

LA FERTILIZACION Y EL LARGO DEL CICLO DE USO EN LA
PRODUCTIVIDAD DEL PASTO FARAGUA (HYPARRHENIA
RUFA (NEES) STAPF)

Tesis de grado
de
Magister Scientiae

BOLIVAR RENE PINZON QUEZADA



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales
Turrialba, Costa Rica
Mayo, 1976

LA FERTILIZACION Y EL LARGO DEL CICLO DE USO EN LA
PRODUCTIVIDAD DEL PASTO FARAGUA (*HYPARRHENIA RUFA*
(NEES) STAPP)

Tesis

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

Magister Scientiae

en el

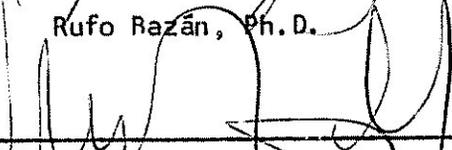
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



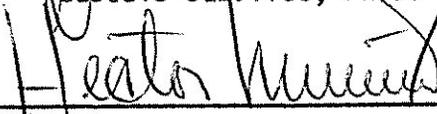
Rufo Razán, Ph.D.

Consejero



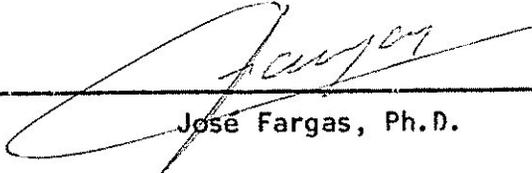
Gustavo Cubillos, Ph.D.

Comité



Héctor Muñoz, Ph.D.

Comité



José Fargas, Ph.D.

Comité

Mayo, 1976

iii

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos

A mi querida esposa e hija

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento al Dr. Rufo Bazán, Consejero Principal, por su orientación y estímulo durante la elaboración del presente trabajo.

A los doctores Gustavo Cubillos, Héctor Muñoz y José Fargas, miembros del Comité, por las sugerencias y revisión del original.

Al Dr. Ignacio Ruíz, Asesor del Convenio IICA-MIDA, en Panamá, por su constante estímulo y colaboración.

A los señores Eduardo Tencio y Alfredo Picado, del Laboratorio de Suelos del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales.

Al personal del Centro de Estadística y Computación del IICA y en especial al señor Manuel Zamora.

Al personal de la Estación Experimental de Gualaca y cuerpo docente de este Centro que de una forma u otra han hecho posible la realización de los estudios de posgrado.

BIOGRAFIA

El autor nació en Llano Sánchez, Provincia de Coclé, República de Panamá, el 9 de enero de 1943. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Rodolfo Chiari de Aguadulce, donde obtuvo el diploma de Bachiller en Ciencias.

Los estudios universitarios los realizó en la Universidad Nacional de Panamá, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo en 1968. En setiembre de 1971 ingresó a la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, en la cual realizó estudios de especialización en Fertilidad de Suelos dentro del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, obteniendo el grado de *Magister Scientiae* en mayo de 1976.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Descripción del Pasto Faragua	3
2.2 Variaciones del estado nutricional de los pastos	4
2.3 Contenido mineral del Pasto Faragua	6
2.4 Fertilización de pasturas	6
2.5 Sistemas de pastoreo	8
2.6 Ensayos de pastoreo en Faragua	10
2.7 Variaciones de la composición química del suelo por efectos de aplicación de fertilizantes	11
3. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Localización del estudio	14
3.2 Método experimental	15
3.2.1 Fertilización de potreros	15
3.2.2 Duración del experimento	15
3.2.3 Animales utilizados en el experimento	15
3.2.4 Pesaje de los animales	16
3.2.5 Carga animal	16
3.2.6 Ciclo de uso	16
3.2.7 Toma de muestras de suelo	16
3.2.8 Toma de muestras de pastos	17
3.2.9 Diseño experimental y análisis estadístico de datos	17
3.3 Análisis de laboratorio: Suelos	19
3.3.1 Análisis físicos	19
3.3.1.1 Humedad de las muestras secadas al aire.	19
3.3.1.2 Densidad aparente	19
3.3.1.3 Distribución del tamaño de partículas ..	19
3.4 Análisis químico de suelos	19
3.4.1 Reacción del suelo (pH)	19
3.4.2 Materia orgánica	20
3.4.3 Nitrógeno total	20
3.4.4 Fósforo disponible	20
3.4.5 Azufre extraíble	20

	<u>Página</u>
3.4.6 Capacidad de intercambio catiónico	20
3.4.7 Bases cambiables	20
3.4.8 Aluminio intercambiable	21
3.4.9 Elementos menores totales: Fe, Mn, Zn, Cu y Al	21
3.5 Análisis químico de pastos	21
3.5.1 Nitrógeno	21
3.5.2 Fibra cruda	21
3.5.3 Fósforo	21
3.5.4 Azufre	21
3.5.5 Determinación de macro y micro micronutrientes	21
4. RESULTADOS	23
4.1 Análisis físicos	23
4.2 Análisis químico del suelo	24
4.2.1 Reacción del suelo	24
4.2.2 Materia orgánica	24
4.2.3 Nitrógeno, fósforo y azufre	24
4.2.4 Capacidad de intercambio catiónico	26
4.2.5 Bases cambiables	26
4.2.6 Concentraciones totales de micro- nutrientes	27
4.3 Análisis químico de pasto	28
4.3.1 Rendimiento total de materia seca	28
4.3.2 Porcentaje de fibra cruda en el forraje ..	28
4.3.3 " " proteína cruda en el forraje	30
4.3.4 " " fósforo en el forraje	31
4.3.5 " " potasio en el forraje	31
4.3.6 " " magnesio en el forraje	31
4.3.7 " " azufre en el forraje	33
4.3.8 " " calcio en el forraje	33
4.3.9 Contenido de micronutrientes	34
4.3.9.1 Contenido de cobre en el forraje	34
4.3.9.2 " " hierro en el forraje	34
4.3.9.3 " " manganeso en el forraje ...	34
4.4 Producción animal	36
4.4.1 Ganancia diaria de peso vivo/animal/ 6 meses	36

	<u>Página</u>
4.4.2 Carga animal	37
4.4.3 Producción de peso vivo por hectárea	37
4.4.4 Aspectos económicos	40
5. DISCUSION	42
5.1 Variaciones del suelo provocados por las aplicaciones de fertilizantes	42
5.2 Rendimiento de materia seca	44
5.3 Contenido de proteína cruda, fibra cruda y minerales en el forraje	45
5.4 Efecto en la producción animal	49
5.5 Aspecto económico	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
7. RESUMEN	55
7a. SUMMARY	57
8. LITERATURA CITADA	58
9. APENDICE	67

LISTA DE CUADROS

TEXTO

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Precipitación total, promedio y número de días lluviosos durante el período experimental (noviembre 1971-mayo 1972)	14
2	Características físicas de los suelos (15 cm de profundidad)	23
3	Características químicas del suelo a 15 cm de profundidad	25
4	Rendimiento promedio de producción total de materia seca (kg/ha) y contenido de proteína y fibra cruda promedio del forraje en los diferentes tratamientos (% en base a m.s.) ...	29
5	Contenido de fósforo, potasio, magnesio, azufre y calcio, promedio del forraje en los diferentes tratamientos (% en base a materia seca) ..	32
6	Contenido de cobre, hierro y manganeso; promedio del forraje en los diferentes tratamientos (ppm, en base a materia seca)	35
7	Ganancia diaria de los novillos "testigo" en los diferentes tratamientos (kg/novillo/día)	36
8	Carga animal/día sin ajustar y ajustada, por peso metabólico de un novillo de 300 kg de peso vivo	38
9	Producción de peso vivo kg/ha/6 meses en base al aumento de los novillos testigos y carga sin ajustar y ajustada	39
10	Análisis económico con base en incrementos de peso de los períodos de descanso bajo fertilización sobre los no fertilizados	41

APENDICE

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Análisis de variancia para producción de materia seca en pasto Faragua (kg/ha)	68
2	Análisis de variancia para porcentajes de fibra cruda	68
3	Análisis de variancia para porcentajes de proteína cruda	69
4	Análisis de variancia para porcentajes de fósforo en el forraje	69
5	Análisis de variancia para porcentajes de potasio	70
6	Análisis de variancia para porcentajes de magnesio	70
7	Análisis de variancia para porcentajes de azufre	71
8	Análisis de variancia para porcentajes de calcio	71
9	Análisis de variancia para contenidos de cobre (ppm)	72
10	Análisis de variancia para contenidos de hierro (ppm)	72
11	Análisis de variancia para contenidos de manganeso (ppm)	73
12	Análisis de variancia para ganancia diaria de los novillos "testigos"	74
13	Análisis de variancia para la carga ajustada a 300 kg de peso metabólico	74
14	Análisis de variancia para la producción por hectárea en base a novillos "testigo" y carga sin ajustar	75
15	Análisis de variancia para la producción por hectárea en base a novillos "testigo" y carga ajustada	75

1. INTRODUCCION

El pasto faragua (*Hyparrhenia rufa*, (Nees) stapf) es uno de los pastos principales que mantienen la industria pecuaria en Panamá. Existen aproximadamente 1 millón de hectáreas de pasturas, de los cuales el 80 por ciento está constituida por pasto faragua. Sin embargo, de estas son muy pocas las praderas que se fertilizan y manejan adecuadamente, excepto algunas fincas ganaderas de gran extensión donde se ponen en práctica ciertas labores de fertilización y manejo.

En general puede decirse que la productividad de los pastos naturales es baja debido a dos razones: 1) La baja fertilidad natural de los suelos; 2) Prácticas de manejo inadecuados que llevan a la pérdida del vigor de los pastos permitiendo la invasión de malezas y otras especies improductivas.

Por lo tanto, un buen sistema de manejo tiene como finalidad obtener altos rendimientos de pasto, que se transforman en producto animal, manteniendo una continua y adecuada producción. En la actualidad faltan conocimientos acerca de cuál debe ser un buen manejo para el pasto faragua.

Con base a lo expuesto, se planeó este trabajo con los siguientes objetivos:

1. Conocer las variaciones en el contenido de nutrimentos del suelo provocadas por la aplicación de fertilizantes.
2. Medir el rendimiento de materia seca y la composición química del pasto bajo diferentes ciclos de uso de praderas de faragua con y sin aplicación de fertilizantes.

3. Determinar el ciclo de uso en pastoreo rotacional más apropiado para el pasto faragua, con y sin aplicación de fertilizante a través de la respuesta animal.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción del Pasto Faragua

El Faragua conocido también como capín Jaragua o Jaraguá capín provisori, capín vermelho, Sape gigante, pasto Roxo (Brasil), Yaraguá (Colombia), Jaraguá (Costa Rica); es un pasto perenne originario del Africa (65, 85, 103) y que hoy en día se encuentra diseminado en los trópicos de América Central y del Sur (103).

Es una planta característica de los climas cálidos, produce bien hasta una altura de 1600 m pero su desarrollo es lento desde los 1000 m en adelante (65).

Es sensible al frío y una temperatura de 3°C la destruye casi por completo. La temperatura más apropiada para su producción es entre 18°C y 30°C (65).

Se adapta muy bien a una diversidad de suelos, aún en aquellos muy pobres, pero se da mejor en los suelos arcillosos y bien drenados, siendo por lo tanto un forraje excelente para los suelos de áreas inclinadas, con la ventaja a la vez, de ser poco exigente en cuanto a fertilidad (65, 85, 103).

El Faragua es uno de los pastos naturales más importantes de la región del Pacífico de Panamá. En estado tierno, al inicio de las lluvias tiene buen valor alimenticio y excelente aceptación por el ganado (103); al disminuir las lluvias en los meses de noviembre a diciembre, su valor alimenticio y su producción disminuye, ya que coincide con la época de floración de la planta.

2.2 Variaciones del estado nutricional de los pastos

Durante los últimos años, el valor nutritivo de las plantas forrajeras y sus variaciones debidas a diversos factores ha ocupado la atención de numerosos investigadores en diversos países del mundo. Rodrigo, en Colombia (85), estudiando las variaciones del contenido de proteínas y celulosa en pasto Faragua encontró que a medida que avanza la madurez la tendencia del primero era la de disminuir mientras que la del otro era la de aumentar. Tendencia similar se encuentra en otras especies de pastos y en otros lugares (5, 25).

Durante la madurez, el nitrógeno desciende normalmente de los tallos y hojas a la porción basal y raíces de las plantas, lo que explica la disminución del contenido de proteína con el aumento en madurez de la planta (69).

El contenido mineral también es afectado por el avance de la madurez tales como calcio, magnesio, fósforo, potasio y cobre (3, 35, 56, 59), y todos acusan una disminución. Sin embargo, algunos investigadores informan que no hay una tendencia definida en el contenido de calcio y otros elementos de los pastos a medida que avanza el estado de crecimiento (47, 93). Otros no solamente han demostrado que el calcio se incrementa (3, 56, 92), sino que también los contenidos de hierro y manganeso (59, 71). Molish (68) opina que esta acumulación de calcio en los tejidos de las hojas viejas parece ser una característica de muchas plantas donde una gran proporción de calcio absorbido por la planta probablemente viene a fijarse químicamente en forma inmóvil.

La sequía contribuye a bajar los contenidos de proteína cruda como

lo ha demostrado Tergas y colaboradores (94) trabajando en el Pacífico de Costa Rica. El contenido de proteína disminuyó de 5,06 por ciento en noviembre a 1,33 por ciento en marzo.

Al parecer existen ciertas contradicciones con respecto a los contenidos de fósforo y calcio en los pastos bajo condiciones de sequía y lluvia.

En una estación de grandes lluvias se ha encontrado bajo contenido de calcio y alto de fósforo y que en una estación de lluvia ligera se produjo lo contrario (28). Sin embargo, Scott (90) no encontró efecto marcado de precipitación en los contenidos de fósforo y calcio en los pastos. También se ha demostrado que bajo condiciones de sequía el porcentaje de fósforo disminuye, pero su contenido aumenta a medida que existe humedad (91). Gómez y colaboradores (42) reportan mayores contenidos de fósforo, calcio y magnesio y menores contenidos de cobre en la estación seca.

La importancia de la especie de planta ha sido señalada por numerosos investigadores (38, 43), demostrándose que hay grandes variaciones en el contenido mineral de diferentes especies de pastos que crecen en el mismo suelo. La temperatura, la longitud del día y la intensidad de la luz (75) intervienen en las características químicas del forraje.

La aplicación de fertilizantes también influye en las variaciones del contenido de minerales de los pastos. Escobar y colaboradores (33), con altas aplicaciones de nitrógeno, encontraron grandes disminuciones de potasio y calcio en el pasto.

Con aplicaciones altas de nitrógeno se ha encontrado que las relaciones $K/(Ca + Mg)$, K/Mg y K/Ca decrecen (60). Sin embargo, bajo las mismas condiciones anteriores también se reporta que el nitrógeno incrementó el contenido de magnesio en el pasto (43). Igualmente con grandes aplicaciones de potasio se provoca una disminución de los niveles de calcio (101) y de magnesio (18).

2.3 Contenido mineral del Pasto Faragua

A pesar de que el pasto Faragua está ampliamente diseminado en el país, se han hecho pocos estudios en relación a su valor nutritivo bajo condiciones naturales. Algunos trabajos realizados en otros países (12, 39, 55, 56, 62, 63, 92) reportan los siguientes valores promedios del contenido mineral de este pasto: N: 0,81 por ciento; P: 0,14 por ciento; K: 1,07 por ciento; Mg: 0,34 por ciento; S: 0,14 por ciento; Mn: 90 ppm; Fe: 175 ppm y Cu: 8,5 ppm.

2.4 Fertilización de pasturas

La base de cualquier explotación ganadera consiste de disponer de pastos abundantes, nutritivos y económicos.

Una de las causas de la baja capacidad de pastoreo en los potreros es la mínima utilización de fertilizantes.

Los beneficios de la fertilización traen las siguientes ventajas: aumenta considerablemente la producción por unidad de superficie, permite el pastoreo de mayor número de novillos en la misma área, mantiene los pastos verdes por un período más largo en verano, aumenta el porcentaje de

proteína, elementos minerales, mejoran la palatabilidad del pasto y asegura la persistencia del mismo (30, 67).

En consecuencia, se deduce que la fertilización racional de las pasturas no solamente es conveniente sino indispensable, porque las deficiencias en el suelo pueden reflejarse en los pastos y, a su vez, en los animales.

Son numerosos los ensayos efectuados en diferentes países tendientes a mejorar la producción y calidad de pastos con base en el uso de fertilizantes.

Se ha demostrado claramente que en diferentes regiones tropicales las gramíneas responden bien a las aplicaciones de nitrógeno y que este elemento puede ser un factor limitante en estas zonas (27, 99, 100).

El nitrógeno no solo logra aumentar los rendimientos, sino también los contenidos de proteína cruda. Awan (6) en Honduras, con aplicaciones de 0-40-80-120 kg N/ha, logró incrementar la producción de materia seca y proteína cruda en pasto Faragua de 2.472 kg MS/ha y 1,37 por ciento de P.C., hasta 5.263 kg y 1,90 por ciento cuando aplicaba 120 kg N/ha.

En un trabajo realizado en Trinidad con aplicaciones de 0,45, 90, 136, y 226 kg N/ha a pasto Pangola, encuentran que la dosis mínima incrementó tres veces más la producción de materia seca, sobre el testigo, mientras que la dosis máxima superó dos veces más la producción. Los tenores de proteína cruda en las primeras cosechas fueron del orden de 12 por ciento, pero a medida que se efectuaban los cortes hasta el final del ensayo bajaron a 3,12 por ciento (2). En Cuba, con dosis de 48, 201, 391, 584 y

769 kg N/ha logró incrementos de proteína en pasto Pangola a más de 200 por ciento que el testigo (104), mientras que Blue en Costa Rica (12), logró aumentos de 3,5 veces más que el testigo. Igualmente en Puerto Rico, con aplicaciones que variaban de 0-815 kg de N/ha, lograron duplicar la proteína en pasto Pangola (99). Sin embargo, otros no lograron conseguir grandes aumentos de producción de proteína con las aplicaciones de nitrógeno (53, 56).

Las aplicaciones de nitrógeno y las frecuencias de cortes influyen en los rendimientos de materia seca y proteína. En Colombia, con aplicaciones fraccionadas a distintos intervalos de corte se encontró que los mayores rendimientos de materia seca se lograron cuando el nitrógeno se aplicaba cada seis semanas (50). Otros han encontrado el mismo resultado, pero con la diferencia de que las altas dosis de nitrógeno tuvieron un efecto depresivo en el rendimiento de la materia seca (7, 17, 20). Se ha reportado que no siempre las aplicaciones de nitrógeno son benéficas a los pastos, encontrándose que continuas altas dosis de este elemento resultan en una disminución de la producción y bajo tenores de fósforo y potasio (51).

2.5 Sistemas de pastoreo

Existen dos sistemas de manejo de praderas que son el continuo y el rotacional, siendo este último quizás el menos usado en condiciones extensivas.

Cada sistema presenta ventajas y desventajas.

De acuerdo con Roglen (86), en el pastoreo continuo el animal

tiene más acceso a todas las plantas en el potrero cuando éste tiene alto valor nutritivo. También permite un pastoreo más uniforme y más eficiente utilización del pasto (102).

El sistema de pastoreo rotativo permite un mayor aprovechamiento de los pastos por los animales, hay una mayor acumulación de reservas y se controlan las malas hierbas (49). Por otra parte, con este sistema se puede regular en forma más fácil la carga animal, aparte de ello se tiene más flexibilidad en la utilización de las praderas, permitiendo realizar la cosecha y conservación de forraje de ciertos sectores durante aquellos períodos de mayor producción (87). Wheeler (102) opina que algunos se inclinan hacia el pastoreo rotacional por la razón de que aumenta el crecimiento en las pasturas y le da descanso a los potreros, además favorece el control de parásitos.

Hernández (49) y Edmond (32) opinan que el pastoreo continuo tiene las siguientes desventajas: reduce a la mitad los beneficios de la finca, pues se produce menos pasto por hectárea, cuando existe abundancia de pasto, el ganado hace mal uso de él, pues al ir y venir en busca de hierba más apetitosa, tumba y pisotea otras que deberían usar más tarde, desperdiciando de este modo el forraje. Favorece el crecimiento de malezas indeseables, no permite la producción de semillas que son necesarias para las especies que necesiten de la reproducción en esa forma para el mejor establecimiento del pastizal. Por otro lado, el pastoreo continuo favorece la erosión de los suelos, volviéndose más pobres y reduce y retarda el crecimiento de los pastos. En cambio el pastoreo rotacional presenta la desventaja de que los animales por estar encerrados en áreas pequeñas, no

les permite tener una mayor selectividad de los pastos más nutritivos (86); y por otra parte, los pequeños incrementos logrados con este sistema no justifican la adición de cercas y abrevaderos (19).

2.6 Ensayos de pastoreo en Faragua

El valor de los pastos para el animal en pastoreo depende de la calidad y del rendimiento (10). La calidad de los pastos en un sistema de pastoreo, es a través de la producción por animal que se mide por los aumentos de peso vivo o la producción de leche por animal.

Al parecer hay en general una coincidencia en que la producción por animal y por hectárea, depende en gran medida de la carga a la cual se somete la pastura (46, 83).

Se han realizado ensayos con el fin de medir la relación entre la carga animal y la ganancia por animal expresada en aumentos de peso diario y la mayoría concuerdan que cuando se disminuye la carga animal hay un aumento en el producto individual por animal en términos de ganancias diarias de peso (11, 46, 83) y esto es debido a que los animales tienen más ventaja en seleccionar un forraje de mejor calidad. Sin embargo, al aumentar la carga animal las ganancias diarias por animal son menores, pero las ganancias por hectárea son mayores (46, 77, 97).

Los conocimientos existentes sobre prácticas de manejo en pasto Faragua son, en general, muy escasos y basados en observaciones empíricas hechas en potreros grandes pero sin una base científica.

No se tienen datos precisos en Panamá sobre la capacidad de carga y producción de carne en este pasto, bajo condiciones de pastoreo en rotación.

Solamente existe un trabajo realizado en el año de 1954 por Moland (70) en pastoreo continuo utilizando un animal/ha, y dosis de 92, 172 y 92 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio; obtuvo ganancias diarias de 0,45 kg/animal para el fertilizado contra 0,13 kg/animal para los animales que pastaban en pasto no fertilizado. En México, utilizando dos animales/ha en un sistema de "carga variable" y sin aplicación de fertilizantes, tan solo obtuvieron una ganancia diaria de 0,19 kg/animal (21). En Colombia, bajo condiciones naturales sin fertilizar, el pasto Faragua fue superior a los pastos Pará, Pangola y Guinea, produciendo un aumento diario de 0,69 kg con una ganancia total de 340 kg/ha, en 196 días con carga animal de 2,5 animales/ha (82).

En otro trabajo realizado por Ramírez y colaboradores (82), en pastoreo continuo con carga animal de uno y dos animales/ha, obtienen ganancias de 0,38 kg y 0,29 kg/día respectivamente. En Brasil, con fertilización de 100 kg de N y 100 kg de P_2O_5 /ha, en época seca, utilizando carga animal de 1,75 animales/ha, encontraron ganancias diarias de 0,13 kg mientras que para el pasto no fertilizado con la misma carga animal obtuvieron pérdidas de 0,004 kg diarios; sin embargo, en época de lluvias utilizando cargas de 3,09 y 1,85 animales/ha para el fertilizado y no fertilizado las ganancias son de 0,81 y 0,80 kg diarias (80).

2.7 Variaciones de la composición química del suelo por efectos de aplicación de fertilizantes

El suelo está sujeto a gran diversidad de factores que afectan su composición química. Los fertilizantes portadores de nitrógeno ejercen un

considerable efecto, tanto en el pH del suelo, como una pérdida de cationes por lixiviación (1, 2, 40, 95).

Collings (26) concluye que la aplicación de sulfato de amonio al suelo da lugar a un aumento de la acidez, y que esto es debido en parte al hecho de que algunos de los iones de amonio son absorbidos por las plantas y el exceso de iones de sulfato forma ácido sulfúrico en el suelo y también porque algunos de los iones de amonio se convierten en ácido nítrico, que a su vez neutraliza parcialmente el calcio existente en el suelo.

También se ha encontrado que la aplicación de sulfato de amonio disminuye el fósforo soluble, esto es atribuido al descenso en el pH que produce dicho fertilizante, lo cual trae como consecuencia una mayor actividad del hierro y aluminio para fijar el fósforo (96).

Con aplicaciones de altas dosis de dicho fertilizante se ha encontrado disminución en el pH, materia orgánica, calcio, magnesio y potasio, no encontrándose alteraciones en el porcentaje de nitrógeno y en la capacidad de intercambio catiónico (64). Chica y Lotero (24) citan a Potter y Snyder, quienes empleando una fuente de nitrógeno acidificante, encuentran disminuciones de calcio, magnesio, potasio y sodio.

Otras desventajas o problemas causados por altas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados de efecto acidificante, es el aumento en solubilidad de elementos menores como hierro, manganeso y aluminio (89).

Otro de los fertilizantes nitrogenados de efecto residual acidificante es la urea y sus efectos han sido estudiados por numerosos investigadores (9, 24, 27, 78), ocasionando las mismas alteraciones que el sulfato de amonio.

El nitrato de amonio, que es uno de los más usados por el ganadero también tiene la desventaja de no contener ni sodio ni calcio, los cuales tienen valor por sí mismos, y que produce el efecto de acidificar los suelos. Por ello, en suelos ácidos, es menester aplicar un suplemento de cal, para contrarrestar la acidez producida por el empleo de nitrato amónico (8).

En conclusión de todos estos estudios con aplicaciones ya sean masivas o fraccionadas de las distintas fuentes de nitrógeno, se llega a la conclusión de que el sulfato de amonio, nitrato de amonio y la urea, producen acidez y ciertos desbalances en el suelo y que el nitrato de sodio causa una reacción alcalina en el suelo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio

El experimento se llevó a cabo en la estación experimental de Gualaca, Provincia de Chiriquí, Panamá, del Departamento de Investigación en Ciencias Pecuarias, del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).

La Estación Experimental se encuentra a una altitud de 30 msnm, con una precipitación anual de aproximadamente 4.000 mm, y con una temperatura promedio de 21°C y humedad relativa máxima y mínima de 86 y 50 por ciento respectivamente.

Los datos de lluvia durante los meses en que se desarrolló el experimento aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación total, promedio y número de días lluviosos durante el período experimental (noviembre 1971-mayo 1972).

Mes	Precipitación (mm)	Promedio (mm)	Días lluviosos
Noviembre 1971	150,36	5,01	24
Diciembre	31,10	1,03	11
Enero 1972	99,44	3,21	13
Febrero	9,50	0,33	1
Marzo	64,50	2,08	5
Abril	410,50	13,40	14
Mayo	498,00	16,20	25

3.2 Método experimental

Se usó una área de ocho hectáreas cubierta en su totalidad de pasto Faragua, la cual se dividió en cuatro bloques de dos hectáreas cada uno y cada bloque contenía 16 parcelas de 1/8 ha, haciendo un total de 64 parcelas para todo el experimento. Cada parcela experimental se suplió con agua de bebida proveniente de un molino de viento.

3.2.1 Fertilización de potreros

Previo al inicio del experimento se cortó el pasto y se realizó una fertilización básica a aquellos tratamientos que recibían fertilización formada con los siguientes materiales:

120 kg P_2O_5 /ha de superfosfato simple (20% P_2O_5 y 12% S)

80 kg K_2O /ha de cloruro de potasio (60% K_2O)

120 kg S/ha de sulfato de magnesio (10% Mg y 13% S)

30 kg Mg/ha de sulfato de magnesio

40 kg N/ha de nitrato de amonio (34% N)

Se aplicaron además 200 kg de N/ha fraccionadas después de cada pastoreo en los tratamientos con fertilización.

3.2.2 Duración del experimento

El ensayo se dio inicio el 13 de noviembre de 1971 y terminó el 13 de mayo de 1972, con una duración total de seis meses.

3.2.3 Animales utilizados en el experimento

Se usaron 24 animales Cebú cruzados (Brahman), más o menos uniforme en cuanto a edad y peso, que fluctuaban entre 18-20 meses y 290-300 kg de peso vivo.

3.2.4 Pesaje de los animales

Para efecto de tomar el peso inicial de los animales se encerraron en un potrero de Faragua, siendo pesados por tres días consecutivos, constituyendo el promedio de estos pesos, el peso inicial. Pesajes posteriores se efectuaron cada 30 días. Tanto el peso inicial, como los mensuales se tomaron previo a un destare de 12 horas.

3.2.5 Carga animal

Se utilizó una carga animal inicial de tres animales por hectárea, la que luego se ajustó en forma visual en relación a la cantidad de pasto disponible.

3.2.6 Ciclo de uso

Se usaron cuatro ciclos de uso que consistían de:

Ciclo de uso de 16 días: Se rotaron los animales en 8 potreros de 1/8 ha permaneciendo dos días en cada uno, con un descanso de 14 días.

Ciclo de uso de 24 días: En la misma forma, pero con tres días de pastoreo y 21 días de descanso.

Ciclo de uso de 32 días: De igual forma, con cuatro días de pastoreo y 28 días de descanso.

Ciclo de uso de 40 días: De igual forma, con cinco días de pastoreo y 35 días de descanso.

3.2.7 Toma de muestras de suelo

Antes de la fertilización inicial y luego de finalizado el experimento, se tomaron muestras de suelo de 0 a 15 cm para estudiar la variación

en la constitución química del suelo con la aplicación de fertilizantes. De las muestras de suelos sin fertilizar y fertilizada se tomaron submuestras para el análisis químico.

3.2.8 Toma de muestra de pastos

Se tomaron dos muestras de un metro cuadrado cada una, a una altura de seis pulgadas del suelo, el mismo día, antes de que los animales entraran a la parcela. De acuerdo con los ciclos de uso se muestreaba cada 14, 21, 28 y 35 días.

Las muestras se llevaban al laboratorio para pesar y obtención de submuestras de 300 g que se secaron al horno a una temperatura de 70°C hasta peso constante; luego se molieron en una molino Wiley con cribas de 1 mm de diámetro.

Para efecto de rendimientos de materia seca se consideró los dos valores obtenidos del pasto secado al horno; para los análisis químicos de los pastos, las dos muestras se mezclaron homogéneamente y se tomó una submuestra para las determinaciones de los análisis de proteína, fibra y minerales. En total se realizaron 11 cortes para ciclos de 14 días, 7 para los de 21 días, 5 para los de 28 días y 4 para los de 35 días.

3.2.9 Diseño experimental y análisis estadístico de datos

El diseño de experimento fue de bloques al azar con parcelas duplicadas aleatoriamente y muestras duplicadas, en un diseño de tratamiento factorial, que comprendían cuatro ciclos de uso y dos niveles de fertilización: con y sin fertilizante.

A continuación se detalla las combinaciones entre los períodos de

descanso y los niveles de fertilización:

$$P_1 - F_1 - 2 - 14^*$$

$$P_1 - F_0 - 2 - 14^{**}$$

$$P_2 - F_1 - 3 - 21$$

$$P_2 - F_0 - 3 - 21$$

$$P_3 - F_1 - 4 - 28$$

$$P_3 - F_0 - 4 - 28$$

$$P_4 - F_1 - 5 - 35$$

$$P_4 - F_0 - 5 - 35$$

Para el análisis estadístico de producción total de materia seca se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + F_k + (PF)_{jk} + e_{ijk} + e'_{ijkl}$$

donde: Y_{ijkl} = Producción total de materia seca en kg/ha

μ = Media general de producción de materia seca

B_i = Efecto del bloque i

P_j = Efecto del tratamiento período de descanso j

F_k = Efecto del tratamiento de fertilización k

$(PF)_{jk}$ = Efecto de la interacción del período de descanso j
por la fertilización k

e_{ijkl} = Error muestral

i = 1, 2, 3, 4 bloques

j = 1, 2, 3, 4 período de descanso

k = 1, 2 tratamiento de fertilización

l = 1, 2 muestras

* Período de descanso de 14 días, 2 días de ocupación y fertilizado.

** Período de descanso de 14 días, 2 días de ocupación y no fertilizado.

Para el análisis estadístico de los contenidos de fibra cruda, proteína cruda y minerales se utilizó el mismo modelo matemático a excepción de que no se toma en consideración el error muestral.

3.3 Análisis de laboratorio: Suelos

Una vez preparadas las muestras de campo se procedió al análisis de las mismas.

3.3.1 Análisis físicos

3.3.1.1 Humedad de las muestras secadas al aire

Se determinó por gravimetría de acuerdo con la técnica de Forsythe (37), a partir de 20 gramos de suelo secado al aire, sometido a secado en estufa por 24 horas a 105°C.

3.3.1.2 Densidad aparente

Se determinó por el método de Forsythe (37) utilizando el cilindro metálico y muestras de suelo no alterado.

3.3.1.3 Distribución del tamaño de partículas

Se determinó por el método de Bouyoucos (13). Las fracciones de suelo se clasificaron de acuerdo con el sistema internacional de la ciencia del suelo y las clases texturales fueron definidas con ayuda del triángulo textural (73).

3.4 Análisis químico de suelos

3.4.1 Reacción del suelo (pH)

Se siguió la técnica de Peech (76) para medición del pH del suelo en agua (relación suelo/agua, 1:1) y en solución de cloruro de potasio 1^N

(relación suelo/solución 1:1). Las lecturas se hicieron en el potenciómetro de electrodo de vidrio modelo Coleman 39.

3.4.2 Materia orgánica

Por medio de la técnica descrita por Sáiz del Río y Bornemisza (88), basada en el método de Walkley y Black.

3.4.3 Nitrógeno total

Se empleó el método propuesto por Bremner (16).

3.4.4 Fósforo disponible

Se siguió la técnica de acuerdo con el método de Bray y Kurtz (15), modificado por Sáiz del Río y Bornemisza (88). Las lecturas se hicieron en el fotolorímetro en longitud de onda de 650 mμ.

3.4.5 Azufre extraíble

Se empleó el método turbidimétrico de Chaundhry y Cornfield (22). Las lecturas se hicieron en el fotolorímetro en una longitud de onda de 440 mμ.

3.4.6 Capacidad de intercambio catiónico

Se utilizó la técnica de Bower et al. (14) modificada por Díaz-Romeu y Balerdi (31).

3.4.7 Bases cambiables

Las bases cambiables, Ca, Mg, y K se determinaron de acuerdo al método de Bower et al. (14). modificado por Díaz-Romeu y Balerdi (31). Las lecturas se realizaron en el espectrofotómetro de absorción atómica.

3.4.8 Aluminio intercambiable

Se realizó por el método indicado por Kamprath (57) y Lin Coleman (61).

3.4.9 Elementos menores totales: Fe, Mn, Zn, Cu y Al

Las extracciones fueron hechas de acuerdo al método de Ulrich, citado por Fassbender et al. (34), utilizando una mezcla de ácido nítrico-clorhídrico (1:3), ácido sulfúrico y perclórico (4:1). Las lecturas de las extracciones se hizo en el espectrofotómetro de absorción atómica.

3.5. Análisis químico de pastos

3.5.1 Nitrógeno

Por el método de micro-Kjeldahl, modificado por Bremner (16).

3.5.2 Fibra cruda

Se utilizó el método de fibra ácido detergente descrito por Van Soest y Wine (98).

3.5.3 Fósforo

Por colorimetría, empleando el método de sulfomolibdico de Olsen y colaboradores (72).

3.5.4 Azufre

La extracción se hizo mediante la oxidación húmeda por el método de Jackson (54). Para la determinación se empleó el método de Chaudry y Cornfield (22).

3.5.5 Determinación de macro y micro micronutrientes

En la determinación de macronutrientes se consideraron el calcio,

magnesio, potasio; en los micronutrientes el hierro, manganeso y cobre. La extracción de estos elementos se hizo a través de la ceniza soluble diluida en ácido clorhídrico concentrado, según el método citado por Harris (48). Todas las lecturas se hicieron en el espectrofotómetro de absorción atómica a excepción del fósforo.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis Físicos

En el Cuadro 2 se presentan los datos referentes a las propiedades físicas del suelo en los bloques donde se efectuó el experimento.

Cuadro 2. Características físicas de los suelos (15 cm de profundidad).

Bloques	Densidad Aparente g/ml	Humedad gravitacional %	Distribución de Partículas			Clase Textura
			Arena %	Limo %	Arcilla %	
I	0,96	46,50	46	24	30	Franco
II	1,05	45,00	44	24	32	Franco
III	0,92	45,00	44	20	37	Franco
IV	0,95	46,12	46	17	37	Franco

En el cuadro se observa que los valores de densidad aparente se encuentran por debajo del valor crítico (1,5 gr/cc) y fluctúan entre 0,92 a 1,05 gr/cc; valores que indican ausencia de impedimento mecánico (compactación) a la penetración de las raíces de las plantas. Los porcentajes de humedad gravimétrica fueron bastante uniforme en cuanto a bloques, variando los valores entre 45 a 46 por ciento. Indicando esto que cuando se tomó la muestra existía suficiente humedad en el suelo.

Los contenidos de arena, limo y arcilla variaron entre 44-46 por ciento, 17-24 por ciento y 30-37 por ciento, respectivamente, y clasifican

al suelo del área experimental en la categoría de suelo franco.

4.2 Análisis químico del suelo

En el Cuadro 3 se presentan los datos de propiedades químicas del suelo correspondiente al muestreo inicial (parcelas antes de fertilizar) y al muestreo final (parcelas fertilizadas) correspondientes a cada bloque.

4.2.1 Reacción del suelo

Según los datos del Cuadro 3, en el muestreo inicial del suelo, el pH fue mayor que en el muestreo final, con valores de 4,91 y 4,67 respectivamente, representando esto una disminución de 0,24 unidades. Se observó un efecto significativo ($P < 0,01$) entre estos valores. En términos generales este suelo es de reacción ácida.

4.2.2 Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica fue mayor al inicio del experimento que al final del mismo, oscilando entre 9,89 y 8,70 por ciento respectivamente. La relación C/N siguió la misma tendencia, no existiendo diferencia significativa entre estos valores.

4.2.3 Nitrógeno, fósforo y azufre

Los valores de nitrógeno total en el suelo en ambos muestreos variaron ligeramente, fluctuando éstos en términos medios entre 0,34 y 0,35 por ciento, indicando esto que las aplicaciones de nitrógeno en el suelo no alteró en nada los contenidos de nitrógeno.

Cuadro 3. Características químicas del suelo a 15 cm. de profundidad

Muestra (Inicio)	PH	C/N	C/N Orgánico	C/N Total	Fósforo disponible	Azufre P ₂ O ₅	BASES CATIONICAS			RELACIONES		PROPORCIONES TOCALES			
							Ca/100	Magnesio	Potasio	Ca/Mg	P/F	Ca/P	Ca/Mg	Potasio	Ca/P
Etapa I	6,27	1,36	13,20	7,46	10,50	1,28	1,41	1,15	6,03	2,37	1,31	6,44	268	159	4,65
Etapa II	6,25	1,40	14,11	10,06	11,65	1,46	1,18	1,15	3,65	2,14	1,26	3,06	309	216	6,00
Etapa III	6,28	1,39	15,03	11,90	12,22	1,27	1,22	1,15	3,22	2,06	1,31	3,22	328	213	4,08
Etapa IV	6,31	1,40	14,00	10,78	12,16	1,29	1,11	1,17	2,87	1,66	1,24	2,26	271	211	3,00
\bar{X}	6,26	1,37	14,10	10,56	11,78	1,30	1,16	1,16	3,29	2,22	1,26	3,11	292,75	199,50	4,60
S.E.	0,02	0,01	1,15	1,16	1,08	0,07	0,07	0,07	0,27	0,20	0,16	0,25	54,20	33,06	10,01
Fósforo															
Fertilizante															
Etapa I	4,20	6,30	14,46	12,25	11,16	1,16	1,26	1,14	5,32	2,19	1,06	5,32	603	210	6,51
Etapa II	4,16	6,30	13,73	11,01	12,27	1,21	1,26	1,10	3,08	2,05	1,06	3,22	468	106	4,16
Etapa III	4,29	6,40	14,11	11,90	12,24	1,24	1,20	1,13	3,24	2,13	1,20	3,40	453	107	5,09
Etapa IV	4,25	6,37	14,08	11,85	12,28	1,27	1,22	1,16	2,85	1,63	1,10	3,43	287	107	4,19
\bar{X}	4,22	6,34	14,09	11,81	12,24	1,22	1,22	1,13	3,27	2,05	1,10	3,26	494,25	122,50	5,01
S.E.	0,01	0,01	1,00	1,00	1,12	0,07	0,07	0,07	0,20	0,15	0,12	0,21	33,20	13,18	8,57

ESTIMAP INSTITUCIONAL DE COMPARACION PARA CATEGORIAS Y LIMITES ADECUADOS*
Profundidad a = 15 cm.

Etapa	C/N	C/N Orgánico	C/N Total	Fósforo disponible	Azufre P ₂ O ₅
Etapa I	11,5	17,0	24,0	4,0	0,55
Etapa II	10,5	16,0	23,0	4,0	0,55
Etapa III	11,0	16,5	23,5	4,0	0,55
Etapa IV	10,5	16,0	23,0	4,0	0,55
\bar{X}	11,0	16,5	23,5	4,0	0,55

* Valores para el Fósforo por categoría de grupo.

El fósforo, al igual que el nitrógeno total, no mostraron una diferencia bien marcada entre los contenidos de fósforo inicial y final en el suelo, los valores fluctuaron en términos medios: 2,01 y 2,25 ppm.

La concentración de azufre extraíble fue menor en el muestreo inicial (35,56 ppm) que en el final (58,25 ppm), encontrándose un incremento de 64 por ciento sobre el inicial; sin embargo, este aumento no fue significativo.

4.2.4 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico fue mayor (46,48 me/100 gr) al inicio que al finalizar el experimento (43,93 me/100 gr). No existió significancia alguna entre estos valores.

4.2.5 Bases cambiables

El contenido de calcio fue mayor (0,90 me/100 gr) al inicio, que al final del experimento (0,82 me/100 gr).

Las concentraciones de magnesio en el suelo fue menor al inicio (0,35 me/100 gr) para luego levemente aumentar al final del experimento (0,40 me/100 gr).

El potasio cambiante en el suelo fue mayor al inicio (0,34 me/100 gr) para luego disminuir levemente al final (0,29 me/100 gr).

El contenido de aluminio intercambiable es bastante bajo en términos generales, los valores iniciales con los finales, son bastante similares de 0,14 y 0,16 me/100 gr respectivamente.

La saturación de bases tanto en el muestreo inicial como en el final

son muy parecidos, del orden de 3,84 y 3,87 por ciento, respectivamente.

La relación Ca/Mg en el suelo fue ligeramente superior al inicio (2,37%) para luego disminuir al finalizar (2,05%); la relación Mg/K fue inferior al inicio (1,0%) para luego aumentar ligeramente al finalizar el experimento (1,36%).

En la relación Ca + Mg/K, sucedió el mismo fenómeno que en la relación Mg/K; en ninguna de las bases cambiables y relaciones existió diferencia significativa.

De acuerdo a los datos del análisis de suelo del Cuadro 3, estos suelos en general son bastante pobres en nutrimentos a excepción de nitrógeno y potasio y altos en micronutrimentos tales como hierro, manganeso y aluminio.

4.2.6 Concentraciones totales de micronutrimentos

La tendencia del hierro, zinc y manganeso, fue la de disminuir al inicio para luego aumentar al final del experimento, con valores de: 4,49 y 5,03 por ciento; 292,75 y 335,70 ppm y 394,75 y 494,75 ppm respectivamente.

Las concentraciones de cobre fue mayor al inicio (199,50 ppm), para luego disminuir al finalizar el experimento (133,0 ppm).

El aluminio es el elemento que se encuentra en mayor concentración en el suelo con relación a los otros micronutrimentos. Al inicio la concentración de este elemento fue menor (11,06%) y al finalizar el experimento fue de 13 por ciento.

No se detectó diferencia significativa entre los valores iniciales y finales de los micronutrimentos.

4.3 Análisis químico de pasto

4.3.1 Rendimiento total de materia seca

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos promedios de producción total de materia seca en kg/ha, en el período de seis meses y se observa que con períodos de descanso de 14 días se obtienen las mayores producciones ($P < 0,01$), tanto con fertilización como sin ella. La producción es tres veces mayor que en el período de 35 días. Sin embargo, la aplicación de fertilizantes no resultó en aumentos substanciales de producción de pastos lo que hace suponer que la aplicación de fertilizante no fue lo suficiente efectiva en esta época de verano (noviembre-mayo), en que existió poca precipitación y no hubo la suficiente dilución del fertilizante para que fuera absorbido por la planta.

A medida que el período de descanso se prolonga el rendimiento de materia seca por hectárea disminuye. La prueba de rangos múltiples de Duncan (Cuadro 4) aplicada a los promedios de rendimientos de materia seca obtenidos en cada uno de los períodos de descanso fertilizados, detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre los períodos de 14 y 21 días sobre los períodos de 28 y 35, no existiendo significancia entre el de 28 con el de 35 días.

En el Cuadro 1, del Apéndice, se muestra el efecto significativo ($P < 0,01$) entre la fertilización y los períodos de descanso en la producción de materia seca del pasto.

4.3.2 Porcentaje de fibra cruda en el forraje

Según los datos del Cuadro 4, existe una tendencia negativa en

Cuadro 4. Rendimiento promedio de producción total de materia seca (kg/ha) y contenido de proteína y fibra cruda, promedio del forraje en los diferentes tratamientos (% en base a m.s.)

P.D. Días	Kg ms/ha		F.C.		F.C.		P.C.	
	F ₁	F ₀	\bar{X}	F ₁	% F ₀	\bar{X}	F ₁	% F ₀
P ₁₄	13.980,8	13.661,4	13.821,1 a	49,5	53,1	51,3 a	6,0	4,0
P ₂₁	8.100,1	7.849,5	7.924,8 b	48,5	50,7	49,6 b	6,2	4,3
P ₂₈	6.251,3	5.531,4	5.896,4 c	43,3	50,8	49,0 b	6,6	4,5
P ₃₅	4.998,6	4.248,4	4.623,5 c	46,1	47,1	46,6 c	7,4	5,9
\bar{X}	8.335,2 a	7.822,7 b		47,8 a	50,4 b		6,6 a	4,5 b

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente (P<0,01), según la prueba de Duncan.

P.D.: Período de descanso

F₁ : Fertilizado

F₀ : No Fertilizado

cuanto a contenido de fibra cruda, pues debía esperarse menor contenido de la misma a medida que los períodos de descanso son menores; este hecho posiblemente se debe a que en los períodos de 14 días de descanso, la planta que se muestreó no era en realidad de 14 días de recuperación, supuesto que el crecimiento más bajo influyó en realizar un muestro a menos de seis pulgadas del suelo, lo que incluyó material viejo (mayor de 14 días de recuperación) con más contenido de fibra.

El porcentaje promedio de fibra cruda para parcelas fertilizadas bajo todos los períodos de descanso fue de 47,89 y de 50,44 por ciento, para las no fertilizadas.

Los contenidos de fibra cruda difirieron significativamente ($P < 0,01$) para los períodos de 14 y 35 días, sobre los de 21 y 28 días. El Cuadro 2 del Apéndice indica el efecto significativo ($P < 0,01$) entre la fertilización y los períodos de descanso en los contenidos de fibra cruda en el forraje.

4.3.3 Porcentaje de proteína cruda en el forraje

El Cuadro 4 muestra una tendencia en aumentar los contenidos de proteína cruda a medida que los períodos de descanso son más largos tanto en los pastos fertilizados como los no fertilizados. Por otra parte, los contenidos de proteína cruda en el forraje a los 35 días difirieron significativamente ($P < 0,01$) sobre los períodos de 28, 21 y 14 días.

El efecto del fertilizante nitrogenado en general, produjo un aumento de 2 por ciento en el contenido promedio de proteína bruta, en las parcelas fertilizadas en comparación con las parcelas sin fertilizar,

cualquiera que fuere el período de descanso. En el Cuadro 3 del Apéndice, se observa el efecto significativo ($P < 0,01$) de los períodos de descanso y la fertilización en los contenidos de proteína cruda en el forraje.

4.3.4 Porcentaje de fósforo en el forraje

En el Cuadro 5 se observa una tendencia marcada entre las parcelas fertilizadas con fósforo y las no fertilizadas, fluctuando los valores entre 0,12 y 0,09 por ciento respectivamente. Los contenidos de fósforo en el forraje fue significativamente mayor ($P < 0,01$) que en los períodos de 28, 21 y 14 días. En el Cuadro 4 del Apéndice, se muestra el efecto significativo ($P < 0,01$) entre los períodos de descanso, de la fertilización sobre los porcentajes, de fósforo en el forraje.

4.3.5 Porcentaje de potasio en el forraje

El Cuadro 5 muestra que el contenido de potasio en el forraje en los diferentes períodos de descanso no mostraron una tendencia definida; sin embargo, sí hubo un efecto marcado en cuanto a las parcelas fertilizadas y no fertilizadas en que se obtuvo valores de 0,68 y 0,55 por ciento respectivamente.

El Cuadro 5 del Apéndice, muestra el efecto significativo ($P < 0,01$) con la aplicación de fertilizantes sobre los porcentajes de potasio en el forraje.

4.3.6 Porcentaje de magnesio en el forraje

En el Cuadro 5 se observa que los contenidos de magnesio en el forraje, no tuvieron un aumento definido; sin embargo, los valores máximos

Cuadro 5. Contenido de fósforo, potasio, magnesio, azufre y calcio, promedio del forraje en los diferentes tratamientos (% en base a materia seca).

P.D. Días	P		K		Mg		S		Ca					
	F ₁	\bar{X} F ₀												
P ₁₄	0,12	0,09	0,10 ^a	0,56	0,63 ^a	0,22	0,18	0,20 ^b	0,33	0,26	0,29 ^a	0,27	0,26	0,26 ^a
P ₂₁	0,12	0,09	0,10 ^a	0,49	0,58 ^a	0,20	0,19	0,19 ^b	0,29	0,20	0,25 ^a	0,27	0,28	0,27 ^a
P ₂₈	0,12	0,09	0,10 ^a	0,63	0,66 ^a	0,23	0,20	0,21 ^{ab}	0,28	0,24	0,26 ^a	0,31	0,30	0,30 ^b
P ₃₅	0,14	0,09	0,12 ^b	0,72	0,63 ^a	0,25	0,19	0,22 ^a	0,33	0,30	0,31 ^a	0,36	0,31	0,33 ^b
\bar{X}	0,12 ^a	0,11 ^b	0,68 ^a	0,55 ^b	0,22 ^a	0,19 ^b	0,31 ^a	0,25 ^b	0,30 ^a	0,29 ^a	0,30 ^a	0,36	0,31	0,33 ^b

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente (P<0,01), según la prueba de Duncan.

P.D. : Período de descanso

F₁ : Fertilizado

F₀ : No Fertilizado

de éste se encontraron en el período de descanso de 35 días. Hubo diferencia significativa ($P < 0,01$) en cuanto a contenido de magnesio entre los períodos de 35 días, sobre los de 14 y 21 días. El efecto del fertilizante también fue significativo ($P < 0,01$).

El análisis de variancia del Cuadro 6 del Apéndice revela que hubo efecto significativo ($P < 0,01$) entre los períodos de descanso y la fertilización sobre los porcentajes de magnesio en el forraje.

4.3.7 Porcentaje de azufre en el forraje

El Cuadro 5 muestra que los contenidos de azufre en el forraje no mostraron una tendencia bien definida, encontrándose los máximos valores a los 35 días; no existió diferencia significativa entre ningún período en cuanto a contenido de azufre; sin embargo, sí se observó un efecto significativo ($P < 0,01$) en cuanto a la fertilización.

El Cuadro 7 del Apéndice, muestra el efecto significativo ($P < 0,01$) de la fertilización sobre los porcentajes de azufre en el forraje.

4.3.8 Porcentaje de calcio en el forraje

El Cuadro 5 revela que los contenidos de calcio aumentaron a medida que los períodos de descanso fueron más largos, encontrándose el valor máximo promedio de 0,33 por ciento para el período de 35 días. Se detectó diferencia significativa ($P < 0,01$) entre los períodos de 28 y 35 sobre los de 14 y 21 días.

En el Cuadro 8 del Apéndice, no se encontró efecto significativo entre fertilizantes, esto era de esperar ya que no se aplicó en ningún momento fertilizante a base de calcio, pero sí hubo efecto significativo ($P < 0,01$)

entre los períodos de descanso, sobre los porcentajes de calcio en el forraje.

4.3.9 Contenido de micronutrientes

4.3.9.1 Contenido de cobre en el forraje

En el Cuadro 6, se analiza los contenidos promedio de cobre en el forraje encontrándose los máximos valores entre los períodos de descanso de 21 y 14 días, para luego disminuir pero no en forma definida. Solamente existió diferencia significativa en cuanto a contenido de cobre ($P < 0,01$) entre los períodos de descanso de 14 y 21 sobre los de 28 y 35 días. El Cuadro 9 del Apéndice, revela el efecto significativo ($P < 0,01$) entre los períodos de descanso sobre los contenidos de cobre en el forraje.

4.3.9.2 Contenido de hierro en el forraje

En el Cuadro 6, al analizar los contenidos promedios de hierro se observa que el forraje contiene mucho más hierro en el período de 14 días, para luego disminuir en los otros períodos de descanso. Se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) en cuanto a contenido de hierro entre el período de 14 días sobre el resto de los períodos.

El Cuadro 10 del Apéndice, muestra el efecto significativo ($P < 0,05$) entre los períodos de descanso y ($P < 0,01$) entre la fertilización, sobre los contenidos de hierro en el forraje.

4.3.9.3 Contenido de manganeso en el forraje

En el Cuadro 6, se encuentra que los contenidos promedios de manganeso en el forraje no mostraron una tendencia definida en cuanto a los períodos de descanso; sin embargo, solamente se encontró diferencia significativa

Cuadro 6. Contenido de cobre, hierro y manganeso; promedio del forraje en los diferentes tratamientos (ppm, en base de materia seca).

P.D. Días	Cu ppm		Fe ppm		Mn ppm		\bar{X}
	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀	
P ₁₄	9,4	9,1	146,9	135,7	160,1	186,0	173,0 a
P ₂₁	9,9	9,7	132,9	123,3	145,5	163,4	154,5 b
P ₂₈	7,9	6,7	123,4	120,1	178,8	171,5	175,8 a
P ₃₅	8,0	8,0	134,8	123,5	156,6	160,0	158,3 b
\bar{X}	8,6 a 8,4 a 134,5 a		125,7 b	160,2 a	170,2 a		

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P < 0,01$), según la prueba de Duncan.

P.D. : Período de descanso

F₁ : Fertilizado

F₀ : No Fertilizado

($P < 0,01$) entre los períodos de descanso de 28 y 14 sobre los de 21 y 35 días.

El Cuadro 11 del Apéndice muestra el efecto significativo ($P < 0,01$) de los períodos de descanso sobre los contenidos de manganeso en el forraje.

4.4 Producción animal

4.4.1 Ganancia diaria de peso vivo/animal/6 meses

La ganancia diaria de peso de los novillos "testigo" que pastorearon Faragua no fue afectada por los días de descanso (Cuadro 7). En cambio la ganancia fue mejorada en forma significativa por la fertilización nitrogenada, ya que se logró un valor de 0,512 kg/día al aplicar fertilizante en comparación con 0,252 kg/día al no aplicar fertilizante (Cuadro 12 del Apéndice).

Cuadro 7. Ganancia diaria de los novillos "testigo" en los diferentes tratamientos (kg/novillo/día).

P. D. (días)	F ₁	F ₀	\bar{X}
14	0,610	0,240	0,425 a
21	0,500	0,262	0,381 a
28	0,422	0,236	0,320 a
35	0,515	0,271	0,393 a
\bar{X}	0,512 a	0,252 b	

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P < 0,01$), según la prueba de Dunca.

4.4.2 Carga animal

La carga animal por hectárea está expresada en dos formas: 1) En base a la suma de días-animal/ha sin efectuar ningún ajuste; 2) En base a los días-animal/ha ajustados por peso metabólico de un novillo de 300 kg (Cuadro 8). En las dos formas expuestas, la carga animal/día fue superior en la fertilización con carga ajustada que sin ajustar, de 2,30 vs. 2,17; mientras que para el caso sin fertilización la carga ajustada fue ligeramente inferior que sin ajustar, de 1,49 y 1,50 animales/día respectivamente. Para el caso de los períodos de descanso, la carga ajustada fluctuó entre 1,85 y 1,94 y la no ajustada se mantuvo estable (1,84 animales/día). En ambos casos no hubo diferencia significativa en los días de descanso pero sí ocurrió una diferencia significativa en favor de la fertilización nitrogenada (ver Cuadro 13 del Apéndice).

4.4.3 Producción de peso vivo por hectárea

En el Cuadro 9 la producción de peso vivo/ha/6 meses está expresada en dos formas: 1) Multiplicando la ganancia de los novillos "testigo" por la carga sin ajustar; 2) Multiplicando la ganancia de los novillos "testigo" por la carga ajustada. De las dos formas de expresión de la producción de peso vivo en kg/ha, fue superior para el fertilizado con carga ajustada que sin ajustar de 212,06 vs. 199,58 y para el caso sin fertilizar fue ligeramente inferior la producción con carga ajustada que sin ajustar de 68,75 y 69,12 kg de P.V./ha, respectivamente; mientras que para el caso de los períodos de descanso, las producciones fueron ligeramente mayores para la carga sin ajustar que para la ajustada. En general

Cuadro 8. Carga animal/día sin ajustar y ajustada, por peso metabólico de un novillo de 300 kg de peso vivo.

P.D. Días	Sin ajustar		Ajustada		\bar{X}
	F_1	F_0	F_1	F_0	
P ₁₄	2,17	1,50	2,36	1,51	1,94 a
P ₂₁	2,17	1,50	2,31	1,52	1,92 a
P ₂₈	2,17	1,50	2,22	1,47	1,85 a
P ₃₅	2,17	1,50	2,29	1,49	1,88 a
\bar{X}	2,17 a	1,50 b	2,30 a	1,49 b	

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P < 0,01$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 9. Producción de P.V. kg/ha/6 meses en base al aumento de los novillos testigo y carga sin ajustar y ajustada.

P.D. Días	Sin ajustar		Ajustada	
	F ₁	F ₀	F ₁	F ₀
P ₁₄	237,90	64,80	259,25	65,28
P ₂₁	195,00	74,79	207,50	75,62
P ₂₈	164,58	63,72	168,80	62,30
P ₃₅	200,85	73,17	212,69	71,81
\bar{X}	199,58 a	69,12 b	212,06 a	68,75 b

Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ($P < 0,01$), según la prueba de Duncan.

el período de descanso no afectó la producción de carne, en cambio la fertilización mejoró significativamente la producción en aproximadamente tres veces (ver Cuadro 14 y 15 del Apéndice).

4.4.4 Aspectos económicos

El estudio económico practicado está basado en los incrementos en peso obtenidos en los tratamientos correspondientes a períodos de descanso fertilizado, sobre su período de descanso pero sin fertilizar, sin considerar construcción de cercas, abrevaderos, medicamentos, manejo animal y efecto residual del fertilizante.

El Cuadro 10 resume los beneficios obtenidos por cada período de descanso con base en gastos por insumos (nitrato de amonio). El valor del fertilizante nitrogenado fue estimado con base al elemento puro, asumiendo que un kilo de nitrógeno costaba en febrero de 1976 B/0,427 y el valor de un kilo de carne B/0,528. Como se puede apreciar en el cuadro, el período de descanso de 14 días bajo fertilización, fue el único que recuperó el costo de la aplicación de nitrógeno, aunque sin obtener beneficio, existiendo pérdidas, para los períodos de 21, 28 y 35 días por cada kilo de nitrógeno aplicado de 0,142, 0,195 y B/0,121 respectivamente.

Cuadro 10. Análisis económico con base en incrementos de peso de los períodos de descanso bajo fertilización sobre los no fertilizados.

Tratamientos	Kg extra de carne producido	Kg de N aplicado/ha	Kg de carne extra por kg de N	Beneficio obtenido B/
P ₁ -F ₁ -2-14	193,97	240	0,80	0
P ₂ -F ₁ -3-21	131,88	240	0,54	- 0,142
P ₃ -F ₁ -4-28	106,50	240	0,44	- 0,195
P ₄ -F ₁ -5-35	140,88	240	0,58	- 0,121

5. DISCUSION

5.1 Variaciones del suelo provocados por las aplicaciones de fertilizantes

La variación más notable ocasionada posiblemente por la aplicación del fertilizante nitrogenado (nitrato de amonio 33,5% N), fue la disminución significativa ($P < 0,01$) del pH de suelo de 4,91 a 4,67, y la de un aumento en la solubilidad de los micronutrientes hierro, manganeso, zinc y aluminio al finalizar el experimento. Aunque el nitrato de amonio es una de las fuentes de nitrógeno de menor poder acidificante en el suelo (8), estas variaciones concuerdan con las respuestas encontradas por otros investigadores (23, 41, 89).

La materia orgánica registró una disminución y era de esperar que aumentara al incrementarse el nitrógeno aplicado. Se esperaba que el aumento en producción del pasto Faragua, como consecuencia de la aplicación del nitrógeno, conduciría a un aumento en el contenido de materia orgánica. Sin embargo, debido principalmente a las condiciones climáticas, aparentemente existió una descomposición rápida de la misma.

El nitrógeno total permaneció más o menos constante, con relación al contenido original. Estos resultados son lógicos si se tiene en cuenta que parte del nitrógeno aplicado fue absorbido por el pasto y por ser un elemento de muy poco poder residual tiende a perderse por lixiviación y volatilización en las capas superiores del suelo (64).

La capacidad de intercambio catiónico disminuyó como era de esperar ya que ésta depende principalmente del contenido de materia orgánica y

tipo de arcilla; en este caso la materia orgánica disminuyó causando a su vez la disminución de la capacidad de intercambio catiónico.

El contenido de azufre también fue incrementado, debiéndose posiblemente a la aplicación de fertilizante a base de azufre, además de que la mineralización del azufre orgánico puede inicialmente suministrar algo de este elemento, particularmente cuando los suelos tienen un alto contenido de materia orgánica (58). En este caso los valores de materia orgánica en el suelo fluctuaron de 8 a 9 por ciento.

En términos generales, al observar los valores obtenidos en el análisis químico de este suelo, Cuadro 3, y comparándolo con los patrones de Hardy (45), este suelo es sumamente pobre en cuanto a nutrimentos a excepción de la materia orgánica, nitrógeno y potasio y alto en micronutrimentos totales. Es un suelo de reacción fuertemente ácida y quizás esta acidez se pueda deber posiblemente a las siguientes causas: a) proceso avanzado de meteorización de los suelos; b) a la alta precipitación que ocurre en el área de Gualaca, aproximadamente 4.000 mm al año; produciendo ésto una desbasificación del complejo coloidal; c) posible presencia de altas concentraciones de aluminio intercambiable, aunque los valores son bastante bajos; y d) ácidos húmicos provenientes de la descomposición de la materia orgánica.

El otro aspecto importante son los altos contenidos de micronutrimentos totales de aluminio, hierro y manganeso en el suelo. La existencia de estos elementos en concentraciones altas es típico de los suelos que han tenido una avanzada meteorización.

5.2 Rendimiento de materia seca

A pesar de que existió diferencia significativa en el rendimiento de materia seca ($P < 0,01$) entre las parcelas fertilizadas y no fertilizadas, éstas no fueron tan substanciales como podría esperarse. Este hecho puede tener tres explicaciones, una, que la fertilización se hizo en el mes de noviembre cuando este pasto se encuentra en plena floración y su crecimiento disminuye por efecto de estacionalidad; segundo, parte del fertilizante se aplicó prácticamente en una época seca y no tuvo la efectividad que se esperaba por falta de humedad en el suelo, especialmente en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (Cuadro 1), y tercero, que el Faragua no responde a grandes aplicaciones de fertilizantes y en especial al elemento nitrógeno (79). Este hecho lleva a pensar en que posiblemente no se deben hacer aplicaciones de nitrógeno al Faragua en grandes cantidades y menos cuando existe poca humedad en el suelo.

Parece ser que los rendimientos de materia seca, fueron más influenciados por el largo del período de descanso tal como se observa en el Cuadro 4, y esto concuerda con lo observado por Ramírez (81), quien encontró que a medida que se prolongaba el período de descanso había una disminución significativa en los rendimientos del pasto Estrella.

Aunque existe un marcado efecto de descanso en los rendimientos de materia seca, esto es contrario a lo reportado en la literatura, ya que debía esperarse mayores rendimientos a medida que los períodos de descanso eran más largos. En este caso, con el período de 14 días se obtuvo los máximos rendimientos. La posible explicación puede ser: a) el

hecho de su bajo pastoreo con una defoliación frecuente puede estimular nuevos crecimientos en esta época, y b) que al hacer el corte, éste no fue a 6 pulgadas, sino a menos altura, permitiendo así tomar material a menos alturas, más maduro, alto en fibra cruda, y con mayor peso y porcentaje de materia seca, repercutiendo en un mayor rendimiento en este período.

5.3 Contenido de proteína cruda, fibra cruda y minerales en el forraje

Los porcentajes de fibra cruda en el forraje disminuyeron significativamente por efecto de fertilizantes produciendo tallos menos fibrosos y más suculentos. La variación en el contenido promedio de fibra cruda no fue bien definida entre los períodos de descanso y la tendencia fue contraria a la esperada, existiendo menor contenido a medida que el período de descanso era más largo. La mayoría de los investigadores (5, 25, 85) concuerdan que el pasto a medida que es más joven se encuentran menores contenidos de fibra y mayores de proteína cruda; aquí sucedió lo inverso, en que a los 35 días el pasto tenía estas dos cualidades, indicando esto que la muestra de pasto en este período fue de mejor calidad que en los períodos de 28, 21 y 14 días. Este hecho puede obedecer a que con el sistema de muestreo utilizado, "metro cuadrado al azar", se pudo haber cortado material más viejo en los otros períodos que en el de 35 días, o sea, que "aparentemente" el pasto fue más joven a los 35 días que en los períodos de 28, 21 y 14 días. Otra razón es la de que en

experimentos grandes de pastoreo, el muestreo no es lo suficientemente preciso para tomar muestras representativas de las parcelas, no como en el caso de parcelas de cortes donde existe una mayor precisión.

El porcentaje de proteína cruda aumentó con la aplicación de fertilizante, siendo el nitrógeno el elemento de más influencia, ya que se observó un incremento de 2 por ciento más que en praderas sin fertilizar. Este incremento de dos unidades reviste gran importancia, si se considera que el período de noviembre a mayo corresponde a la temporada seca y esto por lo menos puede ayudar en parte a disminuir la pérdida de peso en los animales, provocadas por la baja calidad de los pastos que generalmente ocurre.

La aplicación de fertilizante fosfórico provocó un aumento de 32 por ciento sobre el contenido de fósforo en las parcelas no fertilizadas. El contenido de este elemento para los pastos fertilizados es parecido a lo que informan otros autores (39, 55, 56, 84, 92, 94). En términos generales estos valores son bajos y esto se refleja en los bajos contenidos de fósforo disponible en el suelo que es alrededor de 2 ppm (Cuadro 3).

Las variaciones que presentó el fósforo a través de los períodos de descanso fue poca a excepción del período de 35 días en que el porcentaje fue superior (0,125%). Considerando que el pasto a los 35 días fue más joven, estas tendencias concuerdan con la que reportan otros investigadores de otros países (3, 4, 35, 56).

Con la aplicación de potasio al pasto se logró un incremento de

23 por ciento sobre las parcelas sin fertilizar. Estos tenores son muy bajos; sin embargo, son similares a los que se reportan en otros países (39, 94). Las variaciones de este elemento no fueron influenciadas por los períodos de descanso; su tendencia fue de ser mayor a medida que el pasto era más tierno, concordando esto con otros investigadores (3, 56).

La aplicación del elemento magnesio ejerció efecto positivo al lograr un incremento de 18 por ciento sobre las parcelas sin fertilizar. Estos valores son similares a los que se reportan en la literatura (12, 56, 94). A pesar de que las variaciones sufridas por el magnesio en el pasto a través de los períodos de descanso no fueron tan grandes, su tendencia fue la de aumentar a medida que el pasto era más tierno, concordando con otros investigadores (3, 35, 56).

La aplicación del elemento azufre logró incrementos de 24 por ciento sobre las parcelas sin fertilizar, siendo estos valores superiores a los reportados por otros investigadores (56, 63). Su tendencia fue la de aumentar a medida que el pasto era más joven y es lógico que tiene que ser mayor, ya que este es parte constituyente de la proteína y en el período de 35 días fue donde se obtuvo los mayores contenidos de proteína cruda.

El calcio fue influenciado por los períodos de descanso obteniéndose un aumento a medida que el pasto era más joven (3, 35). Estos valores son muy parecidos a los que se reportan en la literatura (39, 56). De acuerdo a la tabla de componentes de Gruwald y colaboradores (44), estos valores caen dentro del rango de valor nutritivo de regular a bueno.

Al igual que el calcio, la fertilización no influyó en los contenidos de cobre en la materia seca del pasto. Parece ser que hubo más influencia entre los períodos de descanso disminuyendo a medida que el pasto era más tierno, siendo esta disminución contradictoria a otros trabajos (42, 59).

De acuerdo a de Alba y Davis (29), se considera que un forraje deficiente en este elemento cuando contiene en la materia seca 7 ppm y en este caso los tenores de cobre fluctúan en término medio alrededor de 8,62 ppm.

Aparentemente la aplicación de fertilizante en general tuvo su influencia al aumentar los tenores de hierro en la materia seca del pasto Faragua tal como se observa en el Cuadro 6. Quizás esto pueda deberse a que cuando se aplica nitrato de amonio, se produce un efecto positivo en cuanto a intercambio de hierro en el suelo y esto permite a la planta a tomar más de este elemento, manifestándose su mayor contenido en la materia seca del pasto (23). Las variaciones en el contenido de hierro fueron afectadas por los períodos de descanso, notándose su aumento en el pasto cuando este es más maduro, concordando con los trabajos realizados por otros investigadores (59, 71).

Ilijin en Venezuela (52) reporta valores hasta de 240 ppm y considera como normales de 50 a 60 ppm; de acuerdo a esto, los valores de hierro encontrados en Faragua son sumamente altos y esto se refleja claramente en el Cuadro 3, en que los tenores de hierro en el suelo son sumamente altos.

La fertilización en general no influyó en los contenidos de manganeso en la materia seca del pasto; aunque hubo una tendencia a aumentar cuando el pasto era más maduro, esta tendencia concuerda con la que se reporta en la literatura (69, 71).

Los contenidos de manganeso de acuerdo al Cuadro 6, son sumamente altos, si los comparamos con los que reportan otros investigadores (12, 63). De acuerdo con Fonseca y Davis (36), consideran que un pasto que contenga más de 100 ppm de manganeso en la materia seca es alto, por lo tanto, se puede concluir que no hay deficiencia de este elemento en el pasto Faragua.

5.4 Efecto en la producción animal

El efecto más notorio fue el de la aplicación de fertilizante al pasto Faragua, trayendo como consecuencia un aumento de forraje y por ende un aumento de los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio, magnesio y azufre en la materia seca, repercutiendo esto en la ganancia diaria de peso vivo en los animales en el período de verano (noviembre a mayo). La ganancia diaria de peso vivo, fue significativamente mejorada por la fertilización nitrogenada, obteniéndose una ganancia de 0,512 kg/día al fertilizar y de 0,252 kg/día al no fertilizar, que representa un aumento de 104 por ciento, siendo esto un reflejo del aumento en calidad del alimento que tenían disponible los animales para el consumo. Estos resultados son superiores a los reportados por Quinn y colaboradores (80) para una época similar en el Brasil quienes utilizando cargas de 1,75 animales/ha, reportan ganancias diarias de 0,13 y -0,004 kg/día para pasto

fertilizado y sin fertilizar respectivamente. También son superiores a los de Carrera y Ferrer en México (21), con carga de dos animales por hectárea, y sin fertilización obtuvieron una ganancia diaria de 0,19 kg; y a los de Ortega y Espinoza en Panamá (74), que con carga promedio de 1,97 animal/ha y fertilización nitrogenada y fosfórica obtuvieron ganancias de 0,46 kg.

Los aumentos en materia seca producida por efecto de fertilización, se tradujo en aumento de la carga animal de 1,49 a 2,30 animales/ha para los meses de noviembre a mayo. Estas cargas soportadas por el Faragua son bastante aceptables si se considera que la carga promedio estimada es de un animal por hectárea y en casos extremos, durante la época seca puede ser mucho menor.

Cabe anotar que a pesar de que hubo aumentos en materia seca producida por efecto de período de descanso, como en el caso del período de 14 días, que fue tres veces más que a los 35 días, no fue posible tener un aumento de carga que redunde en una mayor producción porque el ajuste de carga se hizo en forma visual con relación a la cantidad de pasto disponible.

La producción de peso vivo por hectárea con base en los aumentos de los novillos testigo en Faragua fertilizada fue de 212,06 contra 68,75 kg/ha en Faragua sin fertilizar, representando un aumento de 218 por ciento en los seis meses de estudio (noviembre-mayo). Estos resultados, aunque no comparables, son bastante halagadores si se comparan con los de Ortega y Espinoza (74) que lograron una producción de 369 y 195 kilos/ha/año

en Faragua fertilizada y no fertilizada respectivamente.

Los períodos de descanso (14, 21, 28 y 35 días) no mostraron un efecto significativo ni tampoco una tendencia definida tanto en el aumento diario, carga animal y la producción de carne por ha. Esto es lógico por la razón de que la producción de peso vivo/ha, es igual a los aumentos diarios/animal, multiplicado por la carga, tenemos entonces que la carga fue constante y los aumentos diarios/animal son casi iguales, ya que no hubo significancia, entonces la producción por hectárea es casi la misma entre los períodos de descanso.

Sin embargo, se observan cifras ligeramente superiores para el período de descanso de 14 días de 0,425 kg/novillos/día, con carga de 1,94 novillo/día/ha y producción de peso vivo de 162,27 kg/ha. Esta superioridad de este tratamiento puede atribuirse a que hubo mayor disponibilidad de pasto, que permitió a los animales seleccionar pasto de mejor calidad y esta calidad está demostrada en que en este período se produjo 695 kg de proteína cruda/ha contra 290 kg en el período de 35 días.

5.5 Aspecto económico

El estudio económico efectuado sin considerar otros insumos muestra claramente que el único período de descanso que no produjo beneficio ni pérdidas fue el de 14 días y en los otros la rentabilidad fue negativa. Esto concuerda con el trabajo de Ortega y Espinoza (74), quienes también reportan una rentabilidad negativa con la aplicación de fertilizante en pasto Faragua. Este pasto es poco exigente en cuanto a fertilizante (65,103);

lo que lleva a pensar que la aplicación de altas dosis de nitrógeno del orden de 240 kg de N/ha no son rentables, por ser un pasto de poca producción de forraje. Lo recomendable sería hacer aplicaciones del orden de 50 a 100 kg de N/ha/año en la estación lluviosa a fin de mantener un crecimiento activo. La dosis de 240 kg de N/ha, tendría cabida en otras especies más productivas y que responden a la fertilización nitrogenada como los pastos pangola, estrella y Hemarthria; sin embargo, como indican los resultados, estas praderas bien manejadas adecuadamente, son capaces de producir aumentos de peso vivo satisfactorio y esto lo demuestran los datos obtenidos, ya que no hubo pérdida de peso en pleno verano, que es donde los animales que apacentan en Faragua pierden peso y en casos extremos hasta la pérdida completa de los animales por falta de forraje.

Por último, cabe mencionar que los resultados obtenidos en esta experiencia son de un período de seis meses solamente y se hace necesario continuar este tipo de experimentos por períodos de por lo menos tres años consecutivos a fin de obtener datos más precisos y confiables.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en las condiciones del presente experimento, se puede concluir lo siguiente:

1. Los suelos bajo experimentación de acuerdo a los análisis realizados, presentan deficiencias en algunos nutrimentos (P, Ca y Mg), así como mayor contenido de micronutrimentos (Fe, Mn y Al).
2. La fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre, no incrementó los tenores de los mismos elementos en el suelo, a excepción del azufre. Sin embargo, aumentaron notablemente los contenidos de los mismos en la materia seca del forraje.
3. Los períodos de descanso no muestran una tendencia clara en la composición química del forraje. Sin embargo, el rendimiento de materia seca es mayor en períodos de descanso de 14 días que en 21, 28 y 35 días, no influyendo estos períodos significativamente en las ganancias de peso vivo.
4. La fertilización nitrogenada contribuye a aumentar los rendimientos de materia seca en el pasto y aplicaciones de 240 kg de N/ha/6 meses, dan resultados mayores en ganancias de peso que sin fertilización (0,512 y 0,252 kg/día respectivamente). Así mismo, la fertilización nitrogenada trae como consecuencia un aumento de la carga animal de 1,49 a 2,30 animales/ha.
5. Los resultados muestran que pasto Faragua bien manejado en verano, es capaz de producir aumentos de peso vivo satisfactorios si se compara con las bajas producciones que se obtienen normalmente a nivel de fincas.

Los resultados del trabajo permiten recomendar lo siguiente:

1. Efectuar prácticas de encalado para atenuar la acidez de este suelo.
2. Hacer un estudio más detallado del efecto de los períodos de descanso sobre la composición química del forraje.
3. Es necesario efectuar experimentos a largo plazo para la obtención de datos más precisos, así como para evaluar los efectos residuales de los tratamientos.
4. Se recomienda emplear otro método de muestreo que permita mayor precisión en estimar la cantidad de forraje disponible.
5. Dada la baja eficiencia económica en el uso de fertilizantes en pasto Faragua en época seca, no se recomienda aplicaciones en esa época.

7. RESUMEN

En la Estación Experimental en Gualaca, Chiriquí, Panamá, se efectuó un experimento en pasto Faragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) para estudiar el efecto de dos niveles de nitrógeno (0 y 240 kg N/ha/verano), y cuatro períodos de descanso (14, 21, 28 y 35 días) sobre el estado nutricional del suelo, el rendimiento y composición química del forraje y sobre la producción de carne bovina.

La etapa experimental abarcó el período de noviembre 1971-mayo 1972. La aplicación de fertilizantes disminuyó el pH del suelo, e incrementó los tenores de los micronutrientes hierro, manganeso y aluminio.

El rendimiento en materia seca fue incrementado significativamente con la aplicación de nitrógeno y disminuyó a medida que aumentaba el descanso.

La fertilización aumentó los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio, magnesio y azufre en el forraje. Los períodos de descanso no mostraron una tendencia clara en la composición química del forraje.

La fertilización mejoró tanto el aumento diario por novillo, como la carga animal y la producción de peso vivo por hectárea. En cambio los períodos de descanso no mostraron un efecto significativo ni tampoco una tendencia definida en los tres parámetros antes mencionados. La producción fue ligeramente superior en el período de descanso de 14 días fertilizado, con una ganancia de 0,425 kg/novillo/día, con carga de 1,94 novillo/día/ha y producción de peso vivo de 259,25 kg/ha.

El análisis económico demostró que dosis de 240 kg N/ha aplicado a Faragua, en la época seca no produce ninguna rentabilidad bajo las condiciones económicas prevaletientes en Panamá.

7a. SUMMARY

An experiment was conducted at the Gualaca Experimental Station, Chiriquí, Panama, to study the effect of two levels of nitrogen (0 and 240 kg N/ha/season) and four rest-periods (14, 21, 28 and 35 days) upon the nutritional level of the soil, yield and chemical composition of forage and upon the beef production of Faragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.).

The experimental period covered six months (November, 1971-May, 1972). The fertilizer declined the pH, and increased the level of minor elements such as iron, manganese and aluminium in the soil.

Dry matter yield was significantly increased by nitrogen but declined with an increment of the rest-period.

The fertilizer increased crude protein, phosphorus, potash, magnesium and sulphure contents of the forage. The rest-periods did not show any clear trend upon the forage chemical composition.

The fertilizer improved either the steer daily gain, the stocking rate, as well as the live weight output per hectare; however, the rest-periods did not produce any significant effect or some clear trend on the three parameters mentioned above. The production was only slightly higher for the 14 days rest-period plus nitrogen: 0.425 kg/steer/day; 1.94 steer/ha/day and 259.25 kg live weight/ha/season.

The economical analysis shows that 240 kg N/ha is not profitable when applied on Faragua during the dry season and for the economic situation prevailing in Panama.

8. LITERATURA CITADA

1. ABRUÑA, F. y VICENTE-CHANDLER, J. Effects of six sources of nitrogen on yield, soil acidity, and leaf corn position of coffee. *Journal Agronomy of the University of Puerto Rico* 47(1):41-46. 1963.
2. AHMAD, N., REID-TULLOCH, J. y DAVIS, C. E. Fertilizers studies on Pangola grass (*Digitaria decumbens*), in Trinidad. I. Description of the experiments and effect of nitrogen. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46(3):173-178. 1969.
3. ALEXANDER, et al. The nutritive value of fall harvested coastal Bermuda grass hay as affected by rate of nitrogen fertilization and stage of maturity. *Journal of American Science* 20(1):93-98. 1961.
4. ARCHIBALD, J. G., NELSON, P. R. y BENNETT, E. A three-year study of the chemical composition of grass from plants fertilized and grazed intensively. *Journal of Agricultural Research* 45:627-640. 1932.
5. ARMSTRONG, D.G., COOK, H. y BRYNMORE, T. The lignin and cellulose content of certain grassland species at different stage of growth. *Journal of Agricultural Science* 40:93-99. 1950.
6. AWAN, A. B. Fertilización de viejas pasturas de Faragua en Honduras. In Proceedings of the 9th International Grassland Congress. 1965. pp. 675-676. V (1).
7. BASTIDAS, A. R. et al. Frecuencia de corte y aplicación de nitrógeno en $\frac{1}{2}$ gramíneas de clima cálido. *Agricultura Tropical (Colombia)* 23(11):747-756. 1967.
8. BEAR, F. E. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Traducción del Inglés por José Abeijon Veloso. Barcelona, Omega, 1969. 368 p.
9. BLASCO, M. Microbiología de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 247 p.
10. BLASER, R. E. Sistema de explotación en pastoreo. In Hudhes, H. D. et al. Forrajes. México, CECSA, 1966. pp. 601-611.
11. _____, et al. The value of forage species and mixture for fattening steers. *Agronomy Journal* 48:508-513. 1956.

12. BLUE, W. G. Experimentos de fertilización de zacates en Costa Rica. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería y STICA. 1960. 108 p.
13. BOUYOUCOS, C. J. Recalibration of hydrometer methods for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43(9):434-438. 1951.
14. BOWER, C. A. et al. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soil. *Science* 73(4):251-261. 1952.
15. BRAY, R. H. y KURTZ, L. T. Determination of total organic and available forms, of phosphorus in soils. *Soil Science* 59(1): 39-45. 1945.
16. BREMMER, J. M. Total nitrogen. In Black, C. A. et al., eds. *Methods of soil analysis*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965. pp. 1171-1175.
17. BRENES, L. R. et al. Response of Guinea, Pangola and coastal Bermuda grasses to different nitrogen fertilization levels under irrigation in the Lajas Valley of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 45(3):123-146. 1961.
18. BROWN, B. A. The effect of fertilizers treatments upon the quality of pasture vegetation. I. Mineral treatments. *Journal of the American Society of Agronomy* 21(6):673-678. 1929.
19. BROWN, N. E. The management of grazing. U.S.D.A. *Yearbook of Agriculture*. 1948. pp. 135-139.
20. BURTON, C. W. The palatability of coastal Bermuda grass *Cynodon dactylon* as influenced by nitrogen level and age. *Agronomy Journal* 48:360-362. 1956.
21. CARRERA, C. M. y FERRER, M. F. Producción de carne de ganado Cebú, con seis especies de zacates tropicales. *Agricultura Tecnológica (México)* 2(2):81-86. 1963.
22. CHAUNDRY, I. A. y CORNFIELD, A. H. The determination of total sulphur in soil and plant material. *Analyst* 91(1085):528-530. 1966.
23. CHENG, B. T., DOIRON, E. B. Manganese, Iron and Copper availability in soils as affected by N, P and K fertilization. *Agrochimica* 18(5):463-472. 1974.

24. CHICA, G. J. y LOTERO, G. J. Influencia de las fuentes de nitrógeno en el pH de un suelo aluvial. *Revista ICA (Colombia)* 4(2):31-50. 1959.
25. COOK, C. W. y HARRIS, L. E. The nutritive value of range forage as affected by vegetation type, site and stage of maturity. *Uth. Agr. Exp. Sta. Technical Bulletin* 344. 1950. 44 p.
26. COLLINGS, G. H. *Commercial fertilizer*. 6 e. New York, McGraw-Hill. 1955. 617 p.
27. CROWDER, L. V., FIGARELLA, J. y SILVA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Pangola grass in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 45(2):27-45. 1968.
28. DANIEL, H. A. y HARPER, H. J. The relation between effective rainfall and total calcium and phosphorus in alfalfa and prairie hay. *Journal of the American Society of Agronomy* 27(7):644-651. 1935.
29. DE ALBA, J. y DAVIS, G. K. Minerales en la nutrición animal en América Latina. *Revista Turrialba* 7(1-2):16-33. 1957.
30. DAVIS, G. y KIRK, W. Nutritional quality in pastures. *Soil Science Society Fla.* 12:106-110. 1952.
31. DIAZ-ROMEY, R. y BALERDI, F. Determinación de la capacidad de intercambio de cationes de suelo. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 3 p.
32. EDMOND, D. B. The influence of treading on pasture on preliminary studying. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1(3):319-328. 1958.
33. ESCOBAR, L., BAIRD, G. B. y CROWDER, L. V. Fertilización de pasto Elefante, Sorgo forrajero y Sudan en el suelo del Departamento de Córdoba. *Agricultura Tropical* 18(9): 547-554. 1962.
34. FASSBENDER, H. W., MULLER, L. y BALERDI, F. Estudio del fósforo en los suelos de América Central. II. Formas y sus relaciones con las plantas. *Turrialba (Costa Rica)* 18(4):333-347. 1968.
35. FLAPS, G. S. y FUDGE, J. F. The chemical composition of forage grasses of the east Texas. *Texas, Agriculture Experiment Station* 582. 1940. 35 p.

36. FONSECA, A. H. y DAVIS, K. G. Manganese content of some forage crops in Costa Rica and its relations to cattle fertility. In Proceedings Second World Conference on Animal Production. 1968. p. 171.
37. FORSYTHE, W. M. Manual de laboratorio de física de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 216 p.
38. FLEMING, G. A. Distribution of major and trace elements in some common pastures species. J. Sci. Fd. Ag. 14:203. 1963.
39. FRENCH, M. H. y CHAPARRO, L. M. Contribución al estudio de la composición química de los pastos de Venezuela durante la estación seca. Agronomía Tropical (Venezuela) 10:57-59. 1960.
40. GALVEZ, M. L. et al. The influence of nitrogenous fertilizers on the pH and exchangeable basis status of certain coffee and citrus soil. Philippine Agriculturist 39(2):81-90. 1955.
41. GARWOOD, E.A. y TYSON, K. L. Losses of nitrogen and other plant nutrients to drainage from soil undergrass. Journal of Agricultural Science 67(1):13-23. 1966.
42. GOMEZ, G., HERRERA, L. N. y BRESON, K. C. Interrelaciones suelo-planta-nutrición. Iv. La composición química de los forrajes en el Valle del Río Ucayali, Perú. Anales Científicos 7(1): 93-105. 1969.
43. GOMIDE, J. A. et al. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plants age and nitrogen fertilization. Agronomy Journal 61:120-123. 1964.
44. GRUWALD, O. et al. Contribución al estudio de las plantas forrajeras de Venezuela. Venezuela, Dirección de Agricultura, Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay. Boletín 5. 123 p. 1962.
45. HARDY, F. The Turrialba senile latosol and its fertilizers requirements. Turrialba, Costa Rica, I.A.I.A.S. 1962. 48 p.
46. HARLAN, J. R. Generalized curves for gain per head and gain per acre in rates of grazing studies. Journal of Range Management 11(3):140-147. 1958.
47. HART, G. H., GUILBERT, H. R. y GROSS, H. Seasonal changes in the chemical compositions of range forage and their relations to nutrition of animals. California Agriculture Experiment Station. Bulletin 543. 1932. 62 p.

48. HARRIS, L. E. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Gainesville, Florida, Center for Tropical Agriculture of Florida. 1970. pp. 365.
49. HERMANDEZ, E. y MURIETE, J. E. Manejo y cuidado de los pastos. *Hacienda* 62(11):35-37. 1966.
50. HERRERA, P. G., LOTERO, G. J. y CROWDER, L. W. Influencia del nitrógeno y frecuencia de aplicación en la producción de forrajes y proteína del pasto Pangola. *Agricultura Tropical (Colombia)* 23(5):297-312. 1967.
51. HOLMES, W. The intensive production of herbage for crop-drying. III. The effect of the continued application of nitrogenous fertilizers to grassland. *Journal of Agricultural Science* 41:64-76. 1951.
52. ILJIN, W. J. Microelementos en las plantas forrajeras. *Agronomía Tropical*. Venezuela 2(2):91-112. 1953.
53. JACKSON, J. A. The performance of six grasses growing alone and in combination with legumes with differential nitrogen and phosphate fertilizations in a Yakima Valley pasture. *Agronomy Journal* 44:573-578. 1952.
54. JACKSON, M. L. Análisis químico de suelos, una importante contribución al estudio de la química del suelo. Trad. por José Beltrán Martínez. Omega, 1964. 662 p.
55. JARDIN, W. R., MORALES, C. L. y PEIXOTO, A. M. Contribuição para o estudo da composição e digestibilidade do capim Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). *Anais da E.S.A. Luiz de Queiroz* 10: 277-284. 1952.
56. JONES, D. I. The mineral content of six grasses from *Hyparrhenia* dominant grassland in northern Rhodesia. *Rhodesia Journal of Agricultural Research* 1(1):35-38. 1963.
57. KAMPRATH, E. J. Soil acidity and response to liming. North Caroline State University. Technical Bulletin no. 4. 1967. 14 p.
58. _____. Azufre. In Bartholomew, W. V. et al. Un resumen de la investigación edafológica en la América Latina Tropical. Soil Science Department North Carolina State University. Technical Bulletin 219. 1973. pp. 195-197.

59. KENNETH, B. y McDONALD, H. A. Absorption of mineral elements by forage plants. III. The relation of stage of growth to the micronutrient element, content of timothy and some legumes. *Agronomy Journal* 43(12):589-593. 1951.
60. KHAN, D. H. y ALI, M. I. Mineral balance in grass as influenced by fertility conditions in soil. *Journal Science Fd. Agr.* 20(11):671-672. 1969.
61. LIN, C. y COLEMAN, N. T. The measurement of exchangeable aluminium in soil and clays. *Soil Science Society of American Proceedings* 24:444-446. 1960.
62. LONG, M. I. et al. Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park, Uganda. IV. Mineral content. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 40(3):201-209. 1969.
63. _____. et al. The mineral status of dairy farms in the parts of Buganda and Busoga Bourdering Lake. Victoria, Uganda. II. Nitrogen and mineral content of pasture. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 47(1):32-50. 1970.
64. LOTERO, J. C. y MONSALVE, S. A. Efecto de fuentes y dosis de aplicaciones de nitrógeno en las propiedades químicas de un suelo. *Revista ICA (Colombia)* 5(3):199-220. 1970.
65. MAROTO, A. S. Los forrajes de Costa Rica. San José, Editorial Universitaria. 1955. 606 p.
66. McCALEB, J. M. et al. Responses of Pangola to different rations and amounts of nitrogen on phosphorus and potassium. *Soil Science Society Fla.* 25:69-75. 1965.
67. MICHELIN, A. Influencia del fósforo, potasio y cal en la producción de pasto. *Agronomía Tropical (Colombia)* 26(3):119-135. 1950.
68. MOLISCH, H. The longevity of plants. New York. 1938. 226 p.
69. MURNEEK, A. E. Growth and development as influenced by fruiting and seed formation. *Plant Physiology* 7:70-90. 1932.
70. NOLAND, P. R., BROCE, E. y VERGARA, I. Uso de fertilizantes en potreros de zacate Faragua en Panamá. *Turrialba* 9(1):29-35. 1950.
71. OELBERG, K. Factors affecting the nutritive value of range plants. *Journal Range Management* 9:220-223. 1956.

72. OLSEN, S. R. et al. Phosphorus. In Black, C. A. et al. eds. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of America. 1965.
73. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, 1968. 60 p.
74. ORTEGA, M. C. y ESPINOSA, E. Producción de carne de los pastos Pangola y Faragua bajo diferentes condiciones de fertilización. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental de Gualaca. 1976. (mimeografiado).
75. OZANNE, P. G. The effect of light on zinc deficiencies in subterranean clover (*Trifolium subterraneum*). Australian Journal Biological Sciences 8(3):344-350. 1955.
76. PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In Black, C. A., et al., eds. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 913-926.
77. PETERSON, R. C., LUCAS, H. L. y MOTT, G. O. Relationship between rate of stocking and per animal and per acre performance on pasture. Agr. Journal. 1965. pp. 27-30.
78. PIERRE, W. H. Nitrogenous fertilizers and soil acidity. Agronomy Journal 20:254-279. 1928.
79. POULTNEY, R. G. Mejora de pastos y cultivos forrajeros, fertilidad de los suelos y nutrición de las plantas prateras. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. FAO. Informe Técnico no. 3. 1973. 72 p.
80. QUINN, L. R. et al. Beef production of six tropical grasses. IBEC Research Institute. Bulletin 28:5-31. 1963.
81. RAMIREZ, A. Efecto del ciclo de uso, la presión de pastoreo y la fertilización nitrogenada en la producción de praderas de pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) (K. Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 118 p.
82. _____ et al. El pastoreo continuo en pasto puntero. Revista ICA (Colombia) 24(10):657-663.
83. RIEWE, M. E. Use of the relationship of stocking rate to gain of cattle in an experimental designs for grazing trials. Agronomy Journal 53:309-313. 1961.

84. RIOS A., S. Efecto de la suplementación de fósforo en la reproducción y crecimiento del ganado Brahman en Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 52 p.
85. RODRIGO, J. M. Puntero. Un pasto para los suelos poco fértiles del trópico. *Revista Esso Agrícola* 2(4):3-8. 1964.
86. ROGLER, G. A.A. Twenty-five year continuous and rotational grazing in the Northern plains. *Journal Range Management* 4(1):35-41. 1951.
87. RUIZ, N. I. y CABALLERO, D. H. Comparación del rendimiento de una pradera de trébol ladino y ballica inglesa, utilizando sistemas de pastoreo rotativo y continuo. *Alpa Memoria*, 2, 1967. pp. 91-106.
88. SAIZ DEL RIO, J. F. y BORNEMISZA, E. Análisis químicos de suelos; métodos de laboratorio para diagnósticos de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 107 p.
89. SAMUELS, G. y GONZALEZ, F. The influence of ammonium sulfat fertilization on the pH of sugarcane. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 46(4):297-301. 1962.
90. SCOTT, S. G. Phosphorus deficiency in forage feeds of range cattle. *Journal of Agricultural Research* 38:113-130. 1929.
91. SCHOFIELD, J. S. Mineral content and yield of grasses in the wet tropics as influenced by seasonal productivity, frequency of cutting and species. *Queensland Journal Agriculture Science* 3:44-79. 1946.
92. SEM, K. M. y MAVEY, G. L. The chemical compositions of some indigenous of grasses of coastal savanna of Ghana at different stages of growth. *In Proceedings of the 9th International Grassland Congress.* 1965. pp. 763-771.
93. SOTOLA, J. The chemical composition and apparent digestibility of nutrients in smooth bromagrass harvested in three stages of maturity. *Journal of Agricultural Research* 63(7):303-312. 1941.
94. TERGAS, L. G., BLUE, W. G. y MOORE, J. G. Nutritive value of fertilized Jaragua grasses (*Hyparrhenia rufa* nees, stapf) in the wet-dry pacific region of Costa Rica. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 48(1):1-8. 1971.

95. TISDALE, L. S. y NELSON, W. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. del inglés por Jorge Balash y Carmen Pina. Barcelona, Monterrey y Simón, 1970. 760 p.
96. TROGDON, W. y VOLK, G. The effect of nitrogenous fertilizers applied to soil on the formation of nitrates, the availability of phosphates and soil reaction. Soil Science Society of American Proceedings 14(1):216-220. 1949.
97. VAN DERVEED, J. P. Preliminary results of a grazing trial in the syrian steape. Journal of Agricultural Science 15: 198-206. 1967.
98. VAN SOEST, P. J. y WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. Journal Assoc. Off. Agr. Chem. 55:780-785. 1969.
99. VICENTE-CHANDLER, J. Effects of nitrogen fertilizers and frequency of cutting on the yield and composition of Pangola grass in Puerto Rico. The Journal of Agronomy of the University of Puerto Rico 45(1):37-45. 1961.
100. _____, SILVA, S. y FIGARELLA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Guinea grass in Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 43(4):228-239. 1959.
101. WAKEFIELD, R. C. et al. Yield and chemical composition of ladino clover as affected by fertilizer treatments. Agronomy Journal 49:374. 1957.
102. WHEELER, J. L. Experimentation in grazing management. Herbage Abstract 32:1-7. 1962.
103. WHYTE, R. O., MOIR, T. R. y COOPER, J. P. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios no. 42. 1959. 646 p.
104. WOLKEN, H. y CASTILLO, J. C. Influencia de distintos niveles de nitrógeno en el rendimiento de Pangola. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 2(2):227-232. 1968.

9. A P E N D I C E

Cuadro 1. Análisis de variancia para producción de materia seca en pasto Faragua (kg/ha).

Fuentes de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	1.376.475,16
Período de descanso	3	558.672.385,16**
Fertilizantes	1	15.818.890,02**
P x F	3	529.406,02
Error combinado	53	3.880.019,48
Error de repetición	21	2.505.521,72
Error de parcela duplicada	32	4.782.033,64**
Error Muestral	64	1.993.067,26

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 2. Análisis de variancia para porcentajes de fibra cruda.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	10,33**
Período de descanso	3	50,69**
Fertilizantes	1	102,02**
P x F	3	5,69
Error combinado	53	2,29
Error de repetición	21	2,41**
Error de parcela duplicada	32	2,21

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 3. Análisis de variancia para porcentajes de proteína cruda.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,01**
Período de descanso	3	4,04**
Fertilizantes	1	64,85**
P x F	3	0,14
Error combinado	53	0,48
Error de repetición	21	0,55
Error de parcela duplicado	32	0,44

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 4. Análisis de variancia para porcentajes de fósforo en el forraje.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,002
Período de descanso	3	0,0012**
Fertilizantes	1	0,0134**
P x F	3	0,0001
Error combinado	53	0,0002
Error de repetición	21	0,0002
Error de parcela duplicado	32	0,0002

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 5. Análisis de variancia para porcentajes de potasio.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,020
Período de descanso	3	0,018
Fertilizantes	1	0,286**
P x F	3	0,021
Error combinado	53	0,009
Error de repetición	21	0,014
Error de parcela duplicado	31	0,006

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 6. Análisis de variancia para porcentajes de magnesio.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,0018*
Período de descanso	3	0,0025**
Fertilizantes	1	0,0202**
P x F	3	0,0012
Error combinado	53	0,0005
Error de repetición	21	0,0004
Error de parcela duplicado	32	0,0005

* Significativo ($P < 0,05$)

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 7. Análisis de variancia para porcentajes de azufre.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,019*
Período de descanso	3	0,012
Fertilizantes	1	0,057**
P x F	3	0,003
Error combinado	53	0,005
Error de repetición	21	0,003
Error de parcela duplicado	32	0,006

* Significativo ($P < 0,05$)

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 8. Análisis de variancia para porcentajes de calcio.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,006**
Período de descanso	3	0,013**
Fertilizantes	1	0,003
P x F	3	0,001
Error combinado	53	0,001
Error de repetición	21	0,001
Error de parcela duplicada	32	0,001

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 9. Análisis de variancia para contenidos de cobre (ppm).

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	0,83
Período de descanso	3	19,06**
Fertilizantes	1	2,27
P x F	3	0,61
Error combinado	53	1,41
Error de repetición	21	1,68
Error de parcela duplicada	32	1,22

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 10. Análisis de variancia para contenido de hierro (ppm).

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	472,28
Período de descanso	3	853,75*
Fertilizantes	1	1.310,99**
P x F	3	55,65
Error combinado	53	264,07
Error de repetición	21	284,56
Error de parcela duplicada	32	250,64

* Significativo ($P < 0,05$)

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 11. Análisis de variancia para contenidos de manganeso (ppm).

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Repetición	3	201,83
Período de descanso	3	3.354,56*
Fertilizantes	1	1.024,58
P x F	3	450,83
Error combinado	53	1,103,82
Error de repetición	21	1.141,50
Error de parcela duplicada	32	1.079,97

* Significativo ($P < 0,05$)

Cuadro 12. Análisis de variancia para ganancia diaria de los novillos "testigo".

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Fertilizantes (F)	1	134.681,00**
Días de descanso (D)	3	3.186,67
F x D (error)	3	3.052,33

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 13. Análisis de variancia para la carga ajustada a 300 kg de peso metabólico.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Fertilizantes (F)	1	1.288,00**
Días de descanso (D)	3	0,003
F x D (error)	3	0,001

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 14. Análisis de variancia para la producción por hectárea en base a novillos "testigo" y carga sin ajustar.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Fertilizantes (F)	1	34.040,92**
Días de descanso (D)	3	469,61
F x D (error)	3	467,86

** Significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 15. Análisis de variancia para la producción por hectárea en base a novillos "testigo" y carga ajustada.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
Fertilizantes (F)	1	41.074,27**
Días de descanso (D)	3	733,57
F x D (error)	3	676,32

** Significativo ($P < 0,01$)