente de fósforo en México cubre la totalidad de los estados de Coahuila, Chihuahua, gran parte del oeste y sur de Nuevo León, el norte de Zacatecas y Durango, y la región oriental y norte del estado de Sonora. Es posible que tales deficiencias se extiendan hacia el sur del país (10).

Sobre la distribución geográfica de deficiencias de fósforo y calcio, aún falta mucho por hacer en Centro y Sud-América. Los trabajos hechos sobre el particular hasta 1956 fueron revisados por De Alba y Davis (11). De este trabajo puede resumirse lo siguiente:

a) En algunos países de Centro América, como Honduras, Salvador, Nicaragua y Costa Rica, sólo existen datos preliminares sobre deficiencias de fósforo.

b. Uno de los países que cuenta con más trabajos de esta naturaleza

es el Uruguay. En este país se encuentran posibilidades de peligro por carencias de fósforo pero no de calcio.

c. En Brasil hay evidencias acerca de la existencia de grandes zonas carentes de fósforo.

d. En Argentina existen solamente observaciones empíricas sobre la existencia de carencias de fósforo en la provincia de Corrientes, sobre todo en el Sur (Mercedes y Curuzú).

e. En Chile se manifiestan deficiencias de fósforo.

Por recientes trabajos se puede confirmar que en Venezuela existen deficiencias de fósforo y calcio. Chicco y French (8) en 1959, analizando sangre de bovinos, encontraron que en los estados Bolívar y Monagas los valores de fósforo inorgánico de la sangre de los animales estaban por debajo de los niveles considerados como normales. En el estado Anzoátegui encontraron que los valores de calcio sanguíneo eran deficientes.

En 1960, French y Chaparro (16) confirmaron el trabajo anterior con análisis de ferrajes de las mismas zonas hallaron que los niveles de fósforo y calcio no llegaban a los requisitos mínimos indispensables para el sostenimiento de los animales.

2. Las influencias de Diversos Factores sobre la Composición Química de los Pastos.

Se sabe que existen diferencias en los contenidos de proteína y minerales entre distintas especies de pastos y aún dentro de las mismas especies (5, 36, 37, 48).

El estado de crecimiento afecta la composición química de los zacates. Se sabe que éstos poseen un mayor contenido de proteína en los estados vegetativos jóvenes, cuando el porcentaje de materia seca es bajo

(5, 14, 20, 47). A medida que la planta madura se incrementa el contenido de fibra cruda y lignina y, algunas veces, puede efectuarse un descenso en el contenido de sus minerales (33, 41, 43).

Kivimae (23) trabajó en Uppsala con zacate Timothy (Phelum pratense) y con algunas leguminosas forrajeras. El halló que los contenidos de fósforo y proteína estaban íntimamente relacionados en estos forrajes y seguían una curva decreciente desde los estados jóvenes hasta los estados de floración.

La estación del año puede actuar sobre la composición química de los pastos. La División de Nutrición Animal (47) del Instituto de Investigaciones Veterinarias en la India realizó una investigación con 19 zacates nativos para notar los cambios estacionales en el contenido de proteína. Encontraron que durante el período de Monzón (mes de agosto) todos los zacates fueron ricos en proteína, en los subsiguientes muestreos en septiembre y octubre, fueron mucho más pobres en sus contenidos de proteína.

Younge y colaboradores (49) trabajaron en Hawaii con especies de zacates nativos de esas islas. Concluyeron que los contenidos de fósforo, calcio y proteína de los zacates eran afectados por la estación del año. El contenido de proteína disminuyó en los meses de verano tanto en los lugares secos como en los que contaban con suficiente lluvia. El contenido de fósforo también mostró una tendencia estacional y fue insuficiente para el ganado en los meses de mayo a septiembre.

Smith y colaboradores (38) observaron que en Carolina del Norte los niveles de fósforo y proteína en las hierbas de ramoneo descendían estacionalmente, es decir, tenían su contenido máximo en la primavera y disminuían gradualmente en el verano hasta llegar al mínimo en el invierno.

El nivel de calcio en cambio fue más bajo en la primavera y mayor en otoño e invierno; pero probablemente fue adecuado en todas las estaciones.

Edwards y Goff (14) observaron en Hawaii el efecto de la estación, del lugar sobre la composición química de los siguientes zacates: Chloris gayana, Festuca elatior, Paspalum dilatatum, Phalaris tuberosa y Pennisetum clandestinum. La estación tuvo efecto sobre los contenidos de fósforo, calcio y proteína. Los contenidos de estos fueron más altos durante los meses de invierno. Existieron diferencias en los contenidos de fósforo y calcio entre los lugares. Sin embargo la proteína no se vió afectada. Las diferencias entre especies fueron grandes, 9 de las 10 comparaciones entre especies dieron marcadas diferencias en proteína, 7 de las 10 comparaciones presentaron diferencias para el calcio y 6 de las 10 para el fósforo.

Es difícil determinar la composición nutritiva de los forrajes conociendo solamente la composición química de los suelos. Algunos autores (15, 17, 18) dicen que existe una significativa relación entre los contenidos de fósforo, calcio y nitrógeno del suelo y los contenidos de estos mismos elementos en la planta.

Sin embargo, Wayne y Harris (46) exponen que forrajes que crecían sobre suelos más pobres en nitrógeno contenían un por ciento de proteína mayor que aquellos forrajes que se desarrollan en suelos más ricos en ese elemento.

3. Carencia de fósforo, calcio y proteína en la dieta de los animales.

Las investigaciones realizadas en el mundo sobre deficiencias nutricionales informan que los animales en pastoreo sufren mayormente por

tenores críticos en fósforo y proteína. Raras veces se vé que esto suceda por carencias de calcio.

De Alba (10) simplifica los valores mínimos de ingestión de fósforo y calcio recomendados por el Consejo de Investigaciones de EE.UU. de N.A. (N.R.C.) (31, 32) para bovinos de leche y carne. Dichos valores simplificados son de 0.20% en base seca para fósforo y calcio. Estos niveles guardan un margen de seguridad hasta para animales jóvenes en pastoreo.

Los animales deficientes en fósforo presentan frecuentemente síntomas tales como trastornos reproductivos, endurecimiento de las articulaciones, apetito depravado (pica, come huesos, latas, madera u objetos que encuentra a su paso), etc. (29).

Davis (21) dice que un animal deficiente en fósforo no está habilitado para aprovechar gran parte del alimento aun cuando lo reciba en exceso.

Maynard (29) expone que el 80% del fósforo se encuentra en el esqueleto y dientes. El 20% restante lo hallamos en formas orgánicas tales como fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatina, hexosafosfatos y otras. Estas substancias tienen funciones definidas en el organismo.

Desde el punto de vista práctico un síntoma importante por observar es la deficiencia reproductiva (11). Se han llevado a cabo muchos trabajos para probar el efecto del fósforo sobre el índice de natalidad y en todos se han encontrado resultados positivos (6, 25, 26, 27, 28, 45). —

En la Estación Experimental de Nuevo México (26) realizaron un experimento que duró 12 años y encontraron que el hato que recibía suplementos minerales producía terneros de más peso al destete y en producción anual media superaba, en un 50%, al grupo que no recibía suplementos

minerales y solo ingería zacates pobres en fósforo.

En trabajos similares en otras estaciones experimentales se reportan resultados semejantes. De Alba reúne en una publicación (10) los datos de tres estaciones experimentales situadas en zonas donde el ganado sufre por carencias de fósforo. Estos datos se encuentran en el Cuadro No. 1.

Se ha demostrado también que niveles bajos de fósforo en el alimento ingerido repercuten en un descenso en el contenido de fósforo inorgánico en la sangre de los animales (6, 8, 27, 28); pero el querer conocer el estado nutricional de un animal y con base en los análisis de sangre es hasta cierto punto objetable. Se debe recordar que los contenidos de fósforo y de calcio de la sangre pueden verse afectados por el estado nervioso del animal al tomar la muestra, por el ejercicio, por el estado de lactancia y crecimiento (29).

Como ya dijimos, las deficiencias en el ganado causado por los niveles bajos de calcio son poco frecuentes. Becker (2) observó en Florida, que vacas Jersey sometidas a dietas bajas en calcio (zacates y ensilajes) presentaban debilidad en los huesos y finalmente debido a la descalsificación ocurrían fracturas fáciles.

Ya se mencionó que los contenidos de proteína en los zacates están relacionados con la producción económica de carne. McMillen y otros (30) llevaron el control de pesos en animales Hereford que pastoreaban sobre los zacates Buchloe dactyloides, y Bouteloua gracilis. Se compararon los porcentajes de proteína de los zacates con los aumentos de peso de los animales. Se halló que durante el mes de junio, cuando los pastos contenían de 13 a 25% de proteína, el aumento de peso promedio diario era de 1.47 libras. Sin embargo cuando los contenidos de proteína sólo alcanzaban

CUADRO No. 1. Diferencias en eficiencia reproductiva en hatos de carne con y sin suplementos de fósforo en algunas regiones deficientes.

Número de vacas y duración de la prueba	Número de crías nacidas	% de crías de crías	% de crías destetadas	Pesos al destete	Tratamientos	Lugar y referencia.
12 (3 años)	33	91.6	31	433.lb.	Sal	Nuevo México
12 (3 años)	33	91.6	33	470 lb.	Sal y fosfato dicálcico	Nuevo México (Knox, Benner y Watkins, 1941)
42 (4 años)	128	76.6	109	489 lb.	Ningún mineral	Texas
42 (4 años)	158	93.4	148	535 lb.	Hueso molido a voluntad	Texas
41 (4 años)	164	98.7	154	542 lb.	Fosfato disódico en el agua	Texas
58 (4 años)	242	103.9	219	551 lb.	Superfosfato triple como abono	Texas (Reynolds et al, 1953).
109 (3 años)		56			Sal	Sud Africa
109 (3 años)		87			Sal y hueso a voluntad	Sud Africa (Theiller y Green 1932).

de un 6 a 8%, el promedio diario era de .53 libras.

Estudios similares llevados a cabo en Rhodesia (35) demostraron que novillos en pastoreo perdían peso cuando el contenido de proteína de los pastos bajaba a 5 ó 6%.

Walker (44) trabajó en Rhodesia con varias raciones que contenían distintos niveles de proteína. Las suministró a diferentes grupos de animales y observó que, durante la estación seca, los animales que sólo recibían el pasto común detenían su crecimiento.

En el Rancho Experimental de La Campana en México (7) en 1960, se determinó en diferentes épocas del año, el contenido de proteína de los pastos propios de esa región. Se concluyó que en la primavera y otoño los zacates eran deficientes para vacas de cría en pastoreo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Industria Animal del I.I.C.A. Se contó con la colaboración de propietarios de fincas ganaderas en las cuales se llevó a cabo el muestreo de los zacates. La duración de este estudio comprendió desde febrero de 1960 hasta diciembre del mismo año.

I. Selección de potreros.

La colección de las muestras de pastos se hizo sobre cuatro diferentes zonas representativas de Costa Rica, tratando de que los lugares seleccionados cumplieran los siguientes puntos:

- a. Que el lugar fuera de importancia ganadera, no interesando el tipo de explotación que sobre él se desarrollara, ya fuera de leche o carne.
- b. Que fueran potreros permanentes y estuvieran en uso relativamente constante.
- c. Que no hubieran sido fertilizado en su historia o al menos en el conocimiento del propietario en el presente.
- d. Que reunieran un mínimo de tres especies de zacates aceptables para el ganado.
- e. Que el sitio fuera accesible desde Turrialba por carretera.

II. Fechas de muestreo y técnica usada.

En cada potrero se hicieron tres muestreos. El primero en el mes de febrero, cuando la región de Guanacaste estaba completamente seca y la Meseta Central y el valle de Turrialba solamente contaban con lluvias aisladas. El segundo muestreo se realizó en el mes de junio,

época en que las lluvias son abundantes en Guanacaste. El tercero se hizo en el mes de diciembre considerando como principio de la estación seca en las regiones de Guanacaste y la Meseta Central. En la colección de los zacates se buscó que la muestra fuera representativa del potrero para lo cual se recorría éste cogiendo puntas de hojas al azar, tratando de imitar la forma en que come una vaca en pastoreo. La muestra se guardaba en bolsas de polietileno para reducir pérdidas de humedad antes de llegar al laboratorio.

III. Descripción de los lugares donde se hizo el muestreo.

El muestreo de los zacates se hizo en las siguientes zonas: Valle de Turrialba, Volcán de Turrialba, San Gerónimo de Moravia y Guanacaste.

Valle de Turrialba, se escogieron tres potreros del Departamento de Industria Animal del I.I.C.A., que son los siguientes:

- a. Potrero Margarita. Su suelo corresponde a los de la serie del Instituto (13), los cuales provienen de materiales aluvionales y depósitos sobredimentados muy arcillosos, que dificultan el drenaje. Su topografía es ligeramente ondulada y la altura varía alrededor de 600 metros. Las especies colectadas en este lugar fueron: Guinea (Panicum maximum, Jacq.), Capín (Melinis minutiflora, Beauv.), Jaragua Hyparrhenia rufa (nees) Stap.).
- b. Potrero de los Toros. Los suelos de este lugar corresponden a la serie Juray (13), provenientes de depósitos fluviolacustres y aluvionales. La topografía es plana y la altura aproximada es de 620 metros.

Las especies colectadas fueron las siguientes: Pangola (Digitaria decumbens, Stent), Carpeta (Axonopus compressus (SW) Reauv) y Bahía (Paspalum conjugatum, Bergius).

- c. Potrero de Guinea Viejo. Los suelos de este potrero corresponden a los de la serie Colorado (13), catalogada dentro de los suelos lateríticos. Su topografía es escarpada fluctuando entre 10 y 50% de pendiente y su altura aproximada es de unos 750 metros. Las especies colectadas en este lugar fueron: Guinea, Carpeta y Capín.
- Volcán Turrialba. En esta región el muestreo se realizó en tres lugares: a) Finca Beatriz. b) Finca Palmira. c) Finca Santa Cruz. Estos lugares, por su proximidad con Cervantes, pueden considerarse de suelos semejantes a los de la serie correspondiente a esa región. Los suelos de la serie Cervantes (13) son de origen volcánico, caracterizándose por ser relativamente poco profundos y pedregosos, por su estado de meteorización poco avanzado y por su color pardo oscuro. La altura varía de 1500 a 2000 metros.

En la finca Beatriz se muestrearon los zacates Carpeta, Capín y Kikuyu (Pennisetum clandestinum, Hoch St.), en tres distintos lugares.

Tres potreros fueron muestreados en la Finca Palmira y uno en la Finca Santa Cruz. Posteriormente el potrero de Santa Cruz se agrupó dentro de los de Palmira para fines de análisis estadísticos. Las especies colectadas en

las fincas Palmira y Santa Cruz fueron las siguientes: Kikuyu, Carpeta, Capín y Bahía.

San Gerónimo de Moravia. Los suelos de esta región corresponden a los de la serie Heredia (42), caracterizados por ser formaciones de depósitos secundarios. La topografía es muy variada desde ondulada hasta cerril. El lugar escogido en esta región fue la Finca del Dr. Arturo Solano, en la cual se tomaron muestras en tres potreros que están entre 1,600 y 1,700 metros de elevación. Las especies fueron las siguientes: Kikuyu, Carpeta, Janeiro (Eriochloa polustachya H.R.K.), Bahía y Liendrillo (Sporobolus indicus (L.) R.Br.).

Región de Guanacaste. Estuvo representada por tres lugares: a) Finca Villadina, localizada a escasos 2 km. de la ciudad de Liberia. Corresponden a este punto terrenos con topografía plana y con una altura aproximada de 120 metros sobre el nivel del mar. Las especies colectadas en este lugar fueron: Jaragua, Guinea y pasto de llanura identificado como Aristida jorullensis, Kunth por el Dr. F. Gould de Texas A & M. (19).

- b. Finca Asientillo. Los terrenos de esta finca están localizados en los bajos del Río Tempisque. Los suelos son aluviales y la altura aproximada es de 30 metros sobre el nivel del mar. Los zacates muestreados en este punto fueron los siguientes: Carpeta, Jaragua y Honduras (Ixophorus unisetus (Presl.) Sejelecht).

IV. Técnicas de Laboratorio

Las muestras fueron secadas en una corriente de aire a temperaturas de 30 a 35°C. por 20 horas aproximadamente.

Posteriormente se molió la muestra en un molino Wiley con criba de huecos de un mm. de diámetro.

El nitrógeno de la muestra se determinó por el análisis de micro Kjeldhal, usando selenio y cobre como catalizadores. La proteína se obtuvo multiplicando el contenido de nitrógeno por 6.25.

Los elementos fósforo y calcio fueron analizados después de haber digerido la muestra en una mezcla de 5 partes de ácido nítrico al 40% y una parte de ácido perclórico al 60% (34).

El calcio se determinó por el método de la A.O.A.C. (1) y el fósforo se analizó por colorimetría (22).

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con diferente número de repeticiones.

Para fines de análisis estadístico los valores obtenidos en el laboratorio se agruparon por región. Esto se hizo separadamente con los contenidos de fósforo, calcio y proteína.

Cuando en algunas regiones había zacates que solamente contaban con una observación por muestreo, se les agrupaba y se les consideraba como "otras especies".

En cada región el análisis se hizo para ver las diferencias entre muestreos, entre especies y para observar las interacciones.

Debido a la escasez de repeticiones no se hicieron análisis por potrero. Dicha fuente de variación quedó incluida dentro del error experimental.

MODELO DE ANALISIS DE VARIANCIA USADO CON LOS DATOS DE FOSFORO,
CALCIO Y PROTEINA EN CADA REGION

Fuente de variación	G. L.
Entre especies	$e - 1$
Entre muestreos	$m - 1$
Especie x muestreo	$(e-1) (m-1)$
Error experimental	$(n-1) - (e-1)+(m-1)+(e-1) (m-1)$
TOTAL	$n-1$

e = número de especies

m = número de muestreos

n = número total de observaciones

RESULTADOS

En el Cuadro No. 2 se pueden ver los contenidos promedios de fósforo de los zacates de cuatro regiones en estudio.

CUADRO No. 2

Contenido promedio de fósforo

Especie	Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Tercer Muestreo	n	\bar{x}
V O L C A N T U R R I A L B A					
Carpeta	.15	.18	.09	21	.14
Kikuyu	.26	.22	.22	21	.23
Capín	.22	.18	.25	12	.21
n	18	18	18	54	
\bar{x}	.21	.19	.18		.19
V A L L E D E T U R R I A L B A					
Capín	.17	.26	.29	6	.24
Guinea	.16	.19	.27	6	.20
Carpeta	.13	.19	.20	6	.17
Otras	.18	.18	.22	9	.19
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.16	.20	.24,		.20
S A N G E R O N I M O D E M O R A V I A					
Kikuyu	.19	.23	.23	9	.22
Liendrillo	.12	.21	.13	6	.15
Otras	.17	.16	.19	12	.17
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.17	.19	.19		.18
G U A N A C A S T E					
Guinea	.30	.24	.29	6	.28
Jaragua	.12	.16	.13	6	.14
Otras	.22	.22	.27	15	.19
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.19	.19	.21		.19

n = No. de observaciones

\bar{x} = Promedio

En los valores de fósforo de los zacates del Volcán Turrialba se en contraron diferencias altamente significativas entre especies (Cuadro No. 3). Los valores del fósforo del Kikuyu y Capín fueron superiores a los de Carpeta.

CUADRO No. 3

Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates del Volcán Turrialba

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestras	2	.0050
Entre Especies	2	.0469 ^{**}
Carpeta vs. Capín+Kikuyu	1	.179 [*]
Especie x Muestreo	4	.0083
Error	45	.0058
TOTAL	33	

* Significativo al 1%

En el Valle de Turrialba se hallaron diferencias significativas entre muestreos (Cuadro No. 4). El promedio de los valores de fósforo de los zacates en el primer muestreo (.16% de P) fue significativamente inferior al de los muestreos restantes.

CUADRO No. 4

Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates del Valle de Turrialba

Fuentes de Variación	G. L.	C.M.
Entre Muestreos	2	.0148 [★]
II vs. III	1	.0068
I vs. II y III	1	.0227 ^{★★}
Entre Especies	3	.0052
Muestreo x especie	6	.0014
Error	15	.0027
TOTAL	26	

★ Significativo al 5%

★★ Significativo al 1%

Los análisis de los contenidos de fósforo de los zacates de San Gerónimo de Moravia y de Guanacaste no arrojaron diferencias significativas entre muestreos ni entre especies (Cuadros Nos. 5 y 6).

CUADRO No. 5

Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates de San Gerónimo de Moravia

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreos	2	.0022
Entre Especies	2	.0077
Muestreo x especies	4	.0027
Error	18	.0022
TOTAL	26	

CUADRO No. 6

Análisis de Variancia de los Valores de Fósforo en Zacates de
Guanacaste

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre muestreos	2	.0019
Entre Especies	2	.0299
Muestreo x Especie	4	.0020
Error	18	.0179
TOTAL	26	

El Cuadro No. 7 agrupa los contenidos promedio de calcio de los zacates estudiadas en las cuatro regiones.

CUADRO No.7

Contenido Promedio de Calcio de los Zacates de Cuatro Regiones Estudiadas

Especie	Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Tercer Muestreo	n	\bar{x}
V O L C A N T U R R I A L B A					
Carpeta	.29	.42	.22	21	.31
Kikuyu	.39	.39	.28	21	.35
Capín	.41	.49	.36	12	.42
n	18	18	18	54	
\bar{x}	.37	.42	.28		.36
V A L L E D E T U R R I A L B A					
Capín	.13	.32	.20	6	.21
Guinea	.37	.33	.55	6	.41
Carpeta	.28	.32	.41	6	.34
Otros	.36	.26	.22	9	
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.29	.30	.33		.31
S A N G E R O N I M O D E M O R A V I A					
Kikuyu	.19	.33	.38	9	.30
Liendrillo	.32	.17	.17	6	.22
Otros	.38	.36	.36	12	.36
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.30	.27	.28		.28
G U A N A C A S T E					
Guinea	.63	.33	.50	6	.48
Jaragua	.54	.46	.13	6	.37
Otras	.44	.44	.34	15	.40
n	9	9	9	27	
\bar{x}	.50	.42	.33		.41

n = Número de observaciones

\bar{x} = Promedio

El análisis de variancia de los contenidos de calcio del Volcán Turrialba, presentó diferencias significativas entre muestreo (Cuadro No.8). El tercer muestreo fue inferior (al 1% de probabilidad) al primero y segundo, entre los cuales no se hallaron diferencia significativas.

CUADRO No.8

Análisis de Variancia de los Valores del Calcio en Zacate del Volcán Turrialba

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreo	2	.095 [*]
I vs. II	1	.0235
I y II vs. III	1	.168
Entre Especies	2	.034
Muestreo x Especie	4	.006
Error	45	.018
TOTAL	53	6

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Los Cuadros 9, 10 y 11 presentan respectivamente los análisis de varianza de tres de las regiones estudiadas (Valle de Turrialba, San Gerónimo de Moravia y Guanacaste). En estas regiones no se encontraron diferencias significativas entre especies ni entre muestreos en los contenidos de calcio de los zacates.

CUADRO No.9

Análisis de Variancia de los Valores de Calcio en Zacates del Valle de Turrialba

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreo	2	.0035
Entre Especies	3	.0447
Muestreo x Especie	6	.0215
Error	15	.0438

CUADRO No. 10

Análisis de Variancia de los Valores de Calcio en Zacates de
San Gerónimo de Moravia

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestras	2	.0026
Entre Especies	2	.0168
Muestreo x Especie	4	.0286
Error	18	.0586
Total	26	

CUADRO No. 11

Análisis de Variancia de los Valores del Calcio en Zacates de
Guanacaste

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestras	2	.0702
Entre Especies	2	.0201
Muestras x Especies	4	.0451
Error	18	.0339
TOTAL	26	

El Cuadro No. 12 agrupa los contenidos promedio de proteína de los sacates estudiados en las regiones.

CUADRO No. 12

Contenido Promedio de Proteína de los Zacates de Cuatro Regiones Estudiadas

Especie	Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Tercer Muestreo	n	\bar{x}
V O L C A N T U R R I A L B A					
Carpeta	9.85	10.79	9.62	21	10.08
Kikuyu	14.37	11.37	10.17	21	11.97
Capín	8.08	7.77	8.30	12	8.05
n	18	18	18	54	
\bar{x}	10.76	9.97	9.36		10.03
V A L L E D E T U R R I A L B A					
Capín	8.61	12.02	10.95	6	10.52
Guinea	8.90	8.61	9.46	6	8.99
Carpeta	7.59	10.48	8.84	6	9.30
Otras	9.03	8.21	8.25	9	8.49
n	9	9	9	27	
\bar{x}	8.59	9.65	9.47		9.32
S A N G E R O N I M O D E M O R A V I A					
Kikuyu	10.64	13.08	11.90	9	11.54
Liendrillo	10.13	8.81	8.96	6	9.30
Otras	9.03	7.35	9.37	12	9.11
n	9	9	9	27	
\bar{x}	9.81	9.58	10.48		9.95
G U A N A C A S T E					
Guinea	9.54	12.55	5.98	6	9.35
Jaragua	3.99	13.34	3.41	6	6.91
Otras	7.10	10.82	3.98	15	7.30
n	9	9	9	27	
\bar{x}	6.95	11.76	4.30		7.85

n = número de observaciones

\bar{x} = promedio

En los contenidos de proteína de los zacates del Volcán Turrialba, se hallaron diferencias altamente significativas entre especies (Cuadro No. 13). El Capín fue inferior (al 1% de probabilidad al Kikuyu y Carpeta y el Kikuyu fue superior (al 5% de probabilidad) al Carpeta.

CUADRO Nº 13

Análisis de Variación de los Valores de la Proteína en Zacates del Volcán Turrialba

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestras	2	12.62
Entre Especies	2	60.11**
Carpeta vs. Kikuyu	1	37.45*
Capín vs. Kikuyu + Carpeta	1	82.83**
Muestreo x Especie	4	23.10
Error	45	7.51
Total	53	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Los análisis de variancia de los valores de proteína de los zacates del Valle de Turrialba y de San Gerónimo de Moravia se agrupan en los Cuadros Nos. 14 y 15 respectivamente. En estos Cuadros se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre muestreos ni entre especies en los contenidos de proteína de los zacates en estudio.

CUADRO No. 14

Análisis de Variación de los Valores de la Proteína en Zacates del Valle de Turrialba

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreos	2	2.92
Entre Especies	3	5.10
Especie x Muestreo	6	2.93
Error	15	5.94
Total	26	

CUADRO No. 15

Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en Zacates de San Gerónimo de Moravia

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreos	2	1.96
Entre Especies	2	16.18
Muestreos x Especies	4	8.63
Error	18	6.38
TOTAL	26	

En los contenidos de proteína de los zacates en Guanacaste se encontraron diferencias altamente significativas entre muestreos (Cuadro No. 16). El segundo muestreo fue superior (al 1% de probabilidad) al primero y tercero, entre los cuales no se encontraron diferencias significativas.

CUADRO No. 16

Análisis de Variancia de los Valores de la Proteína en los Zacates de Guanacaste

Fuente de Variación	G. L.	C. M.
Entre Muestreos	2	128.96 ^{*A}
I vs. III	1	31.76
II vs. I y III	1	226.15 [*]
Entre Especies	2	11.24
Muestreo x Especie	4	6.73
Error	18	
TOTAL	26	

* Significativo al 1%

Los Cuadros Nos. 17, 18, 19, 20 y 21 presentan los contenidos de fósforo, calcio y proteína (a base seca) de los zacates estudiados en las regiones del Volcán Turrialba (Fincas Beatriz y Palmira), Valle de Turrialba, San Gerónimo de Moravia y Guanacaste. En estos Cuadros se pueden apreciar los valores individuales en los zacates por potrero y por muestreo.

CUADRO No. 17

Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de la Finca Beatriz (Volcán Turrialba)
Expresados en Porcientos de Materia Seca

ZACATES Y POTREROS	1º MUESTREO (FEBRERO)			2º MUESTREO (JUNIO)			3º MUESTREO (DICIEMBRE)					
	% de m. Seca	% Cal cio	% Fós foro	Proteína	% de m. Seca	% Cal cio	% Fós foro	Proteína	% de m. Seca	% Cal cio	% Fós foro	Proteína
<u>Potrero No. 1</u>												
Capín	26.4	.28	.37	9.45	26.5	.12	.12	7.71	30.4	.73	.28	9.75
Kikuyu	19.4	.33	.33	18.98	23.0	.31	.23	9.05	25.9	.40	.19	11.38
Carpeta	28.2	.40	.14	9.05	26.4	.50	.19	10.51	26.9	.27	.04	10.05
<u>Potrero No. 2</u>												
Capín	27.9	.35	.20	9.46	29.3	.63	.26	9.35	30.5	.22	.20	10.80
Kikuyu	30.3	.57	.18	8.58	26.4	.30	.21	11.97	26.4	.30	.15	7.88
Carpeta	33.5	.39	.15	10.05	30.2	.48	.14	10.63	30.7	.23	.07	11.79
<u>Potrero No. 3</u>												
Capín	32.0	.46	.21	7.30	32.2	.51	.18	7.05	51.6	.39	.25	8.00
Kikuyu	20.3	.33	.31	19.98	24.3	.77	.19	15.48	20.5	.30	.18	16.65
Carpeta	39.7	.38	.12	8.00	36.0	.60	.19	12.55	33.0	.49	.08	12.56

CUADRO No. 18

Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de las Fincas Palmira y Santa Cruz (Volcán Turrialba),
Expresados en Porciones de Materia Seca

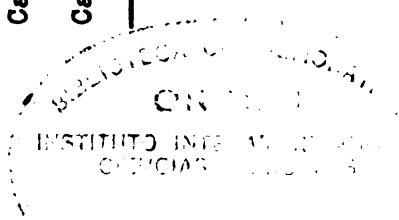
ZACATES Y POTREROS	1º MUESTREO (FEBRERO)			2º MUESTREO (JUNIO)			3er MUESTREO (DICIEMBRE)					
	m Seca	Cal cio	Fós- foro	m Seca	Cal cio	Fós- foro	m Seca	Prote ína	Cal cio	Fós- foro	Prote ína	
<u>Potrero No.1</u>												
Kikuyu	28.3	.39	.22	12.85	25.6	.35	.32	11.97	25.2	.37	.14	12.56
Carpeta	37.2	.35	.12	8.88	31.3	.38	.26	10.51	31.9	.25	.06	8.00
<u>Potrero No.2</u>												
Kikuyu	24.0	.29	.23	16.65	23.8	.27	.17	12.38	20.3	.08	.13	7.01
Carpeta	30.6	.12	.20	12.26	40.6	.35	.15	11.79	33.4	.16	.05	8.47
<u>Potrero No.3</u>												
Kikuyu	22.6	.37	.44	13.14	27.9	.34	.30	11.38	24.3	.23	.32	11.97
Carpeta	32.6	.33	.18	11.50	34.7	.31	.19	11.09	32.0	.07	.18	9.35
Bahía	39.2	.22	.13	6.71	25.7	.31	.19	10.21	21.6	.09	.18	9.35
Leguminosa	20.6	1.20	.19	19.10	23.6	.95	.17	20.72	18.5	.75	.09	12.34
<u>STA. Cruz</u>												
Carpeta	39.6	.37	.19	9.22	39.2	.32	.14	8.47	33.5	.13	.21	7.12
Capfn	35.4	.35	.12	6.13	32.9	.41	.17	7.01	37.1	.12	.27	4.67
Kikuyu	29.0	.49	.14	10.45	41.0	.41	.17	7.59	21.6	.34	.45	3.79

CUADRO Nº 19

Valores de Fósforo, Calcio y Proteína del Valle de Turrialba,
Expresados en Porciones de Materia Seca

ZACATES Y	1ª ESTACION (FEBRERO)			2ª ESTACION (JUNIO)			3ª ESTACION (DICIEMBRE)				
	Cal cio	Fós- foro	Prote ína	Cal cio	Fós- foro	Proté ína	Cal cio	Fós- foro	Prote ína		
% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca	% m Seca		
<u>Margaritas</u>											
Capín	29.5	.20	7.88	16.9	.55	.34	9.63	32.1	.07	.29	9.05
Jaragua	42.0	.42	5.84	30.5	.06	.16	8.76	38.7	.29	.18	8.00
Guinea	27.9	.66	7.59	2.50	.28	.22	6.13	29.6	.57	.29	10.34
<u>Potrero Toros</u>											
Carpeta	32.1	.39	7.30	27.8	.38	.26	10.92	29.7	.74	.24	9.35
Pangola	27.5	.36	14.25	20.2	.45	.19	10.05	25.4	.14	.28	8.58
Bahía	33.3	.30	7.01	28.8	.27	.20	5.84	34.8	.24	.21	8.18
<u>Potrero Quinea Viejo</u>											
Guinea	35.3	.08	10.21	28.0	.39	.16	11.09	27.6	.53	.25	8.58
Carpeta	31.8	.18	7.88	24.5	.27	.13	10.05	28.7	.09	.16	10.34
Capín	35.0	.07	9.35	22.6	.09	.19	14.42	19.6	.33	.30	12.85

8



CUADRO No. 20

Valores de Fósforo, Calcio, y Proteína de la Región de San Gerónimo de Moravia, Expressados en Porcientos de Materia Seca

ZACATES	1º MUESTREO (FEBRERO)			2º MUESTREO (JUNIO)			3º MUESTREO (DICIEMBRE)					
Y POTREROS	m. Seca	Cal cio	Fósforo	m. Seca	Cal cio	Fósforo	m. Seca	Cal cio	Fósforo			
			ina			ina			ina			
<u>Potrero No. 1</u>												
Kikuyu	18.0	.08	.19	11.38	21.6	.29	.27	15.48	25.0	.72	.23	8.18
Liendrillo	33.9	.35	.11	8.18	43.4	.21	.29	5.84	35.9	.23	.13	10.51
Bahfa	18.3	.07	.12	7.71	27.0	.17	.14	5.66	25.6	.12	.19	15.01
<u>Potrero No. 2</u>												
Kikuyu	21.6	.39	.21	8.76	27.5	.41	.21	9.63	21.3	.11	.23	11.68
Capfn	22.7	.06	.21	6.54	27.5	.30	.23	7.30	31.2	.69	.24	8.47
Janeiro	24.1	.96	.26	12.55	31.0	.32	.17	8.00	31.6	.17	.16	10.05
<u>Potrero No. 3</u>												
Carpeta	23.1	.43	.12	9.35	34.0	.30	.12	8.47	27.4	.11	.19	10.22
Kikuyu	19.6	.11	.17	11.79	22.3	.30	.22	14.13	21.4	.33	.25	12.35
Liendrillo	28.9	.29	.14	12.08	38.0	.13	.14	11.79	36.1	.12	.14	7.40

CUADRO No. 21

Valores de Fósforo, Calcio y Proteína de la Región de Guanacaste
Expresados en Porcientos de Materia Seca

ZACATES y POTREROS	1º MUESTREO (Febrero)			2º MUESTREO (JUNIO)			3º MUESTREO (DICIEMBRE)					
	m. Cal- Seca	Fós- foro	Prote- ína	m. Cal- Seca	Fós- fato	Prote- ína	m. Cal- Seca	Fós- foro	Prote- ína			
<u>F. Asientillo</u>												
Bahía	38.0	.39	.11	7.30	28.0	.06	.09	9.35	37.6	.25	.18	4.96
Para	28.2	.38	.27	8.00	17.8	.41	.26	12.96	26.8	.51	.28	5.84
Guinea	27.6	.52	.31	12.96	21.9	.40	.31	13.72	27.1	.38	.22	9.34
<u>F. Villadina</u>												
Carpeta	67.7	.64	.07	4.49	21.0	.47	.08	11.79	34.3	.52	.11	3.21
Jaragua	61.3	.52	.08	3.79	23.9	.52	.07	16.18	29.6	.09	.11	3.91
Aristida	87.5	.21	.03	3.20	33.0	.84	.06	10.34	56.6	.17	.06	2.32
<u>Chomes</u>												
Jaragua	43.7	.57	.17	4.20	30.3	.41	.26	10.51	38.0	.17	.16	2.92
Guinea	44.4	.75	.30	6.13	19.7	.26	.17	11.38	31.0	.63	.32	2.62
Honduras	27.6	.60	.40	12.55	14.4	.44	.41	9.75	19.3	.27	.46	4.38

DISCUSION

Al estudiar los resultados obtenidos en el presente trabajo, se trató de interpretarlos a manera de cumplir con el principal objetivo, que fue el de detectar áreas sobre las cuales el ganado puede estar propenso a sufrir por carencia de fósforo y calcio.

Los valores obtenidos de fósforo y calcio fueron comparados con el 0.20% (límite crítico establecido para ambos elementos) (10). Para darse una idea de la magnitud de las deficiencias, fue necesario recurrir a una medida arbitraria. Esta medida fue la de expresar en porcentaje el número de las observaciones deficientes.

En el Cuadro No. 22 se agrupan el número total de observaciones de las cuatro regiones estudiadas y el porcentaje de las cuales fueron inferiores al 0.20% de fósforo.

Se puede apreciar que en todas las regiones se presentaron deficiencias, en mayor o menor proporción y que la frecuencia de éstas varía entre muestreos. Sin embargo sólo en el Valle de Turrialba se hallaron diferencias significativas entre muestreos. En dicha región los valores de fósforo en el muestreo realizado en el mes de febrero fueron significativamente inferiores a los de junio y diciembre. Cabe aclarar que los dos últimos muestreos se llevaron a cabo en épocas de mayor precipitación pluvial. Daniel y Harper (9) y Beeson (4) dicen que los aumentos en la precipitación pluvial tienen influencia directa en el ascenso del contenido de fósforo de las plantas.

Se podría tratar de explicar con lo expuesto anteriormente, el porqué los contenidos de fósforo de los zacates del Valle de Turrialba fueron superiores en los muestreos de junio y diciembre. Sin embargo en

Guanacaste, que es una región que cuenta con estaciones mejor definidas, no se encontró los mismos que en el Valle de Turrialba. Por lo tanto se tiene que pensar en factores incontrolados en este estudio, tales como estados vegetativos de los zacates, suelo y otras influencias que tal vez actuaron sobre la composición de los zacates.

CUADRO Nº 22

Porcentaje de Muestras con Niveles Subcríticos de Fósforo

LUGAR	MUESTRO I (Febrero)		MUESTRO II (Junio)		MUESTRO III (Diciembre)	
	Total de Muestras Subcríticas	%	Total de Muestras Subcríticas	%	Total de Muestras Subcríticas	%
PALMIRA (V. TURRIALBA)	10	60	10	70	10	60
BEATRIZ (V. TURRIALBA)	9	44	9	66	9	66
VALLE DE TURRIALBA	9	66	9	55	9	22
Sn. GERONIMO DE MORAVIA	9	66	9	44	9	55
GUANACASTE	9	55	9	55	9	55

Para medir las diferencias entre los contenidos de fósforo de los zacates de una región, se hicieron comparaciones entre ellos. En el Volcán Turrialba se encontró que los contenidos de fósforo de los Zacates Capín y Kikuyu fueron superiores (al 1% de probabilidad) a los de Carpeta.

En el Cuadro No. 23 se puede apreciar que los zacates Bahía , Carpeta, Jaragua y Aristida de Pradera fueron los que presentaron mayor porcentajes de valores subcríticos en fósforo. El Capín, Guinea y Kikuyu presentaron valores subcríticos; pero en menor grado.

El hecho de que algunos de los zacates presentan mayor porcentaje de valores subcríticos puede considerarse de importancia, ya que muchas áreas ganaderas de Costa Rica basan sus potreros en estos zacates.

En los Gráficos 1, 2, 3, 4 y 5 aparecen las tendencias estacionales de los contenidos de fósforo en los zacates de las cuatro regiones en estudio. Es fácil observar que los contenidos de fósforo de los zacates guardan tendencias estacionales distintas en diferentes zacates en una misma región. Además, pueden apreciarse diferencias dentro de los mismos zacates en las distintas regiones, salvo en el caso del zacate Capín que se comportó igual en las cuatro regiones.

La gran variación es explicable debido a diferencias en suelos y distribución de lluvias en las regiones. Además, los desiguales estados de madurez en los zacates en el momento del muestreo.

VALORES DE CALCIO EN LOS ZACATES MUESTREADOS

En la literatura se encuentra que las deficiencias de calcio de los animales herbívoros en pastoreo son poco frecuentes debido, según, explican algunos autores (3, 11) a que en el mundo existen grandes

CUADRO Nº 23

Valores Subcríticos en Fósforo por Especies

ZACATE	Lugar donde Existia	Total de Muestras	Muestras Subcríticas	Porcentajes de Muestras Subcríticas
CARPETA	Beatriz	9	9	100
	Palmira	12	9	75
	Valle de Turrialba	6	4	66
	Guanacaste	3	3	100
	Sn.Gerónimo	3	3	100
TOTAL		33	28	84
CAPIN	Palmira	3	2	66
	Beatriz	9	2	22
	Valle de Turrialba	6	2	33
	Sn.Gerónimo	3	0	0
TOTAL		21	6	28
KIKUYU	Palmira	12	4	33
	Beatriz	9	5	55
	Sn.Gerónimo	9	2	22
TOTAL		30	11	36
	Valle de Turrialba	6	3	50
	Guanacaste	6	1	16
TOTAL		12	4	33
Lundrillo	Sn. Gerónimo	6	5	83
JARAGUA	Guanacaste	6	6	100
	Valle de Turrialba	3	3	100
TOTAL		9	9	100
BAHIA	Palmira	3	3	100
	Valle de Turriaba	3	0	0
	Sn.Gerónimo	3	3	100
	Guanacaste	3	3	100
TOTAL		12	9	75
Aristida	Guanacaste	3	3	100

formaciones de origen calcáreo.

Los resultados del presente trabajo permiten reafirmar lo que se ha encontrado en otros similares, que los zacates suplen el calcio necesario a la dieta de los animales. En este estudio, sin embargo, se encontraron algunos valores subcríticos de calcio (por debajo del 0.20% de calcio) en los zacates del Volcán Turrialba, pero no se consideran de peligro por habérseles encontrado solamente en un muestreo. Debe recordarse, además, que existen en ese lugar leguminosas con un alto nivel de calcio (entre 0.70 y 1.20% de Ca.).

Solamente en el Volcán Turrialba se hallaron diferencias significativas entre muestreos con respecto a los contenidos de calcio de los zacates. En el tercer muestreo fueron inferiores (al 1% de probabilidad) a los del primero y segundo muestreo.

Los promedios estacionales del contenido de calcio en los zacates pueden observarse en los Gráficos 1, 2, 3, 4 y 5. Se puede notar fácilmente la variabilidad de las tendencias estacionales de calcio, observándose diferencias entre zacates y dentro de los zacates en las distintas regiones.

VALORES DE LA PROTEINA DE LOS ZACATES MUESTREADOS

Sería algo arbitrario el querer precisar con este estudio si los animales de alguna región están en peligro de sufrir por la carencia de proteína en los zacates que ingieren. En primer término, se tropezaría con el problema de la ignorancia acerca de la producción y área que ocupaban en el potrero los zacates estudiados. Por otro lado algunos investigadores recientemente han estudiado el poder selectivo del animal en pastoreo. Torrel en 1954 (40) nos dice al respecto que existen diferencias de proteína hasta de 3 y 4% entre los zacates seleccionados por el animal y los que podrían serle ofrecidos por el hombre.

En este estudio hallamos que la única región donde se concentran valores bajos de proteína (menores de 6.9%) en los zacates en los períodos de sequía (muestreos de febrero y diciembre), fue en la región de Guanacaste. Si se tomara en consideración lo que han encontrado en algunos trabajos (30, 35), en los cuales el ganado ha descendido de peso cuando los zacates contuvieron abajo de 6% de proteína, podríamos pensar que el ganado de Guanacaste puede pasar por períodos críticos en la época de sequía. De las comparaciones estadísticas resultaron diferencias altamente significativas entre muestreos en los contenidos de proteína de los zacates de Guanacaste, (Cuadro No. 16), los contenidos de proteína de los zacates en el segundo muestreo fueron los más altos.

Al hacer comparaciones estadísticas entre los zacates en cada región, se halló que solamente en el Volcán Turrialba los contenidos de proteína del Kikuyu fueron significativamente superiores a los de Carpeta y que el Capín fue inferior (al 1% de probabilidad) al Carpeta y al Kikuyu.

En los Gráficos 1, 2, 3, 4 y 5 se pueden ver las tendencias estacionales de los contenidos en proteína de los zacates en estudio de las cuatro regiones. En el Gráfico No. 2 se puede observar claramente que en el período de lluvias (muestreo de junio) los zacates de la región de Guanacaste presentaron aumento en sus contenidos de proteína. En cambio, en otras regiones, donde no hay estaciones definidas los contenidos de proteína de los zacates no se vieron afectados.

Por otra parte, como dijimos en el caso de fósforo y del calcio, la edad de los zacates no fue bien conocida, lo cual sería interesante saber para explicar las verdaderas tendencias estacionales de los contenidos de estos elementos.

Varios autores (23) han encontrado correlación de los contenidos de fósforo y proteína en los zacates. En este trabajo, aunque no se sacaron correlaciones matemáticas por la escasez de repeticiones, se logró ver gráficamente que pocos zacates delinearon una tendencia paralela en sus contenidos de fósforo y proteína. Entre estos zacates podemos mencionar los siguientes: Carpeta de la Finca Palmira (Gráfica No. 4), Carpeta y Carpín de la Finca Beatriz (Gráfica No. 1) y Carpeta y Guinea del Valle de Turrialba (Gráfico No. 3).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se determinó el contenido de fósforo, calcio y proteína de zacates forrajeros comunes de cuatro regiones ganaderas de Costa Rica, con el fin de detectar áreas sobre las cuales el ganado puede verse afectado por carecer de esos elementos.

El muestreo de los zacates se efectuó en los meses de febrero, junio y diciembre. Las muestras fueron analizadas con respecto al contenido de fósforo, calcio y proteína por métodos de laboratorio estandarizados. Con los valores obtenidos se hicieron comparaciones estadísticas entre muestreos y entre especies de zacates. Los valores fueron comparados con los niveles mínimos de fósforo y calcio indispensables para el ganado, establecidos por el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (N.R.C.).

1. Se encontraron evidencias de que el ganado puede sufrir por deficiencias de fósforo en las cuatro regiones estudiadas, ya que el 56.5% del total de los zacates analizados no llegaron al 0.20% de fósforo en sus contenidos.

2. Entre los zacates que mostraron frecuentemente valores subcríticos en fósforo, podemos enlistar los siguientes: Carpeta, Bahía, Jaragua y Arístida de pradera.

3. El Jaragua y Arístida de Pradera resultaron 100% deficientes en todas sus observaciones. Por lo tanto en la región de Guanacaste, cuyos potreros están formados por estas especies, el ganado se verá mayormente afectado. Se cree prudente entonces suplirles el fósforo necesario para su normal desarrollo.

4. En los valores de fósforo de los zacates del Volcán Turrialba se encontraron diferencias altamente significativas entre especies. Los contenidos de fósforo de Kikuyu y Capín fueron superiores a los del Carpeta.

5. Se encontraron diferencias significativas entre muestreos en los contenidos de fósforo de los zacates del Valle de Turrialba. El promedio de los valores de fósforo de los zacates en el primer muestreo fue significativamente inferior al promedio de los dos muestreos restantes.

6. En los valores de calcio de los zacates del Volcán Turrialba se hallaron diferencias significativas entre muestreos, siendo inferior (al 1% de probabilidad) el promedio del tercer muestreo. En este muestreo (mes de diciembre) algunos de los valores de calcio fueron subcríticos pero por tratarse de que solamente en este muestreo fueron hallados y existiendo en este lugar leguminosas, no se les considero de peligro.

7. Los contenidos de proteína de los zacates de Guanacaste fueron menores de 6.9% en los muestreos de febrero y diciembre (época seca). Las diferencias entre muestreos fueron altamente significativas; se halló que el contenido de proteína de los zacates en el muestreo de junio fué superior (al 1% de probabilidad) al de los muestreos de febrero y diciembre.

8. En los contenidos de proteína de los zacates del Volcán Turrialba se encontraron diferencias significativas entre especies. El Kikuyu fue significativamente superior en el contenido de proteína al Carpeta y el Capín fue inferior (al 1% de probabilidad) al Kikuyu y al Carpeta.

SUMMARY

The present study was initiated to determine the content of phosphorus, calcium and protein that might be expected in common forage grasses in four regions of Costa Rica. The ultimate aim was to detect areas in which cattle may be affected by shortages of these products.

Sampling was carried out during the months of February, June and December. Analysis was made for phosphorus, calcium and protein by standard laboratory methods. The values obtained were compared with minimum levels of phosphorus and calcium, established by the National Research Council of the U.S.A. for cattle. Statistical comparisons were made between samples and species of grasses.

The findings were as follows:

1. Evidence was found that cattle could suffer from deficiencies of phosphorus in the four regions studied. Of the grass samples analyzed, 56% did not reach established minimum of 0.20% phosphorus. The grasses that showed frequent critical values for phosphorus, were Carpeta, Bahía, Jaragua and Aristida de Pradera.
2. Highly significant differences between species were found for phosphorus values of the grasses from Volcan Turrialba. The content of phosphorus in Kikuyu and Capín was greater than that of Carpeta.
3. Significant differences were found in phosphorus content of grasses from the Valley of Turrialba. The average phosphorus value of grasses in the February sampling was significantly lower than the average values of the other two sampling periods.

4. Values for calcium in grasses from Volcan Turrialba, were in the critical range for December. However, due to the presence of legumes in these pastures this was not considered dangerous to the cattle population.
5. The protein content of grasses sampled in Guanacaste decreased during February and December to values below 6.9%. Protein content was higher for the June samples. The difference was highly significant P 0.01.
6. Significant differences in protein content were found between species in the Volcan Turrialba. The protein content of Kikuyu was greater than that of Carpeta Grass P 0.05. The protein content of molasses grass was inferior to both Kikuyu and Carpeta grass P 0.01.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 8th. ed. Washington, D.C. Association of Official Agricultural Chemists. 1955. pp. 1008.
2. BECKER, R. B. & OTHERS. Effect of calcium-deficient roughages upon milk production and welfare of dairy cows. Florida Agricultural Experiment Station, Bulletin 262. 1933. 28 p.
3. BEESON, K. C. The quality of crops in relation to the nutrition of animals and man in the United States. n. d. pp. 127-138
4. _____ The mineral composition of crops with particular reference to the soils in which they grown. A review and compilation. U.S. Dep. Agr. Misc. Publ. 369, 1941. 164 pp.
5. BIRD, J.N. Stage of cutting studies: I. Grasses. American Society of Agronomy. Journal 35(10): 845-861. 1943.
6. BLACK, W. H. & OTHERS. Comparison of methods of supplying phosphorous to range cattle. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin no. 981. 1949. 22 p.
7. CENTRO DE INVESTIGACION SOBRE PASTIZALES DEL NOROESTE; 3 años de la bores. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Rancho Experimental La Campana. Circular No. 5. 1960. 20 p.
8. CHICCO, C. F. & FRENCH, M. H. Observaciones sobre deficiencias de calcio y fósforo en los animales de las regiones ganaderas del centro y este de Venezuela. Agronomía Tropical (Venezuela) 9(2):41-62. 1959.
9. DANIEL, H. A. & HARPER, H.J. The relation of effective rainfall on total calcium and phosphorus in alfalfa and prairie hay. American Society of Agronomy Journal. 36:401-416. 1935.
10. DE ALBA, JORGE. Alimentación del ganado en la América Latina. México, D. F. Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.
11. _____ Carencias minerales en el animal que vive del pastoreo. Turrialba. 9(3):91-97. 1959.
12. _____ & DAVIS, G. K. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. Turrialba 7(1-2):16-33. 1957.
13. DONDOLI B., C. & TORRES M., J.A. Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.

- .14. EDWARDS, D. W. & GOFF, R. A. Factors affecting the chemical composition of pasture grasses. Hawaii Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 76. 1935. 31 p. ✓
- .15. FRAPS, G. S., FUDGE, J. F. & REYNOLDS, E. B. Effect of fertilization of a Crowley Clay loam on the chemical composition of forage and carpet grass, Axonopus affinis. American Society of Agronomy. Journal 35(7):560-566. 1943.
16. FRENCH, M. H. & CHAPARRO, L. M. Contribución al estudio de la composición química de los pastos en Venezuela durante la estación seca. Agronomía Tropical (Venezuela) 10(2):57-69. 1960
- .17. FUDGE, J. F. & FRAPS, G. S. The chemical composition of forage grasses from the Gulf Coast prairie as related to soils and to requirements for range cattle. Texas Agricultural Experiment Station, Bulletin 644. 1944. 39 p.
- ~18. _____ & FRAPS, G. S. The chemical composition of grasses of Northwest Texas as related to soils and to requirements for range cattle. Texas Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 669. 1945. 56 p.
19. GOULD, F. Comunicación personal. Turrialba, C. R. 1960.
- 20. HART, G. H., GUILBERT, H. R. & GOSS, H. Seasonal changes in the chemical composition of range forage and their relation to nutrition of animals. California Agricultural Experiment Station, Bulletin 543. 1932. 62 p.
- .21. INTERNATIONAL ANIMAL FEED SYMPOSIUM. Washington, D.C. 4 - 6, 1959. Washington, D. C., U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, 1959. 165 p.
22. KITCHEN, H.B. ed. Diagnostic techniques for soils and crops. Their value and use in estimating the fertility status of soil and nutritional requirements of crop. Washington, D.C. The American Potash Institute. 1948. pp. 65-66.
- .23. KIVIMAE, A. Chemical composition and digestibility of some grassland crops with particular reference to changes caused by growth, season, and diurnal variation. Acta Agriculturae Scandinavica. Supplementum 5, 1959. 142 p.
24. KUPPERS, J.R. & OTHERS. Season variation of carotene and other nutritionally important constituents in the tow pasture grasses Dallis and Carpet. J. Agr. Res. 77, 55-63. 1948.
25. KNOX, J. H. & NEALE, P. E. Mineral supplements for cattle on phosphorus-deficient range. New Mexico Agricultural Experiment Station. Bulletin 249. 1937. 16 p.

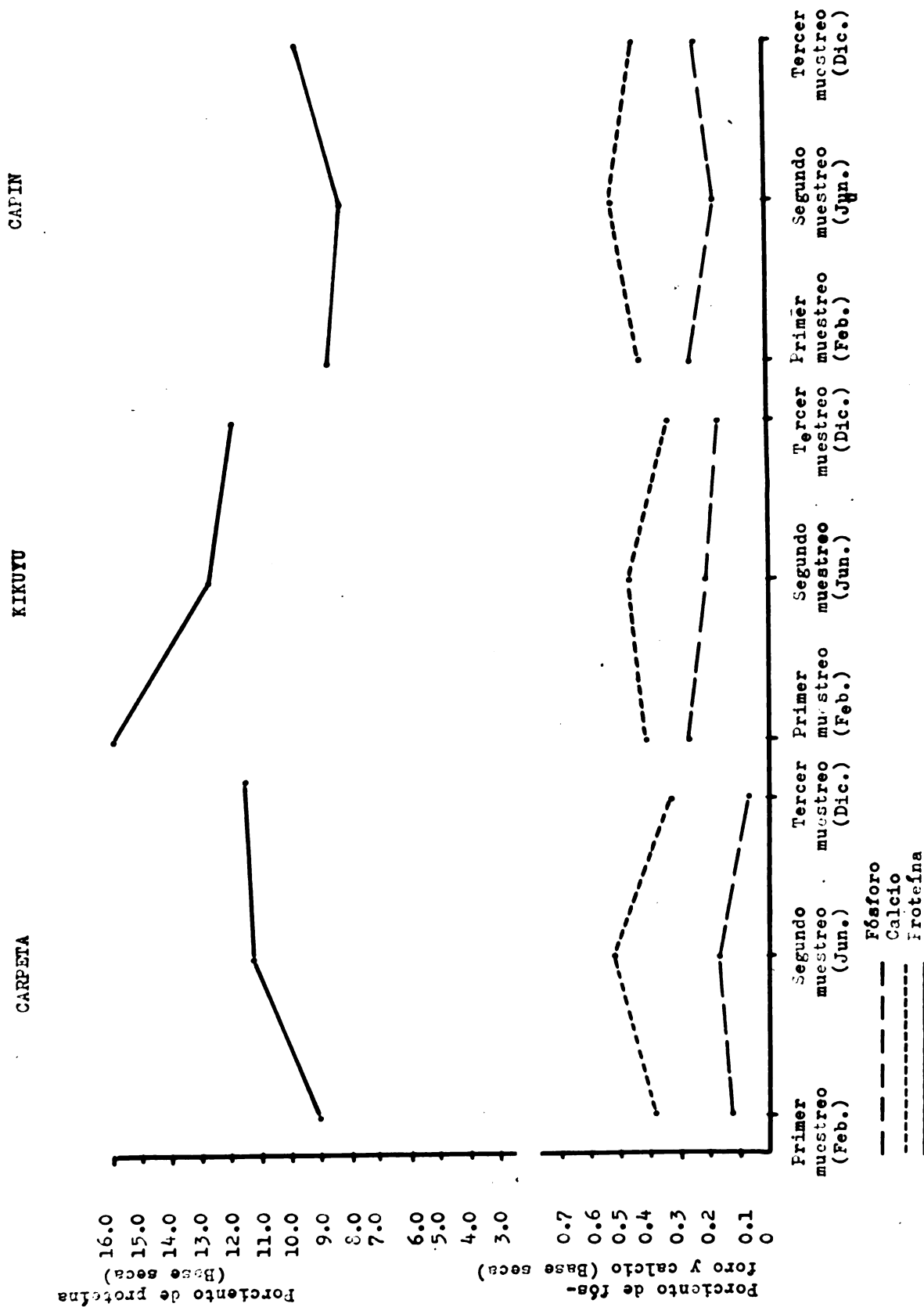
26. KNOX, J. H. & WATKINS, W. E. The use of phosphorous and calcium supplements for range livestock in New Mexico. New Mexico Agricultural Experiment Station, Bulletin 287. 1942. 18 p.
27. _____, BENNER, J. W. & WATKINS, W. E. Seasonal calcium and phosphorus requirements of range cattle, as shown by blood analyses. New Mexico Agricultural Experiment Station, Bulletin 282. 1941. 28 p.
28. _____, BENNER, J. W. & WATKINS, W. E. Seasonal feeding of mineral supplements. New Mexico Agricultural Experiment Station, Bulletin 331. 1946. 12 p.
29. MAYNARD, L. A. Nutrición animal, fundamentos de la alimentación del ganado. México, D. F., Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1947. pp. 108-127.
30. McMILLEN, W. N., WILLIAMS, O. & LANGHAM, W. Chemical composition, grazing value and vegetative changes of herbage in a typical plains pasture. Journal of Animal Science 2(3):237-243. 1943.
31. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION. Nutrient requirements of domestic animals. IV. Rev. ed. Washington, D. C., 1958. 30 p. (Publication 579).
32. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE OF ANIMAL NUTRITION. Nutrient requirements of domestic animals. III. Rev. ed. Washington, D. C., 1958. 30 p.
33. PHILLIPS, T. G. & OTHERS. Chemical composition of some forage grasses. I. Changes with plant maturity. Agronomy Journal 46(8):361-369. 1954.
34. PIPER, C. S. Soil and plant analysis New York, Interscience Publishers, 1944. pp. 279-280.
35. FLOWERS, D. C. H. The seasonal variation of crude protein in twenty common veld grasses at Matopos, Southern Rhodesia, and related observations. Rhodesia Agricultural Journal 54(1):33-55. 1957.
36. QUARTERMAN, J. Chemical composition of grasses grown at Muguga. East African High Commission. East African Agriculture and Forestry Research Organization. Annual Report 1957.
37. RIVERA BRENES, L. The utilization of grasses, legumes and other forage crops for cattle feeding in Puerto Rico. Puerto Rico. University. Journal of Agriculture 31(2):180-189. 1947.
38. SMITH, F. H. & OTHERS. Chemical composition of herbage browsed by deer in two wildlife management areas. Journal of Wildlife Management 20(4):359-367. 1956.

39. THEILER, A. & GREEN, H. H. Aphosphorosis in ruminants. Nutrition Abstracts and Reviews I(3):359-385. 1932.
40. TORREL, D. T. An esophageal fistula for animal nutrition studies. Journal of Animal Science 13(4):878-884. 1954.
41. VAN RIPER, G. E. Changes in the chemical composition of the herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover, and smooth bromegrass with advance in maturity. Dissertation Abstracts 19(7):1511. 1959.
42. VARGAS V., O. & TORRES M., J. A. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Boletín Técnico No. 22. 1958. 64 p.
43. WAITE, R. & SASTRY, K. N. S. The composition of timothy (Phleum pratense) and some other grasses during seasonal growth. Empire Journal of Experimental Agriculture 17(67):179-187. 1949.
44. WALKER, C. A. Studies of the cattle of Northern Rhodesia. I. The growth of steers under normal veld grazing, and supplemented with salt and protein. Journal of Agricultural Science 49(4):394-400. 1947.
45. WATKINS, W. E. The calcium and phosphorus contents of important New Mexico range forages. New Mexico Agricultural Experiment Station, Bulletin 246. 1937. 75 p.
46. WAYNE, C. & HARRIS, L. E. The nutritive value of range forage as affected by vegetation type, site, and stage of maturity. Utah Agricultural Experiment Station, Bulletin 344. 1950. 44 p.
47. WHYTE, R. O. The grassland and fodder resources of India. New Delhi, The Indian Council of Agricultural Research, 1957. 437 p.
48. WILLIAMS, J. S. Seasonal trends of minerals and proteins in prairie grasses. Journal of Range Management 6(2):100-108. 1953.
49. YOUNGE, O. R. & OTAGAKI, K. K. The variation in protein and mineral composition of Hawaii range grasses and its potential effect on cattle nutrition. Hawaii Agricultural Experiment Station, Bulletin 119. 1958. 27 p.

A P E N D I C E

Contenido Promedio de Fósforo, Calcio y Proteína por Especie de la Región del Volcán de Turrialba.

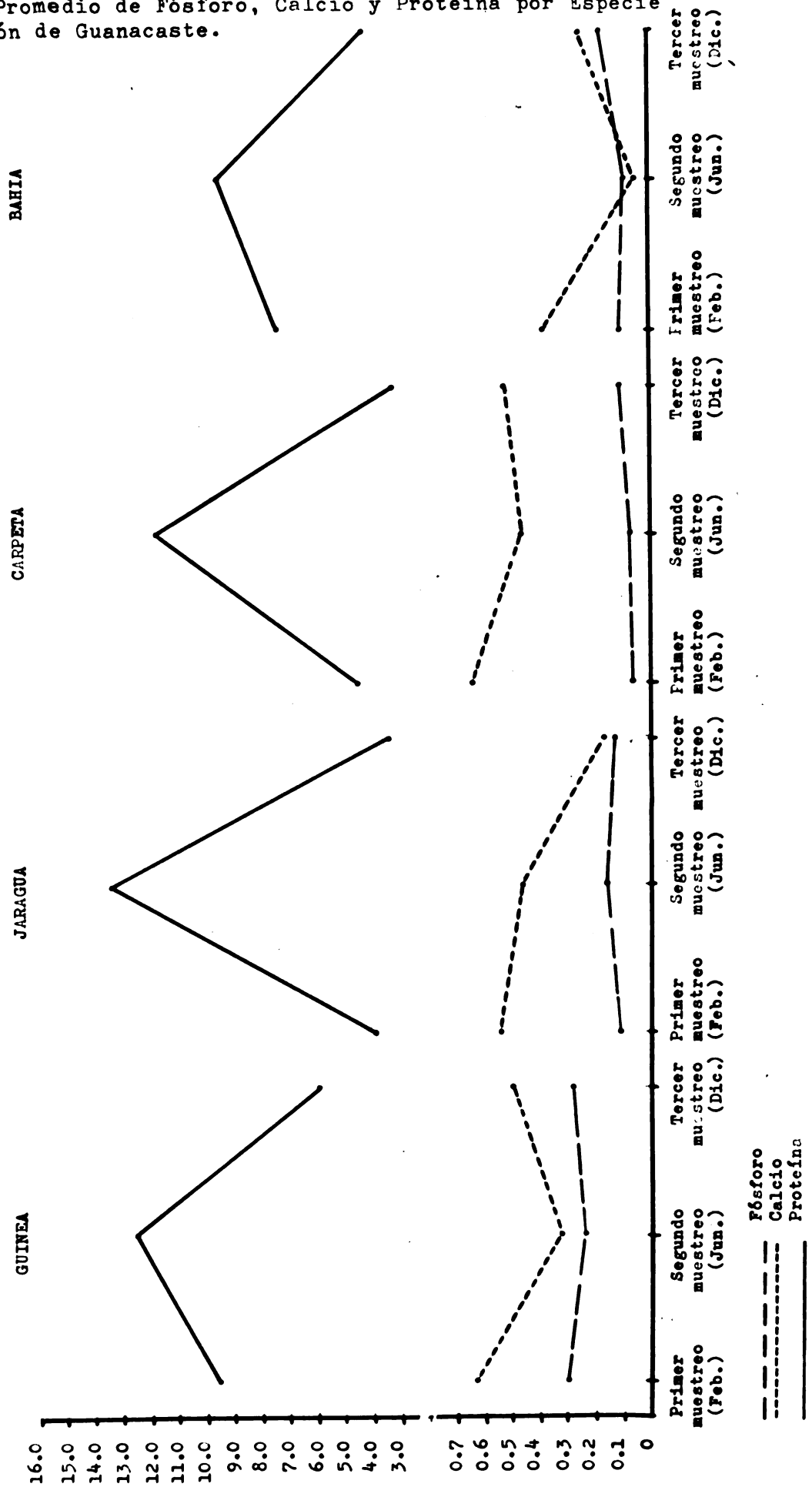
Gráfica No 1
VOLCAN DE TURRIALBA
FINCA DEATHIZ.



Contenido Promedio de Fósforo, Calcio y Proteína por Especie de la Región de Guanacaste.

GUANACASTE

Gráfica No 2



Contenido Promedio de Fósforo, Calcio y Proteína por Especie de la Región del Valle de Turrialba.

VALLE DE TURRIALBA

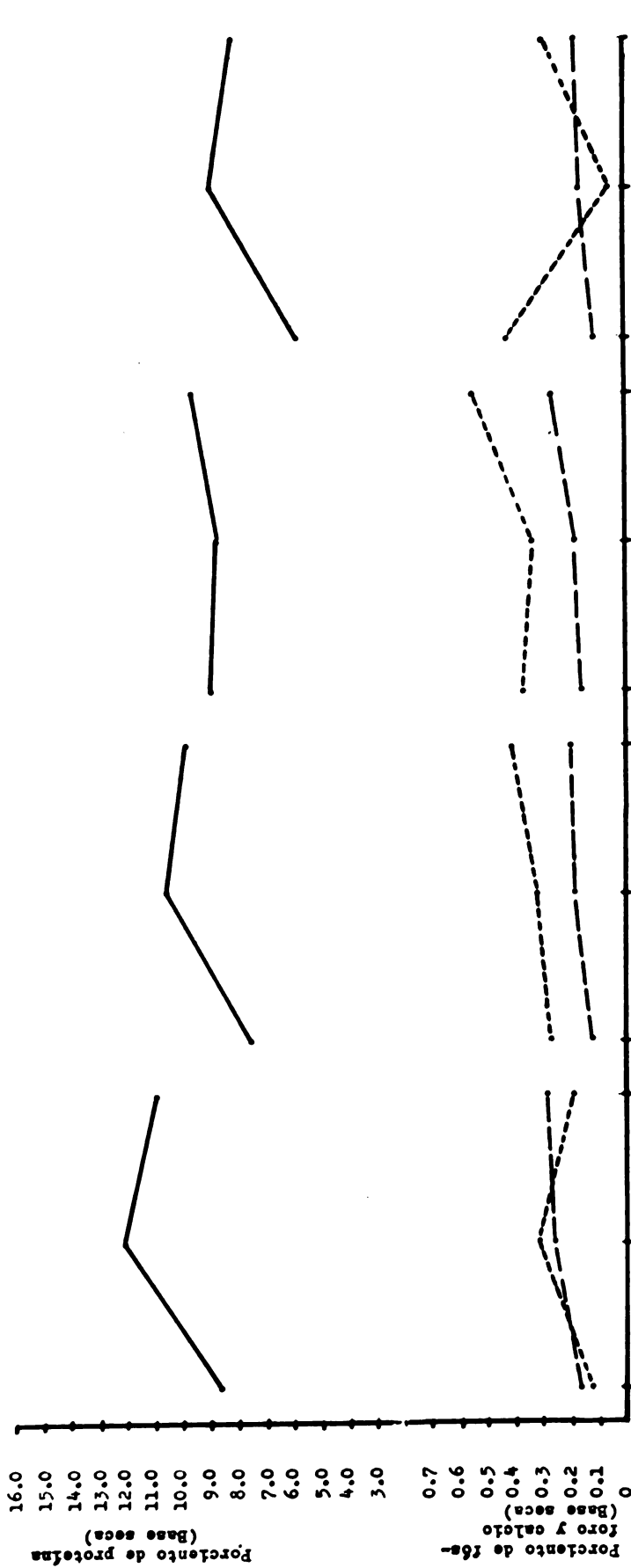
Gráfica No 3

JARAGUA

GUINEA

CARPETA

CAPIN



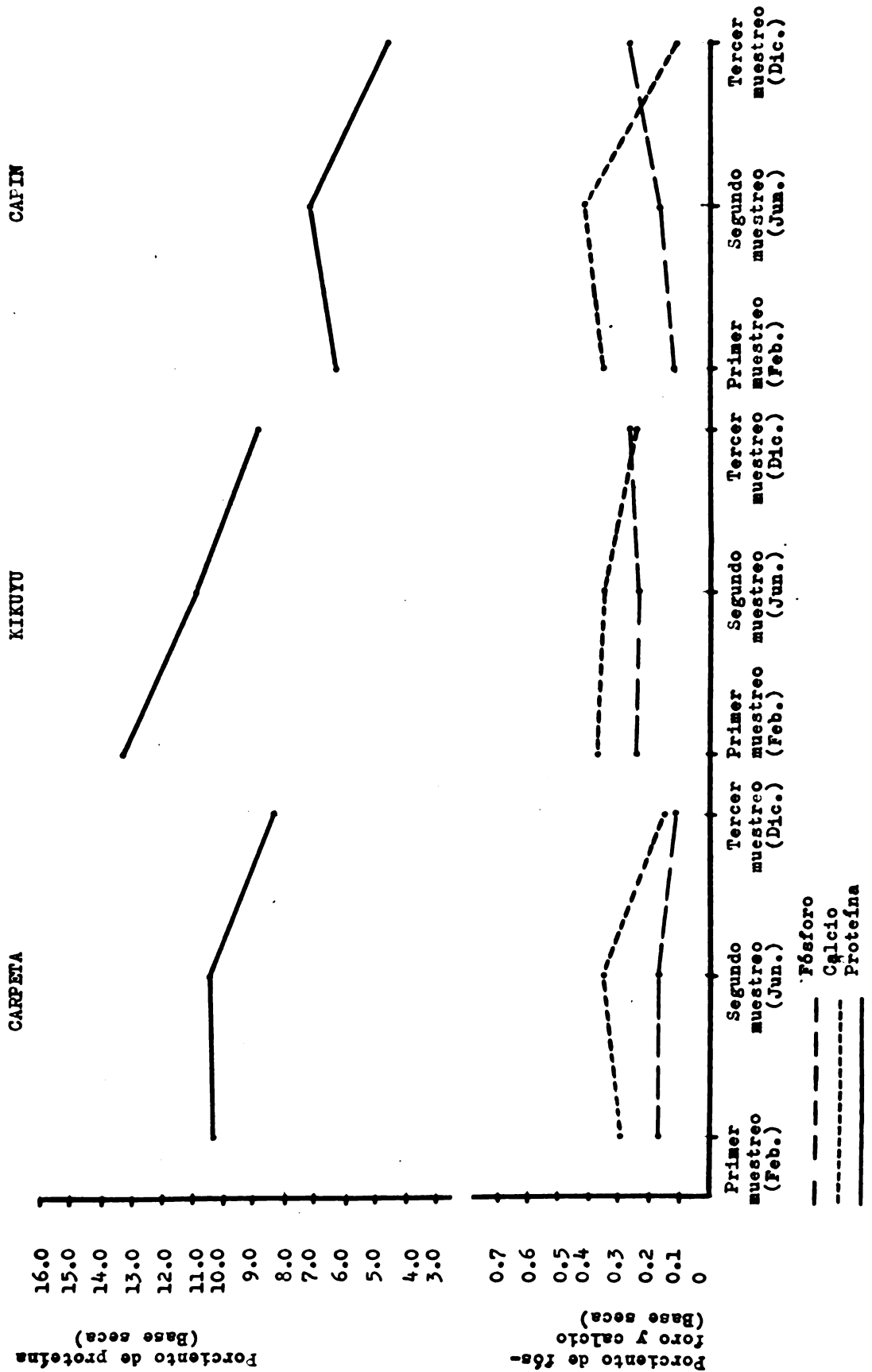
Primer muestreo (Feb.) Segundo muestreo (Jun.) Tercer muestreo (Dic.) Primer muestreo (Feb.) Segundo muestreo (Jun.) Tercer muestreo (Dic.) Primer muestreo (Feb.) Segundo muestreo (Jun.) Tercer muestreo (Dic.) Primer muestreo (Feb.) Segundo muestreo (Jun.) Tercer muestreo (Dic.)

Fósforo
Calcio
Proteína

Porcentaje de proteína (Base seca)
Porcentaje de fósforo y calcio (Base seca)
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

Contenido Promedio de Fósforo, Calcio y Proteína por Especie de la Región del Volcán de Turrialba.

Gráfica No 4
VOLCAN DE TURRIALBA
FINCA PALMIRA.



Región del Valle de Turrialba.

SAN GERONIMO DE MORAVIA

Gráfica No 5

