

FRECUENCIA DE PASTOREO Y FERTILIZACION NITROGENADA EN LA
PRODUCCION DE SEIS GRAMINEAS TROPICALES

Tesis de Grado Magister Scientiae

Fernando Carrillo Guerrero



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Octubre, 1974

FRECUENCIA DE PASTOREO Y FERTILIZACION NITROGENADA
EN LA PRODUCCION DE SEIS GRAMINEAS TROPICALES

Tesis

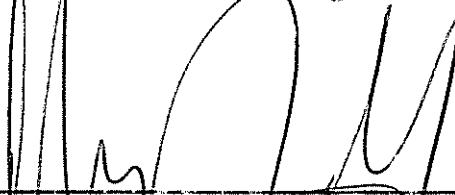
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

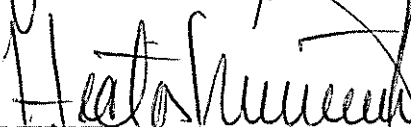
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



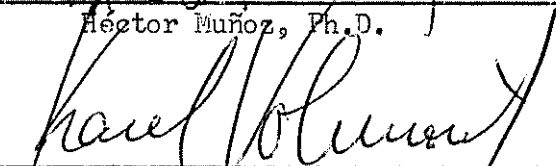
Gustavo Cubillos, Ph.D.

Consejero




Héctor Muñoz, Ph.D.

Comité



Karel Vohnout, Ph.D.

Comité



Rufo Bazán, Ph.D.

Comité

Octubre, 1974

DEDICATORIA

A mi esposa Margarita y a mis hijos Margarita, Alejandra
y Rafael con todo mi cariño

A la memoria de mi madre Aurora

A mi padre y a mis hermanos

A mis Profesores y amigos

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento:

Al Programa Nacional de Formación de Profesores, de la Asociación Nacional de Universidades e Instituto de Enseñanza Superior de México, por haber otorgado la beca para mis estudios.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA por haberme permitido realizar mis estudios de postgrado. También a la Zona Norte de dicho Instituto por financiarme la impresión de esta tesis.

Al Dr. Gustavo Cubillos, Consejero Principal, por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por sus enseñanzas impartidas durante mis estudios.

Al Dr. Héctor Muñoz C., Jefe del Departamento de Ganadería Tropical, miembro de mi Comité, por los consejos y valiosa ayuda prestada durante mis estudios y de mi tesis.

Al Dr. Karel Vohnout, miembro de mi Comité, por su orientación y revisión del texto.

Al Dr. Rufo Bazán, miembro de mi Comité por sus sugerencias y la revisión del texto.

Al personal de los laboratorios del Departamento de Ganadería Tropical y al de la División de Estadística y Computación del IICA.

Finalmente quiero hacer patente mi agradecimiento más sincero para mi querida esposa Margarita Ruiz, en quien siempre encontré una eficaz y constante colaboradora durante la realización de mis estudios y de mi tesis, y en la mecanografía de ésta.

BIOGRAFIA

El autor nació en Uruapan, Michoacán, México, el 10 de octubre de 1940. Realizó sus estudios primarios en la Escuela "Lic. Eduardo Ruiz"; los secundarios en la Escuela Nocturna "Benito Juárez"; los de bachillerato y profesionales en la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" de la Universidad Michoacana, en Uruapan, en donde se graduó como Ingeniero Agrónomo especializado en Zootecnia en 1966.

Durante 1967 trabajó como extensionista en Guanos y Fertilizantes de México. De 1968 a 1971 estuvo en la Secretaría de Agricultura de su país, donde realizó trabajos de investigación para determinar los coeficientes de Agostadero.

En septiembre de 1972 ingresó como estudiante graduado al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en la disciplina de Zootecnia, egresando en octubre de 1974.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades sobre los pastos en estudio	4
2.1.1. Pasto bermuda coast-cross 1 (<u>Cynodon dactylon</u> (L) Pers)	4
2.1.2. Pasto congo (<u>Brachiaria ruziziensis</u> Germain et Everard)	5
2.1.3. Pasto estrella (<u>Cynodon plectostachyus</u> (K Schum) Pilger)	7
2.1.4. Pasto guinea (<u>Panicum maximum</u> Jacq) cultivar 'embu'	7
2.1.5. Pasto limpo (<u>Hemarthria altissima</u> Stapf et Hubbard)	8
2.1.6. Pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> Stent)	9
2.2. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el rendimiento de los pastos	12
2.3. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre la proteína cruda de los pastos	12
2.4. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre la di- gestibilidad de los pastos	13
2.5. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el consumo del pasto	14
2.6. Efecto de los fertilizantes nitrogenados sobre la composición botánica de las praderas	15
2.7. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el suelo	16
2.8. Efecto del pastoreo sobre la producción de las praderas	17
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Localización del estudio	19
3.2. Diseño del experimento	22
3.2.1. Frecuencia de pastoreo	22
3.2.2. Dosis de nitrógeno	22
3.2.3. Especies de pastos	22
3.3. Manejo del experimento	23
3.3.1. En el campo	23
3.3.2. En el laboratorio	24

	<u>Página</u>
3.4. Composición botánica	25
3.5. Parámetros estimados	25
4. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1. Efecto de la frecuencia de pastoreo	28
4.1.1. Producción total de materia seca	28
4.1.2. Contenido de materia seca	30
4.1.3. Tasa de crecimiento	31
4.1.4. Digestibilidad <u>in-vitro</u> de la materia seca	32
4.1.5. Producción de materia seca digestible total ...	33
4.1.6. Contenido de proteína cruda en los pastos	34
4.1.7. Producción total de proteína	35
4.2. Efecto de la fertilización nitrogenada	35
4.2.1. Tasa de crecimiento	35
4.2.2. Contenido de materia seca	38
4.2.3. Producción de materia seca	39
4.2.4. Digestibilidad <u>in-vitro</u> de la materia seca	39
4.2.5. Materia seca digestible total	43
4.2.6. Contenido de proteína cruda	43
4.2.7. Producción de proteína cruda total	46
4.3. Especies de gramíneas	49
4.3.1. Producción de forraje	49
4.3.2. Contenido de materia seca	51
4.3.3. Tasa de crecimiento diario	54
4.3.4. Digestibilidad <u>in-vitro</u> de la materia seca	54
4.3.5. Materia seca digestible total	58
4.3.6. Contenido de proteína cruda de los pastos	58
4.3.7. Producción de proteína	61
4.4. Composición botánica	62
4.5. Análisis de suelo	66
4.5.1. Reacción (pH)	66
4.5.2. Nitrógeno total	68
4.5.3. Materia orgánica	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
6. RESUMEN	70
6a. SUMMARY	73
7. LITERATURA CITADA	75
APENDICE	81

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		<u>Página</u>
C 1	Análisis de suelo previo al experimento	21
2	Efecto de la frecuencia de pastoreo en la producción de materia seca, contenido de materia seca y tasa de crecimiento del forraje	28
3	Efecto de la frecuencia de pastoreo en la digestibilidad <u>in-vitro</u> , MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda en el forraje	32
4	Efecto de la dosis de nitrógeno aplicado en la producción de materia seca, contenido de materia seca y tasa de crecimiento del forraje ...	36
5	Efecto de la dosis de nitrógeno aplicado en la digestibilidad <u>in-vitro</u> , MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda del forraje	40
6	Efecto conjunto de la frecuencia de pastoreo y la fertilización nitrogenada sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca	42
7	Efecto conjunto de las frecuencias de pastoreo y la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda	46
8	Eficiencia de utilización de nitrógeno en la producción de proteína (kg de proteína cruda/ kg de N aplicado)	48
9	Producción de MS, contenido de MS y tasa de crecimiento de las especies de pastos	49
10	Digestibilidad <u>in-vitro</u> , MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda de las especies de pastos	55
11	Efecto conjunto de las especies y la frecuencia de pastoreo sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca	56
12	Efecto conjunto de las especies y la frecuencia de pastoreo sobre el contenido de proteína cruda	59

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
13	Efecto conjunto de las especies y la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda	59
14	Cambios en la composición botánica de las praderas	63
15	Porcentaje de disminución del área de pasto por efecto de la frecuencia de pastoreo	65
16	Porcentaje de disminución del área de pasto por efecto de la fertilización nitrogenada ...	65
17	Análisis de suelo después del experimento	66
18	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la reacción (pH) del suelo	67

Apéndice

Cuadro N ^o		
1	Características físicas del perfil Serie Instituto Fase Pedregoso (tomado de Aguirre (1)).	82
2	Características químicas del perfil Serie Instituto Fase Pedregoso. (Tomado de Aguirre (1))	82
3	Análisis de variancia para producción de materia seca en kilos por hectárea	83
4	Análisis de variancia para contenido de la materia seca del forraje	83
5	Análisis de variancia para tasa de crecimiento diario de materia seca en kilos por hectárea .	84
6	Análisis de variancia para porcentaje de digestibilidad de la materia seca	84
7	Análisis de variancia para materia seca digestible total en kilos por hectárea	85
8	Análisis de variancia para porcentaje de proteína cruda de la materia seca	85

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
9	Análisis de variancia para producción de proteína en kilos por hectárea	86
10	Análisis de variancia para reacción (pH) del suelo	86
11	Análisis de variancia para composición botánica	87

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		<u>Página</u>
1	Datos climatológicos durante el período experimental	20
2	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la tasa de crecimiento	37
3	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad <u>in-vitro</u> de la materia seca	41
4	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca digestible total ...	44
5	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda	45
6	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de proteína total	47
7	Porcentaje de materia seca por efecto de la fertilización nitrogenada	53
8	Efecto de triple interacción entre frecuencias de pastoreo, dosis de nitrógeno y especies de pasto sobre el porcentaje de digestibilidad <u>in-vitro</u>	57
9	Efecto de triple interacción entre frecuencias de pastoreo, dosis de nitrógeno y especies de pasto sobre el porcentaje de proteína cruda ..	60

Apéndice

Figura Nº		
1	Aspectos generales sobre la localización y establecimiento del experimento	88
2	Características del pastoreo por la mañana de una parcela con frecuencia de pastoreo cada 28 días	89
3	Características del pastoreo por la tarde de una parcela con frecuencia de pastoreo cada 28 días	90
4	Respuesta del pasto congo al efecto del pastoreo cada 28 días	91

1. INTRODUCCION

La producción bovina en el trópico húmedo se basa principalmente en el aprovechamiento de los pastizales, puesto que el pasto es el alimento más abundante y barato y que el animal lo consume directamente. Por lo tanto tiene un gran significado conocer el valor nutritivo de los forrajes y los factores que los afectan.

Actualmente existe un gran número de pastos mejorados y adaptados a las condiciones tropicales, de los cuales se conocen sus principales características agronómicas, ya que en muchas de las investigaciones sobre producción forrajera el criterio más general de selección se basa en su producción. Sin embargo, en la práctica se ha observado que dos forrajes pueden tener un contenido similar de proteína, no obstante el animal no tiene el mismo rendimiento cuando los consume independientemente cada uno de ellos. Esto es debido a que los dos pastos pueden tener diferencias muy grandes en su digestibilidad.

La producción y la calidad de las praderas varía con la frecuencia y la intensidad del pastoreo. Con pastoreos frecuentes pero moderados, la producción se aumenta debido a que las plantas tienen mayor contenido de carbohidratos de reserva; además presentan un índice de área foliar más eficiente en la utilización de la energía solar. Un pastoreo intenso precoz seguido por un período de descanso, tiende a suprimir las especies de crecimiento temprano y favorecer las de crecimiento tardío; retardando el pastoreo sucede lo contrario, en estas condiciones existen cambios en la calidad del forraje ofrecido.

En el aprovechamiento de las praderas, las especies presentes constituyen una buena indicación de la calidad de tales potreros. La composición botánica de una pradera, además de las especies existentes

inicialmente, está determinada fuertemente por el manejo. Entonces si se produce un cambio en la composición botánica por influencia del animal y del manejo de las praderas la productividad en general se verá afectada.

El uso de los fertilizantes nitrogenados puede ser necesario para mantener un alto nivel de producción forrajera. Los pastos responden satisfactoriamente a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, aumentando su rendimiento hasta cierto límite con la dosis de nitrógeno aplicado; también el contenido de nitrógeno total del pasto se incrementa, siendo mayor cuando el intervalo entre cortes es relativamente estrecho.

Las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados combinados con la introducción de mejores especies de pastos, permiten extender el período de pastoreo y aumentar la capacidad de la carga animal y de la producción en general.

Entre las especies de pastos mejor adaptadas a las condiciones del trópico, se encuentran el pasto bermuda cruzado 1, el cual se caracteriza por su valor de consumo y de energía digestible, y porque en condiciones de corte muestra ser superior a otros pastos y con mayores ganancias de peso en los animales que lo consumen; el estrella se conoce por su resistencia a la sequía y al pastoreo, y porque su valor nutritivo se conserva por largos períodos; el guinea cultivar "Embu" por su agresividad y valor de consumo; el congo también por su valor nutritivo y buena aceptación por el ganado; el pangola porque responde bien a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y

valor nutritivo; y el pasto limpo porque prospera en suelos pobres y lugares inundados.

Con base en las consideraciones anteriores, el presente estudio tiene como objetivos:

1. Evaluar el efecto de la frecuencia de pastoreo y la dosis de nitrógeno en el rendimiento, digestibilidad in-vitro de la materia seca y contenido de proteína cruda de especies forrajeras promisorias para el trópico.
2. Determinar los cambios en la composición botánica de las praderas por efecto del pastoreo y la fertilización.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades sobre los pastos en estudio

2.1.1. Pasto bermuda coast-cross 1 (Cynodon dactylon (L) Pers)

El pasto bermuda coast-cross 1 es un híbrido formado entre coastal bermuda y kenya 56 No. 14, obtenido en la Estación Experimental de Georgia en 1967, como resultado de las investigaciones tendientes a mejorar el pasto coastal bermuda (44). Los trabajos de mejoramiento se habían iniciado porque el pasto coastal bermuda era de gran eficiencia en el uso del fertilizante, especialmente el nitrógeno, y de resistencia al pastoreo y gran producción de materia seca. Sin embargo, no era satisfactorio para alimentar vacas lecheras con alta producción o en la ganancia rápida de peso en novillos de carne. En dichas investigaciones, realizadas por Lowrey et al. (44) trabajando con un gran número de genotipos de pasto bermuda en pruebas de digestibilidad in vivo de la materia seca, el pasto coast-cross 1 promedió un 12 por ciento más alto de digestibilidad que el bermuda coastal, y esta diferencia entre ambos pastos, se mantuvo cuando fueron cortados a intervalos de 2, 3 y 4 semanas.

En general, de todos los genotipos comparados el coastal x kenya 56 No. 14 tendió a ser el más alto en proteína cruda y más bajo en fibra cruda, celulosa, lignina, fibra ácido detergente, lignina ácido detergente y constituyentes de la pared celular, que cualquiera de los demás; razón por la que al nuevo híbrido se le dio el nombre de cruza uno, por la superioridad de sus características agronómicas, alimenti-

cias y de digestibilidad sobre el resto (44). La mayor calidad del pasto coast-cross 1 se reflejó tanto en su alto valor de consumo como en su alto valor de energía digestible.

Lowrey et al (44) comparando el pasto coast-cross 1 con el coastal bermuda, encontraron valores más altos en el primero para los coeficientes de digestión de materia seca, proteína, fibra cruda, extracto no nitrogenado y extracto etéreo. Para la composición química de los mismos dos pastos, con excepción de la celulosa, lignina y fibra cruda, el contenido de los demás elementos es más alto en el pasto coast-cross 1. Estos autores mencionan que las diferencias entre ambos pastos, para los coeficientes de digestión y composición química, son estadísticamente significativas al nivel del 5 por ciento.

Utley et al. (64) compararon el pasto bermuda coast-cross 1 con bermuda de la costa y pasto bahía cultivar pensacola, durante cuatro años (1968-1971) con períodos de pastoreo en primavera y verano. Encontraron que el pasto coast-cross 1 fue estadísticamente superior a los otros dos pastos, en las ganancias diarias de peso, cuando fueron pastoreados por novillos de un año de edad. Esto sería un reflejo de la mayor calidad del forraje producido por el pasto bermuda coast-cross 1.

Actualmente en el trópico húmedo se han realizado escasas pruebas para evaluar este pasto, esto se debe a la falta de estudios sobre su adaptación, respuesta a prácticas de manejo y al conocimiento de los mejores métodos de propagación (58).

2.1.2. Pasto congo (Brachiaria ruziziensis Germain et Everard)

Esta especie es originaria de Africa Oriental. Según Havard (36)

en Madagascar ha dado excelentes resultados en cuanto a producción.

Los datos de Olsen (53), en pasto congo para la producción promedio anual de materia seca, reportan un incremento de 6,1 ton/ha del tratamiento sin nitrógeno, hasta 26,5 ton/ha con dosis de 896 kg de N/ha, y luego disminuyó a 25,9 y 23,5 ton/ha con dosis de 1568 y 2240 respectivamente. En cambio el contenido de proteína cruda se aumentó en forma lineal desde 6,7 en el testigo, hasta 16,8 con la dosis de 2240 kg de N/ha.

Deinum y Dirven (23) encontraron que la intensidad de la luz, la edad de la planta y la temperatura afectaron significativamente la producción y composición química de congo. Estos autores, con respecto a la edad, encontraron que la mayor producción de materia seca se obtuvo en períodos de crecimiento avanzado, esto como consecuencia del incremento en el número de retoños y al gran aumento de peso en los retoños viejos. La edad no tuvo efecto sobre el por ciento de fibra cruda en las hojas, en cambio en los tallos sí es mayor con la edad.

La más alta intensidad de la luz causó mayor producción de materia seca, sin embargo no afectó el peso promedio de los retoños ni el por ciento de hojas. La intensidad de la luz mostró un efecto negativo sobre el por ciento de fibra cruda de las hojas y de los tallos.

Con respecto a la temperatura, estos mismos autores mencionan que las altas temperaturas también incrementaron la producción de materia seca. Observándose un efecto positivo de la temperatura sobre el por ciento de fibra cruda tanto de las hojas como de los tallos, lo que origina forraje de pobre calidad en los climas cálidos.

Los resultados anteriores, sobre el pasto congo, indican que la intensidad de la luz y la temperatura afectan parcialmente el valor nutritivo de este pasto por sus efectos sobre su estructura morfológica y parcialmente por efectos directos sobre la composición de sus fracciones morfológicas.

2.1.3. Pasto estrella (Cynodon plectostachyus (K Schum) Pilger)

El pasto estrella es originario del este de Africa. Las semillas son de baja fertilidad y se propaga vegetativamente; su crecimiento es rápido y pronto cubre el área donde se siembra, siendo su agresividad muy conocida.

La mayor ventaja de este pasto es bajo condiciones de pastoreo. Los análisis químicos efectuados en el trópico Americano dan una idea clara de su valor nutritivo; principalmente porque dicho valor nutritivo se conserva alto a períodos muy avanzados de su crecimiento. Lo anterior queda demostrado según los datos en base seca recopilados por McDowell et al. (45) en sus tablas de composición de los alimentos; los resultados indican que a períodos muy avanzados de edad el contenido de fibra disminuye y el de proteína cruda se conserva alto; lo cual aunado a sus características de tolerancia al calor y a la sequía, y de que prospera bien en suelos de baja fertilidad y condiciones de bajo pH (61) hacen de él un excelente forraje.

2.1.4. Pasto guinea (Panicum maximum Jacq) cultivar 'embu'

Este pasto se diferencia del guinea común por su hábito de crecimiento rastrero ó estolonífero; es sumamente agresivo por su forma de

propagarse y porque produce semillas fértiles. En lo demás presenta características idénticas al guinea común, siendo muy apetecido por el ganado.

Por ser de reciente introducción poco se sabe de sus características tanto agronómicas como de su valor nutritivo, sin embargo, como se mencionó anteriormente es bien apetecido por el ganado, lo que es ya una buena cualidad que le permite colocarse entre los buenos forrajes. Solamente Gutiérrez (34) menciona que en el trópico húmedo en la época de menor precipitación la producción de materia seca es afectada por la frecuencia de corte, incrementándose a medida que se hace más largo el intervalo entre ellos. Este autor no encontró diferencias estadísticamente significativas por efecto de la fertilización nitrogenada en dosis de 0, 250 y 500 kg/ha por año; ni tampoco por efecto de la altura de corte a 4, 12 y 20 cm sobre el nivel del suelo.

En cuanto a su valor nutritivo, únicamente se determinó el contenido de proteína y que dicho contenido varía en forma directa al nivel de fertilización nitrogenada y en forma inversa al largo del intervalo de corte (34).

2.1.5. Pasto limpo (Hemarthria altissima Stapf et Hubbard)

Este pasto de acuerdo con Hubbard (citado por Eggeling (27), en Rhodesia es de los más promisorios para el pastoreo en terrenos negros inundables, dando resultados muy satisfactorios; lo mismo para producir en terrenos secos. Su hábito de crecimiento es rastrero ó estolonífero siendo su propagación principalmente en forma vegetativa.

Según este autor, en forma natural, se encuentra sumergido en lugares inundados y durante la estación seca produce forraje de alto valor para el ganado, porque se mantiene verde cuando el resto de la vegetación ya se ha marchitado.

Sobre esta especie se han realizado pocos estudios, y en el trópico húmedo no se conoce su comportamiento, ni en cuanto a sus características agronómicas ni mucho menos una evaluación bajo condiciones de pastoreo.

McDowell (45) en el análisis químico de este pasto, en base seca, reporta valores de 8,6 por ciento de proteína cruda y 30,9 por ciento de fibra cruda; sin especificar la edad correspondiente a dichos valores. En cambio De Alba (3) publica para el estado de crecimiento vegetativo del mismo pasto, también en base seca, valores en por ciento de 6,6 y 26,8 de proteína cruda y fibra cruda respectivamente.

2.1.6. Pasto pangola (Digitaria decumbens Stent)

El zacate pangola es originario de Africa del sur, es una graminéa perenne, de hábito rastrero, que alcanza alturas de 60 a 120 cm. Produce numerosos tallos superficiales semirrastreros. Estos tallos producen raíces en los nudos. Los tallos productores de semilla producen muchas ramificaciones, pero pocas semillas viables (40).

La composición de esta especie es muy semejante a la de otros. Datos sobre pastoreo obtenidos en Florida por Glassock et al. (citados por Hughes (40) muestran que el pasto pangola es análogo en lo que respecta a la producción de carne por hectárea si se le compara con

pasto bermuda de la costa. En este trabajo, los pastos se hicieron consumir por el ganado, desde el 30 de marzo al 1^o de noviembre. No hubo diferencias significativas en el aumento diario de peso de los novillos, en estos pastos.

Es un zacate que responde muy bien a las aplicaciones de fertilizante nitrogenado. Varios estudios con diferentes dosis y frecuencia de aplicación de fertilizante nitrogenado, reportan una tendencia lineal en la producción de materia seca y en el contenido de proteína cruda con el incremento en la dosis aplicada (22, 38, 40, 42, 56, 64). Sin embargo Michielin y Crowder (49) encontraron que con cantidades de 150 kg o menores, el contenido de proteína cruda fue significativamente menor que el testigo.

Grisales y Uribe (32) encontraron que el por ciento de proteína cruda en pangola fue significativamente mayor cuando la aplicación de fertilizante nitrogenado se hizo al follaje en forma de aspersiones, en comparación con las aplicaciones al suelo. Pero el rendimiento de materia seca fue superior cuando la fertilización se hizo al suelo, la producción de proteína por unidad de superficie fue significativamente mayor con este tratamiento.

Al determinar la eficiencia del nitrógeno aplicado en términos del número de kg de materia seca y proteína producidos por cada kg de nitrógeno aplicado, y el por ciento de recuperación del nitrógeno en el forraje, las dosis bajas son más eficientes (42, 64). Por lo tanto para el pasto pangola dosis superiores no justifican los aumentos logrados en cantidad y calidad del forraje.

Rodríguez y French (62) al estudiar el efecto de diferentes niveles de fertilizante nitrogenado y su eficiencia de aplicación a diferentes intervalos de tiempo, sobre los pastos guinea común, pangola y estrella; los mayores rendimientos correspondieron al pasto guinea, pero este presentó poca uniformidad en los cortes subsiguientes después del primero. En cambio en los promedios de proteína cruda, diferencias significativas debidas a aplicaciones de nitrógeno solo ocurrieron en pangola y estrella, siendo más alto para el primero. El guinea no causó cambios significativos.

En relación al valor nutritivo del pasto pangola De Alba (3), en base al análisis de forraje fresco, a la edad de 60 días, con fertilizante y sin fertilizante, la única diferencia que reporta en su composición química es en el porcentaje de proteína, el cual por efecto del fertilizante se aumentó un 30 por ciento.

McDowell et al. (45) publica valores del análisis químico en base al 100 por ciento de materia seca para el pasto pangola en relación a su edad, en el cual los porcentajes de proteína cruda más altos se encuentran en estados de crecimiento temprano, disminuyendo gradualmente con la edad hasta cierto límite, después del cual aumenta un poco.

Otro estudio realizado por Garrido (30) en que se comparó praderas de pastos pangola y estrella, los que fueron cortados entre 10 y 45 días, con incrementos de 5 días, durante el final de la estación húmeda y a principios de la estación seca y durante esta. El pasto estrella tuvo la mayor producción de materia seca; la más alta producción en pasto pangola se presentó en la época seca y durante

ésta, en cambio para el estrella la mayor producción se registró durante la época húmeda. En el primer corte el pasto estrella tuvo más alto contenido de proteína bruta y más bajo contenido de fibra cruda que el pangola, en los cortes subsiguientes no hubo diferencias entre ellos.

2.2. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el rendimiento de los pastos

Los resultados de numerosos estudios llevados a cabo en diferentes países y en los que se ha trabajado con gramíneas bajo corte, indican que estas plantas responden en forma satisfactoria a la aplicación de fertilizantes, especialmente al nitrógeno. Sobre este aspecto Herrera, Lotero y Crowder (37) mencionan que el nitrógeno es reconocido como el nutrimento que limita más la producción de forraje en las gramíneas dentro de distintas zonas climáticas. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos por varios autores (10, 11, 32, 39, 49, 61) los cuales trabajaron con una o varias de las especies aquí estudiadas. Todos concuerdan en afirmar que el rendimiento del forraje aumenta en forma lineal con la dosis de nitrógeno aplicado, pudiéndose encontrar diferencias en la producción para un mismo pasto, debido a las características del suelo principalmente las diferencias en pH y fertilidad.

2.3. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre la proteína cruda de los pastos

Probablemente la principal función del nitrógeno en las plantas

es su contribución a la estructura de la molécula proteica (25), por lo tanto existe una relación directa entre el nitrógeno presente en las plantas y el porcentaje de proteína bruta (61).

La aplicación de fertilizantes nitrogenados a la pradera, producen un aumento en el porcentaje de proteína bruta del pasto. Dicho contenido de proteína bruta se incrementa en forma lineal al aumentar los niveles de nitrógeno aplicado, siendo mayor cuando el intervalo entre cortes es relativamente estrecho (11, 32).

Cowling y Lockyer (21) encontraron que el contenido de nitrógeno varió con las especies de gramíneas, lo mismo que el rendimiento total de nitrógeno.

2.4. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre la digestibilidad de los pastos

El efecto de los fertilizantes nitrogenados sobre la digestibilidad de los pastos ha sido estudiado en numerosos experimentos (60), la mayoría de ellos reportan un efecto insignificante en el uso de diferentes niveles de aplicación de fertilizante nitrogenado, fundamentalmente porque la producción por animal generalmente no se mejora. Minson, Raymond y Harris (50) no encontraron efectos sobre la digestibilidad de la materia orgánica en diferentes pastos con niveles de fertilizante nitrogenado que variaron de 0 a 200 kg por hectárea.

Los resultados anteriores coinciden con los de Blaser (9), sin embargo este autor al expresar sus resultados por unidad de superficie, reporta grandes incrementos en los productos animal por hectárea,

debido a que el consumo y la producción de forraje se aumenta con el uso de fertilizante nitrogenado.

En relación con el efecto del contenido total de nitrógeno de los pastos sobre su digestibilidad, Dent y Aldrich (24) encontraron una correlación positiva entre digestibilidad in-vitro de la materia seca y su contenido de proteína bruta, y entre la misma digestibilidad in-vitro y su contenido de carbohidratos. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Smith (citado por Raymond (60) quien aplicó 45 kilos de fertilizante nitrogenado por hectárea y el contenido de proteína bruta en el pasto se incrementó de 3,6 a 6,8 por ciento, y la digestibilidad in-vitro de la materia seca aumentó de 51,7 a 59,5 por ciento. Minson y Brown (citados por McIlroy (46)), han encontrado evidencias de que el contenido de carbohidratos solubles puede ser tan importante como el contenido de nitrógeno en la determinación de la digestibilidad de un pasto por rumiantes y el más alto valor nutritivo puede depender consecuentemente de un apropiado balance entre estos dos constituyentes.

2.5. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el consumo del pasto

El aprovechamiento por el ganado de los pastos con fertilizante nitrogenado y sin fertilizar, según los trabajos de varios autores (15, 38, 39, 45, 56) en diferentes especies y a diferentes niveles de fertilización, no existe un criterio bien definido con respecto al rango de preferencia en el consumo voluntario; ya que mientras algunos opinan que no existen diferencias de preferencia entre pastos fertilizados y sin fertilizar, otros dicen lo contrario. Pero la

conclusión más importante a la que se puede llegar con estos datos, es que se encuentra variación en los resultados dependiendo de la región, el tipo de ganado y la especie forrajera de que se trate.

En el caso de los forrajes de muy bajo contenido de proteína cruda, para las cuales la tasa de digestión dentro del rumen y el nivel de consumo, pueden estar limitados por la falta de sustratos nitrogenados para los microorganismos del rumen. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Minson (51) quien encontró que el consumo era un 54 por ciento más alto en pasto pangola fertilizado con 625 kg de urea por hectárea, con un contenido de 7,2 por ciento de proteína cruda, que aquel con 250 kg de urea por hectárea y con 3,7 por ciento de proteína cruda.

2.6. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la composición botánica de las praderas

De acuerdo con Liiv (41) los factores más importantes que influyen en la composición botánica en plantas con fertilización son: 1) la composición inicial del pasto, particularmente la proporción de las especies adaptadas a alta fertilidad; 2) el nivel de fertilización; y 3) la limitación de otras condiciones ambientales.

Según los resultados de Liiv (41) en condiciones de clima templado, con la aplicación de fertilizante a las praderas hubo una disminución en el número de especies; desapareciendo aquellas con pequeñas demandas por nutrimentos. En cambio los pastos como Dactylis glomerata, Phleum pratense y Poa pratensis, respondieron positivamente a las fuertes aplicaciones de fertilizante nitrogenado.

En los lugares húmedos y con alta fertilización nitrogenada los cambios en la composición botánica se realizaron fuerte y rápidamente; comparado esto con los lugares secos y dosis bajas de fertilizante nitrogenado (41).

2.7. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre el suelo

Trabajos efectuados en Colombia por Ramírez y Lotero (57) al estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada con urea en dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 kg de nitrógeno por hectárea, después de cada corte durante tres años, en suelo franco arenoso, encontraron que el porcentaje de nitrógeno total en el suelo no varió por efecto de la dosis de nitrógeno y las frecuencias de aplicación. Estos mismos autores reportan para el contenido de materia orgánica, que a excepción de la dosis de 50 kg de nitrógeno por hectárea después del corte las demás dosis ocasionaron una ligera disminución en el contenido de materia orgánica en el suelo original.

Lo anterior lo confirman Lotero y Monsalve (43) en otro trabajo también efectuado en Colombia, donde utilizaron tres fuentes de nitrógeno en dosis de 50, 100, 200 y 400 kg de nitrógeno/ha/corte durante 5 años; se encontraron diferencias altamente significativas entre dosis, pero no entre fuentes de nitrógeno para el contenido de materia orgánica del suelo y fue posible observar una disminución de la materia orgánica al aumentar el nitrógeno aplicado. En cambio el contenido de nitrógeno total del suelo permaneció constante para todos los tratamientos. No hubo aumento con relación al contenido original, ni tampoco hubo diferencias significativas entre dosis ni entre fuentes

de nitrógeno aplicado.

Finalmente, se sabe que la aplicación prolongada de fertilizante nitrogenado tiene tanta influencia sobre la disponibilidad y aprovechamiento de algunos nutrimentos del suelo, como en la reacción (pH) del mismo a causa de su efecto residual. El aumento o la disminución de estos factores dependen de la fuente de nitrógeno aplicado. Son acidificantes del suelo el sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea; en tanto que el nitrato de sodio eleva el pH (43).

En suelos de textura arcillosa Fox et al. citados por Ramírez y Lotero (57) encontraron una reducción de la permeabilidad, como resultado de la aplicación cada vez mayor de un fertilizante amoniacal; este efecto se atribuye al hecho de que el ion NH_4^+ reemplaza el calcio existente en el complejo de cambio, con la consiguiente dispersión de los coloides del suelo.

2.8. Efecto del pastoreo sobre la producción de las praderas

Según Gardner (29) el animal en pastoreo influye sobre la producción de los pastos en tres diferentes formas: 1) reincorporación de nutrimentos al suelo en forma de orina y heces; 2) efecto de selectividad en el pastoreo; y 3) compactación del suelo a causa del pisoteo.

Sobre la influencia de las excreciones, aun cuando no hay un común acuerdo de como aumentan los rendimientos del pasto, en cambio si es una idea general que el animal modifica la composición botánica; ocurriendo mayores cambios como se incrementa la carga animal (16).

El efecto de la selectividad en el pastoreo es mayor cuando la disponibilidad de forraje por animal es alta, entonces el animal puede seleccionar su dieta, con lo cual no solamente cambia la cantidad total de macollos, sino también el balance entre las variedades, alterándose la producción de la pradera (29).

El pisoteo de los animales aumenta la compactación del suelo, reduciendo su porosidad y aireación, también se reduce la infiltración del agua. Esto afecta la producción de la pradera a causa de la mayor pérdida de agua por escurrimiento y poca infiltración (29).

En relación a la frecuencia de pastoreo, Brougham (13) en una mezcla de Dactylis glomerata-trébol blanco, con diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo, encontró que la producción fue superior cuando la pradera se pastoreaba con mayor frecuencia, dejando el rastrojo a una altura de tres pulgadas, que cuando se pastoreaba más severamente, dejando el rastrojo a una pulgada de alto. Sin embargo, al hacer estos mismos pastoreos severos, pero dejando mayor tiempo de recuperación a la pradera, no hubo diferencias significativas en la producción comparándola con una pradera de pastoreo menos intenso y más frecuente. Resultados semejantes obtuvieron Agyare y Watkin (2) utilizando mezclas de leguminosas con Dactylis, Lolium y Festuca y Trébol blanco.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Ganadera del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (CTEI), localizado en la ciudad de Turrialba, en la Meseta Central de Costa Rica, entre los paralelos 9º 52' 20" y 9º 53' 20" de latitud norte, y entre los meridianos 83º 38' 40" y 83º 42' 00" de longitud oeste. El experimento se realizó a una altitud de 602 m s.n.m. (19). De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen (28) el área de estudio corresponde al clima de selva Af, dentro del subtipo Afahn. Este se caracteriza por ser clima tropical lluvioso con lluvias todo el año, sin época seca, ya que el mes menos lluvioso es superior a 60 mm, y donde las nieblas son frecuentes.

Los datos de la Estación Meteorológica del CTEI, para el período 1944-1970, muestran una temperatura promedio del mes más frío (enero) de 21°C y la del mes más cálido (junio) 23°C. La temperatura promedio anual es de 22°C. La precipitación para el mes menos lluvioso (marzo) es de 79 mm, para el más lluvioso (diciembre) 348 mm, siendo la precipitación total anual de 2.682,5 mm y la humedad relativa promedio anual de 87,7 por ciento. La evaporación total anual de 1.392,6 mm.

Las características de temperatura y precipitación durante el período experimental, se presentan en la Figura 1. La temperatura promedio mensual varió de 20,2 a 22,4, correspondientes a diciembre y noviembre respectivamente. La precipitación tuvo variaciones, en

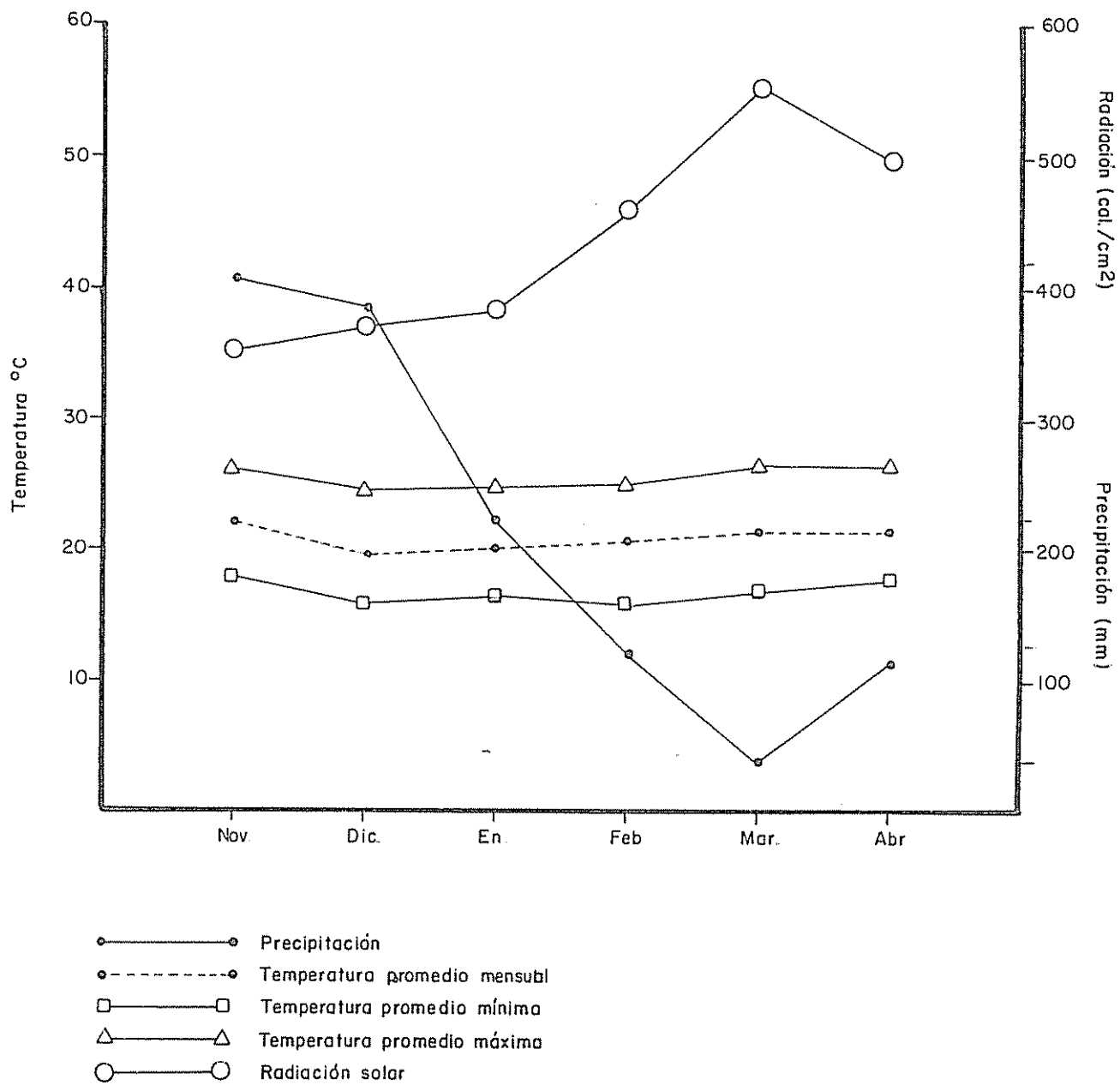


Fig 1 Datos climatológicos durante el período experimental

los meses de noviembre y diciembre llovió 408,0 y 385,3 mm respectivamente, durante, marzo y abril llovió 123,1, 40,2 y 114,4 mm de lluvia respectivamente. La precipitación total durante los seis meses, fue de 1.296,4 mm.

El suelo correspondiente al área experimental pertenece a la serie Instituto, fase Instituto pedregoso, clase III, descrito por Aguirre (1). Las propiedades físicas y químicas del perfil del suelo del área donde se realizó el presente estudio, se presentan en los Cuadros 1 y 2 del Apéndice. Los resultados del análisis del suelo anterior al experimento se presentan en el Cuadro 1. El horizonte Ap, con un grosor de 0-22 cm de profundidad, es de textura franco arcilloso, de reacción ácida con pH 5,45; un contenido de 6,19 por ciento de materia orgánica; el nitrógeno total es de 0,30 por ciento y la relación C/N de 12,0. El drenaje de este suelo es de moderado a imperfecto. La pedregosidad es abundante.

Cuadro 1. Análisis de suelo previo al experimento.

Frecuencia (días)	% M O	% N Total	pH
14	5,67	0,29	5,41
28	5,94	0,32	5,40
42	5,53	0,28	5,51
Promedios	5,71	0,29	5,44

3.2. Diseño del Experimento

El diseño experimental usado en el ensayo fue un factorial en parcelas sub-sub-divididas. El número de tratamientos fue $3 \times 4 \times 6 = 72$, con tres repeticiones.

3.2.1. Frecuencia de pastoreo

Las frecuencias de pastoreo bajo estudio fueron tres, correspondientes a 14, 28 y 42 días de descanso respectivamente.

En el diseño experimental las parcelas principales correspondieron a la frecuencia de pastoreo; las sub-parcelas a las dosis de nitrógeno; y las sub-sub-parcelas a las especies de pastos.

3.2.2. Dosis de Nitrógeno

Las dosis de nitrógeno que se emplearon fueron de 0, 250, 500 y 1000 kg de nitrógeno por hectárea por año. El fertilizante empleado fue el nitrato de amonio con 33,5 por ciento de nitrógeno.

3.2.3. Especies de pastos

Las especies estudiadas fueron: bermuda (Cynodon dactylon (L) Pers) coast cross 1, congo (Brachiaria ruziziensis Germain et Everard), estrella (Cynodon plectostachyus (K Schum) Pilger), guinea (Panicum maximum Jacq) cultivar 'Embu', limpo (Hemarthria altissima Stapf et Hubbard) y pangola (Digitaria decumbens Stent): dichas especies fueron establecidas en parcelas individuales de 30 m^2 (5 m x 6 m).

El área que se escogió para llevar a cabo el presente estudio,

se sembró con material vegetativo el jardín botánico del Departamento de Ganadería Tropical del CTEI, durante el período comprendido entre el 22 y 29 de julio de 1973, tres meses antes de empezar el experimento. En el momento de la siembra se hizo una aplicación de fertilizante fórmula completa 10-30-10 a razón de 300 kg/ha.

No todos los pastos lograron establecerse adecuadamente, razón por la que hubo que hacer una resiembra a partir del 27 de agosto hasta el 6 de setiembre de 1973. Con esta práctica se logró aumentar la cobertura en algunas parcelas, consiguiéndose cierta uniformidad en toda el área experimental.

Al empezar la prueba se hizo un análisis de la composición botánica y se cortó el pasto a una altura de 15 cm del suelo, en toda la superficie experimental.

3.3. Manejo del experimento

3.3.1. En el campo

Las muestras de suelo se tomaron antes de la siembra, en 5 lugares diferentes para cada una de las parcelas principales a una profundidad de 20 cm, obteniéndose 9 muestras representativas para el análisis químico correspondiente al inicio de la prueba. Al finalizar el período de observación 13 días después, se hizo ese mismo muestreo del suelo, pero para cada unidad experimental.

El área experimental se dividió con cercas elásticas de alambre liso, en nueve parcelas de 20 x 50 m correspondientes a las frecuencias de pastoreo y sus repeticiones, dentro de las cuales se halla-

ban las cuatro dosis y en cada una de estas las seis especies de pasto en estudio.

Antes de iniciar la toma de datos se hizo el control de malezas de hoja ancha, con aplicaciones de herbicida 2-4-D en las dosis recomendadas. Durante el período experimental, para evitar invasión de especies vecinas, se mantuvieron limpias las calles entre parcelas, con aplicaciones frecuentes de gramoxone.

El muestreo de plantas se hizo en cada unidad experimental un día antes de introducir los animales a pastorear, así como al finalizar dicho pastoreo. Se utilizó el material vegetal de una parcela efectiva de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$).

El manejo de ganado dentro de cada período de pastoreo se hizo dos veces al día, 6 horas por la mañana y 4 horas por la tarde.

3.3.2. En el laboratorio

El trabajo de laboratorio se dividió en dos partes: a) análisis de suelo y b) análisis de plantas.

a) Análisis de suelo:

Las determinaciones hechas al suelo antes y después de la fase experimental, y los métodos empleados son los siguientes:

Reacción del suelo (pH): según el método de Peech (54).

Materia orgánica: por el método de Walkley y Black (66).

Nitrógeno total e intercambiable: de acuerdo al método de Bremner (12).

b) Análisis de plantas:

El material vegetal en estudio, colectado en cada unidad

experimental se separaba manualmente de las malezas. Se hicieron los siguientes análisis:

Materia seca: según el método descrito por Bateman (8).

Nitrógeno total: se usó el método de Micro-Kjeldahl de Bremner (12).

Digestibilidad in-vitro de la materia seca: de acuerdo al método de dos fases de Tilley y Terry, modificado por Moore (63).

3.4. Composición botánica

Los cambios en la composición botánica se determinaron haciendo una estimación visual de la cobertura de cada unidad experimental, expresando los datos en por ciento de pasto en estudio, de malezas y de área desnuda. Esta estimación se hizo al inicio y al final del experimento.

3.5. Parámetros estimados

Para estudiar el efecto de los tratamientos se usaron como variables de respuesta la producción de materia seca en kg/ha y en porcentaje; producción total de proteína cruda; porcentaje de digestibilidad in-vitro, materia seca digestible total y diferencia en los cambios inicial y final en la reacción pH, materia orgánica y nitrógeno total del suelo.

Para detectar el efecto de los tratamientos sobre cada una de las variables de respuesta, se hizo el análisis en base a los promedios o totales de producción y porcentaje de proteína y digestibi

lidad in-vitro de la materia seca en el forraje. Además se introdujeron la tasa de incremento diario de la materia seca en kg/ha; producción de materia seca digestible total; producción de proteína cruda; eficiencia del fertilizante nitrogenado sobre la producción de proteína.

Para el análisis de tendencia y estimación de máxima respuesta, el modelo matemático se ajustó a la siguiente ecuación:

$$Y_{ijkl} = U + R_i + F_j + E_{ij} + N_k + (FN)_{ik} + E_{ijk} + G_l + (FG)_{il} + (NG)_{kl} + (FNG)_{ikl} + E_{ijkl}$$

donde:

- Y_{ijkl} = variable de respuesta
- U = constante, media general
- R_i = efecto de repeticiones
- F_j = efecto de frecuencia de pastoreo
- E_{ij} = error asociado con parcela grande
- N_k = efecto de dosis de nitrógeno
- $(FN)_{ik}$ = efecto de interacción entre frecuencia de pastoreo y dosis de nitrógeno
- E_{ijk} = error asociado con parcela mediana
- G_l = especies de pastos
- $(FG)_{il}$ = efecto de interacción entre frecuencia de pastoreo y especie
- $(NG)_{kl}$ = efecto de interacción entre dosis de nitrógeno y especie

FNG_{ikl} = efecto de interacción entre frecuencia de pastoreo,
dosis de nitrógeno y especie

E_{ijkl} = error asociado con parcela pequeña

Una vez conseguida la transformación de los datos a totales y promedios se utilizó el modelo matemático para ajustar la función de producción, complementado con el análisis de variancia siguiente:

<u>Fuente de variación</u>	G.L.
Repeticiones (R)	2
Frecuencia de pastoreo (F)	2
Error (a)	4
Dosis de nitrógeno (N)	3
N x F	6
Error (b)	18
Especies de gramíneas (G)	5
G x F	10
G x N	15
G x N x F	30
Error (c)	120
	<hr/>
	215

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efecto de la frecuencia de pastoreo

4.1.1. Producción total de materia seca

La producción de materia seca del forraje por efecto de la frecuencia de pastoreo se presenta en el Cuadro 2, y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 3 del Apéndice. La frecuencia de pastoreo cada 14 días fue la que tuvo la mayor producción, siendo esta producción diferente estadísticamente al nivel del cinco por ciento de las frecuencias de pastoreo de 28 y 42 días. Sin embargo, entre estas dos últimas no se detectaron diferencias significativas.

Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de pastoreo en la producción de materia seca, contenido de materia seca y tasa de crecimiento del forraje.

Frecuencias de pastoreo (días)	Producción de M.S. (kg/ha)*	Contenido de M. S. (%)	Tasa de crecimiento* (kg/ha/día)
14	13 132	26,66	78,37
28	6 531	27,41	38,66
42	7 899	31,36	47,31

* Diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Los resultados anteriores no coinciden con los valores esperados y con los que se encuentran en la literatura (7, 9, 23, 31). De generalmente una defoliación frecuente conduce a una disminución del índice de área foliar y disminución en reservas para la producción de materia seca. Sin embargo, períodos largos entre defoliaciones pueden retardar la producción por cambios en el tipo de crecimiento de las plantas. Un cambio de crecimiento vegetativo a crecimiento reproductivo significa menor tasa de crecimiento.

En el presente experimento los efectos observados pueden explicarse parcialmente por el rechazo de forraje en la frecuencia de 14 días por parte de los animales. A consecuencia de ello hubo un mayor residuo que en las otras frecuencias. Una posible causa pudo haber sido que durante los primeros períodos de pastoreo, en la frecuencia de 14 días hubo fuertes lluvias, lo que afectó el consumo de forraje por los animales. Los datos de precipitación diaria muestran que en esta frecuencia llovió 72,4 y 38,3 mm en el primero y segundo pastoreo respectivamente, mientras que para las otras frecuencias en los dos primeros pastoreos, no se registraron lluvias.

Características climáticas tan distintas en las frecuencias de pastoreo, permitieron que desde el principio, los animales en la frecuencia de 14 días causaran menos daño a las praderas. En cambio en las frecuencias de 28 y 42 días el pastoreo se iniciaba con un despunte y los animales despuntando efectuaban mucho movimiento para la misma intensidad de consumo. En las Figuras 2 y 3 del Apéndice se muestra la secuencia de pastoreo por la mañana y por la tarde respectivamente, con una parcela con la frecuencia de 28 días.

Los resultados en la producción de materia seca por efecto de la frecuencia de pastoreo encontrados en el presente estudio, se asemejan a los reportados por Brougham (13), Agyare (2) y Barnes (6). Estos autores en trabajos independientes y con distintas especies llegaron a la conclusión de que los pastos que reciben un pastoreo frecuente pero moderado, tienen mayor producción por un aumento en el número de rebrotes. Esto significa que las plantas en estas condiciones muestran un índice de área foliar mayor y pueden efectuar una captación más eficiente de la energía solar.

4.1.2. Contenido de materia seca

Los valores en el contenido de materia seca del forraje en las distintas frecuencias de pastoreo, se presentan en el Cuadro 2, su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 4 del Apéndice. No se detectaron diferencias significativas por efecto de las frecuencias de pastoreo. Sin embargo, los promedios totales muestran aumentos en el contenido de materia seca a mayor intervalo de pastoreo, es decir a mayor edad de la planta. Esto puede ser consecuencia de que en estados jóvenes de la planta el desarrollo foliar es más intenso que el de los tallos, lo que resulta en una relación hoja/tallo más amplia. En cambio en etapas más avanzadas el tallo crece rápidamente, disminuyendo la relación hoja/tallo y por ser este último más lignificado su contenido de materia seca es mayor.

Lo anterior tiene importancia desde el punto de vista práctico en el manejo de las praderas, ya que el consumo de forraje depende de su contenido de materia seca. En general cuanto menor es su contenido

en el pasto mayor es el consumo por los bovinos, lo que puede resultar en mayor producción animal.

4.1.3. Tasa de crecimiento

Para estimar este parámetro se dividió la producción de materia seca en kg/ha por corte entre el período de corte en días, para las diferentes frecuencias de pastoreo. En el Cuadro 2 se presentan los valores obtenidos para las distintas frecuencias de pastoreo, y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 5 del Apéndice. Se encontraron diferencias significativas por efecto de las frecuencias de pastoreo. La mayor respuesta se obtuvo a los 14 días de pastoreo, siendo este resultado una consecuencia de que en esta frecuencia fue donde se obtuvo la mayor producción de forraje.

Los resultados anteriores también están en desacuerdo con los valores esperados. En general se esperaba que la tasa de crecimiento fuera en aumento de los 14 a los 28 días, para disminuir o mantenerse a los 42 días. Las tasas de crecimiento en praderas sometidas a 28 y 42 días entre defoliaciones fueron semejantes, ya que no hubo diferencias significativas entre ellas. Estos valores son más bajos que los reportados por Rodríguez y French (62) en Venezuela y son similares a los correspondientes al período de corte semejante (45 días) en los pastos pangola y estrella. Sin embargo, los resultados del presente experimento para la frecuencia de pastoreo cada 14 días son superiores a los reportados por los mismos autores (62).

Las tasas de crecimiento obtenidas en el presente estudio son inferiores a las obtenidas por Gutiérrez (33) en la misma zona con pasto

estrella. Estas diferencias son una indicación más de la estacionalidad de producción de las praderas en el trópico húmedo.

Los datos climatológicos del período experimental muestran que hubo varios días en los cuales la temperatura nocturna bajó de 15°C. Estas temperaturas son muy críticas para las especies forrajeras tropicales y pueden ser un factor limitante en la baja tasa de crecimiento observadas.

4.1.4. Digestibilidad in-vitro de la materia seca

Los valores encontrados por efecto de las frecuencias de pastoreo se presentan en el Cuadro 3 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 6 del Apéndice. No se encontraron diferencias significativas por efecto de las distintas frecuencias de pastoreo.

Cuadro 3. Efecto de la frecuencia de pastoreo en la digestibilidad in-vitro, MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda en el forraje.

Frecuencias de pastoreo (días)	Dig. <u>in-vitro</u> de la M S (%)	M S Dig. total* (kg/ha)	Proteína cruda (%)	Producción de proteína* (kg/ha)
14	53,20	6 851	12,45	1 643
28	58,42	3 808	12,61	823
42	55,42	4 379	10,80	920

* Diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Los resultados obtenidos no se ajustan a los porcentajes de digestibilidad esperados en función a la frecuencia de pastoreo. En general se esperaba que los valores más altos corresponderían a la frecuencia de 14 días. Esta situación posiblemente se debió al mayor residuo de forraje que se mantuvo en este tratamiento. Además, el muestreo de las praderas fue rotatorio de modo que la posibilidad de muestrear material de mayor edad fue más alta.

En las frecuencias de pastoreo cada 28 días las praderas eran homogéneas por lo que las muestras pudieron haber sido más representativas. Algo similar pudo ocurrir con las frecuencias de 42 días.

Los valores de digestibilidad obtenidos en el presente estudio son más bajos que los reportados por Arroyo et al. (4) en los pastos pangola, congo y estrella no obstante que ellos trabajaron con plantas de crecimiento más avanzado. Estas diferencias posiblemente se deben a que la técnica por ellos usada fue bajo corte y pruebas de digestibilidad in-vivo.

El aspecto más importante de los resultados obtenidos, es que los pastos en estudio mostraron niveles de digestibilidad semejante y que no fueron afectados por la edad del forraje, dentro de los límites en estudio.

4.1.5. Producción de materia seca digestible total

Los valores estimados para esta variable en las frecuencias de pastoreo, se presentan en el Cuadro 3 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 7 del Apéndice. Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas al nivel del 5 por ciento. Se observa

que los mayores valores corresponden a la frecuencia de 14 días, y se debió a que en esta frecuencia la producción de forraje fue mayor. La diferencia de producción entre las frecuencias de 28 y 42 días no fue significativa.

4.1.6. Contenido de proteína cruda en los pastos

En el Cuadro 3 se presentan los valores encontrados para esta variable y en el Cuadro 8 del Apéndice se muestra el análisis de variancia correspondiente. No se encontraron diferencias significativas entre las distintas frecuencias de pastoreo. Sin embargo, se observa que el porcentaje de proteína cruda es más alto a los 28 días de pastoreo, siendo un poco menor a los 14 días y todavía más a los 42 días.

Los resultados anteriores no concuerdan con los valores esperados para las frecuencias de pastoreo. Se esperaba que los porcentajes más altos ocurrieran a los 14 días y que disminuyeran con el aumento en el período de descanso, o sea al aumentar la edad de la planta. Esta falta de concordancia con la hipótesis pudo deberse en parte a la mezcla de las muestras con material viejo de crecimiento anterior al momento del muestreo, con la consiguiente depresión en el contenido de proteína cruda.

Los resultados obtenidos aquí, son semejantes a los de Arroyo et al. (4) en los pastos pangola, congo y estrella, a los 42 días entre defoliaciones. Para esta variable es posible hacer la comparación y aunque estos autores no estudiaron diferentes dosis de nitrógeno, si hicieron una fertilización correspondiente a 448 kg/ha/año, con

períodos de crecimiento hasta los 74 días. A esta edad ellos encontraron una reducción significativa en el contenido de proteína cruda.

Los resultados de este estudio indican que es posible mejorar el contenido de proteína en los pastos en períodos avanzados de crecimiento por efecto de la fertilización nitrogenada. Esto permitiría disponer de forraje de buena calidad por largos períodos de tiempo, y sería similar a lo demostrado por Arroyo et al. (4).

4.1.7. Producción total de proteína

Los resultados para producción de proteína se presentan en el Cuadro 3 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 9 del Apéndice. Se observa que los valores más altos ocurrieron en la frecuencia de 14 días ($P \leq 0,05$) y los más bajos en la de 28 días; entre 28 y 42 días no hubo significancia. Para esta variable el factor más importante fue la producción total de materia seca.

4.2. Efecto de la fertilización nitrogenada

4.2.1. Tasa de crecimiento

En el Cuadro 4 se presentan los valores para la tasa de crecimiento diario por efecto de la fertilización nitrogenada. El análisis de variancia se muestra en el Cuadro 5 del Apéndice. En la Figura 2 se puede ver que la tasa de crecimiento diario aumentó en forma de retornos decrecientes desde 50,07 en el tratamiento sin nitrógeno, hasta 58,08 kg de materia seca por día con 1000 kg de N/ha/año, con un incremento total entre estos dos tratamientos de un

14 por ciento ($r^2 = 0,999$). Por lo tanto es posible considerar que la fertilización nitrogenada incrementa la producción diaria de forraje.

Cuadro 4. Efecto de la dosis de nitrógeno aplicado en la producción de materia seca, contenido de materia seca y tasa de crecimiento del forraje.

Dosis de N (kg/ha/año)	Tasa de crecimiento (kg/ha/día)	Contenido de M S ** (%)	Producción de M S (kg/ha)
0	50,07	32,02	8 414
250	54,41	28,44	9 123
500	56,83	26,97	9 538
1 000	58,08	26,45	9 675

** Diferencias significativas ($P \leq 0,01$)

El hecho de no haber encontrado una respuesta mayor al 14% en la producción diaria de materia seca al incrementar la dosis de nitrógeno hasta 1000 kg se atribuye fundamentalmente a dos importantes aspectos. El primero de ellos, es que el período del año en que se realizó el presente estudio corresponde a la época de menor crecimiento del forraje, por lo tanto la planta por efecto de esa estacionalidad, no se encontró fisiológicamente en condiciones adecuados para un aprovechamiento óptimo del fertilizante nitrogenado para la producción de materia seca. Un segundo aspecto sería que se observaron preferencias por el ganado en el consumo dentro de las parcelas para un

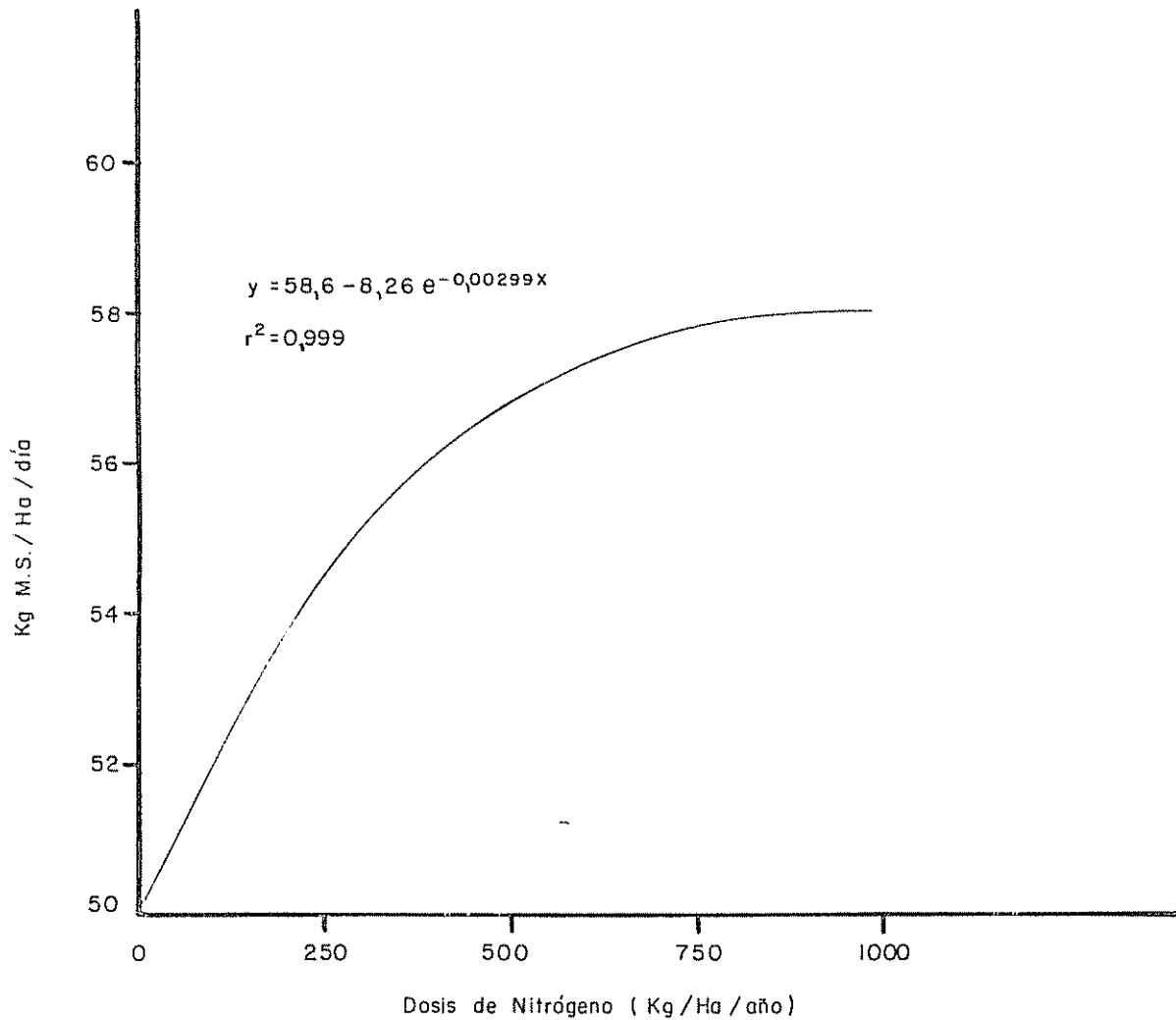


Fig 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la tasa de crecimiento

mismo pasto, ya que los tratamientos fertilizados eran consumidos en primer lugar, sufriendo un pastoreo más severo que pudo afectar la recuperación de estos pastos y por lo tanto su producción. Barnes (7) trabajando con los pastos estrella y guinea común, encontró que con defoliaciones muy severas el crecimiento disminuyó, y en estas condiciones no detectó diferencias significativas en los distintos niveles de fertilización. También los resultados de Harrison (35) muestran que una alta fertilización nitrogenada puede conducir a una reducción muy severa en el rebrote del pasto después de defoliaciones repetidas al compararla con dosis bajas de fertilizante nitrogenado.

4.2.2. Contenido de materia seca

Los valores para contenido de materia seca por efecto del fertilizante, se presentan en el Cuadro 4 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 4 del Apéndice. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre las dosis para el contenido de materia seca en el forraje. El efecto del fertilizante nitrogenado se manifiesta por una tendencia-general negativa en el contenido de materia seca con el aumento en la dosis aplicada, notándose mayor depresión en el contenido de materia seca durante los estados de crecimiento temprano por efecto del fertilizante nitrogenado.

Los resultados observados en el presente estudio corresponden a los valores esperados debido a que la planta fertilizada podría efectuar mayor rebrote y por lo tanto el material sería más tierno, este efecto se acentúa en los estados de crecimiento primario donde el desarrollo de las hojas sería mayor que el del tallo y los tejidos meristemáticos y parenquimatosos serían más abundantes que los teji-

dos fibrosos. En etapas más avanzadas, el tallo crecería rápidamente, verificándose un progresivo aumento y consolidamiento de los tejidos de función mecánica. El crecimiento secundario de la planta está más influenciado por la edad, donde las condiciones climáticas de temperatura y radiación solar juegan un papel importantísimo, porque la fertilización nitrogenada no tiene efecto sobre la fibra en el pasto (31, 14). Esta es la razón por la cual la planta responde en forma parecida en las distintas épocas de su crecimiento con la aplicación de fertilizantes nitrogenados en cuanto a su contenido de materia seca se refiere.

La mayor importancia del resultado obtenido, desde el punto de vista ganadero, es que con la aplicación de fertilizantes nitrogenados sería posible disponer de forraje más succulento y apetecible por el ganado, aumentándose su consumo y consecuentemente la producción animal.

4.2.3. Producción de materia seca

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos para producción de materia seca por efecto de la fertilización nitrogenada, y el respectivo análisis de variancia en el Cuadro 3 del Apéndice, según el cual no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, se observa que la producción se incrementó progresivamente, con la dosis de nitrógeno, en forma semejante a la tasa de crecimiento.

4.2.4. Digestibilidad in-vitro de la materia seca

Los porcentajes de digestibilidad in-vitro obtenidos por efecto

de las distintas dosis de nitrógeno aplicado, se presentan en el Cuadro 5, y su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 6 del Apéndice. Los valores más bajos corresponden al tratamiento sin nitrógeno y los más altos a las dosis de 1000 kg ($P \leq 0,01$). Nótese en el Cuadro 5 que el incremento de la digestibilidad se debe exclusivamente al hecho de aplicar fertilizante, puesto que entre las distintas cantidades de fertilizante no se detectaron diferencias significativas.

El detalle de los porcentajes de digestibilidad por efecto de la dosis de fertilizante, se presenta en la Figura 3. En dicha figura se observa como la digestibilidad se incrementó de 36,6% hasta 55,9% con la dosis de 250 kg de N y se mantuvo más o menos constante en este valor con dosis mayores.

Cuadro 5. Efecto de la dosis de nitrógeno aplicado en la digestibilidad in-vitro, MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda del forraje.

Dosis de N (kg/ha/año)	Dig. <u>in vitro</u> de la MS (%) **	MS Dig. total (kg/ha)	Proteína cruda * (%)	Producción proteína** (kg/ha)
0	36,68	4 443	10,04	848
250	55,96	5 050	11,53	1 135
500	56,33	5 140	12,60	1 204
1 000	56,75	5 418	13,65	1 328

* Diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

** Diferencias significativas ($P \leq 0,01$)

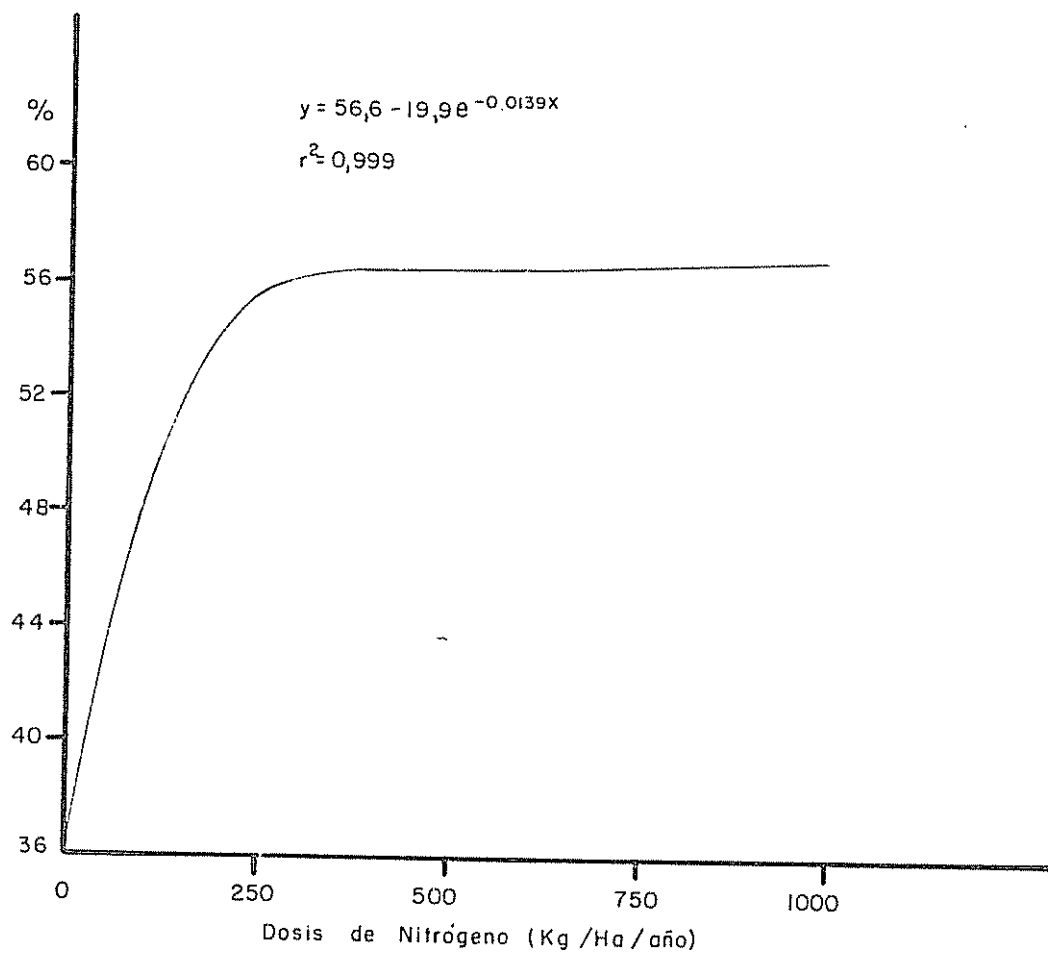


Fig 3 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad in-Vitro de la materia seca

Lo anterior concuerda con los resultados de Niehaus (52) quien comparó niveles de fertilizante nitrogenado que variaron de 75 a 600 kg/ha/año y no encontró diferencias significativas en la digestibilidad in-vitro de la materia seca para dichos niveles. En cambio Ramírez (59) comparando cinco niveles de 0 a 500 kg de nitrógeno por ha/año, en pasto estrella, no detectó diferencias significativas en la digestibilidad in-vitro de la materia orgánica por efecto de las dosis, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Minson, Raymond y Harris (50). En otro estudio realizado también por Ramírez (58) en pasto bermuda coast-cross 1, tampoco encontró diferencias significativas en la digestibilidad in-vitro de la materia orgánica por efecto del fertilizante nitrogenado ni por la época del año. De lo anterior se desprende que no es posible hacer inferencias muy precisas por la diversidad de resultados.

La interacción significativa entre frecuencias de pastoreo y fertilización nitrogenada se puede ver en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Efecto conjunto de la frecuencia de pastoreo y la fertilización nitrogenada sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca.

Dosis de N kg/ha/año	Frecuencias de pastoreo (días)			Promedios
	14	28	42	
0	50,70	57,37	52,98	53,68 b
250	53,11	58,62	56,16	55,96 a
500	55,24	58,09	55,64	56,33 a
1 000	53,76	59,59	56,90	56,75 a
	53,20	58,42	55,42	

4.2.5. Materia seca digestible total

Los valores para materia seca digestible total por efecto del fertilizante nitrogenado, se presentan en el Cuadro 5 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 7 del Apéndice. En la Figura 4 se observa que la tendencia general en la producción es a aumentar en forma de retornos decrecientes con la dosis de nitrógeno aplicada ($r^2 = 0,975$). Al comparar el tratamiento sin nitrógeno con la dosis de 1000 kg, la producción de materia seca digestible total, tuvo un incremento de 18%.

4.2.6. Contenido de proteína cruda

Los valores encontrados para esta variable se presentan en el Cuadro 5 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 8 del Apéndice. En la Figura 5 se observa que el incremento del contenido de proteína cruda sigue la relación de los retornos decrecientes ($r^2 = 0,999$). El aumento total llegó a un valor de 31%. La interacción altamente significativa entre frecuencias de pastoreo y dosis de nitrógeno puede verse en el Cuadro 7.

Los resultados anteriores se ajustan a los esperados, pues se estimaba que el contenido de proteína en los pastos fuera en aumento progresivo conforme se incrementara la dosis de nitrógeno. Los promedios de proteína obtenidos en el presente estudio son más altos que los encontrados en el pasto estrella en la misma zona por Ramírez (59) y Ricardo (61). Además estos autores reportan una disminución en el contenido de proteína cruda con dosis mayores de 375 kg de N/ha/año.

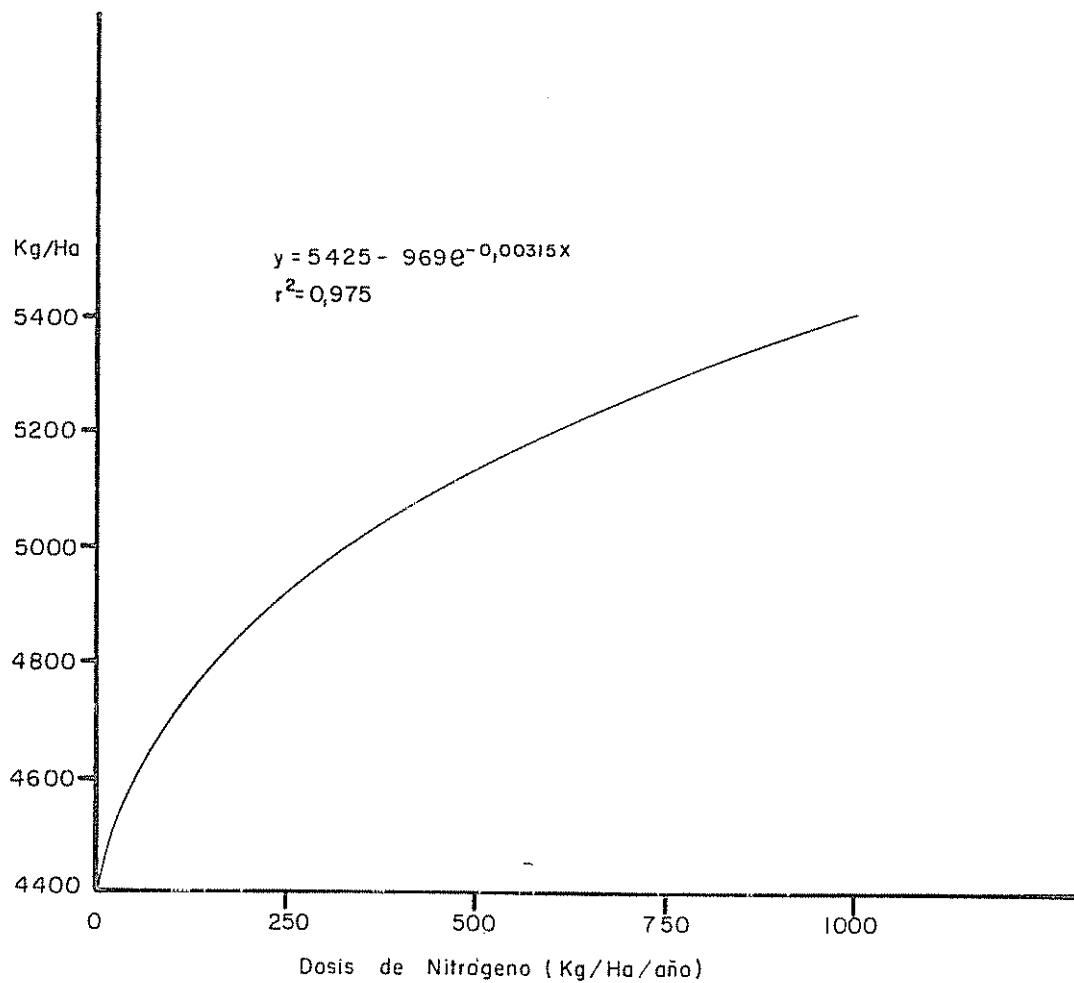


Fig 4 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca digestible total

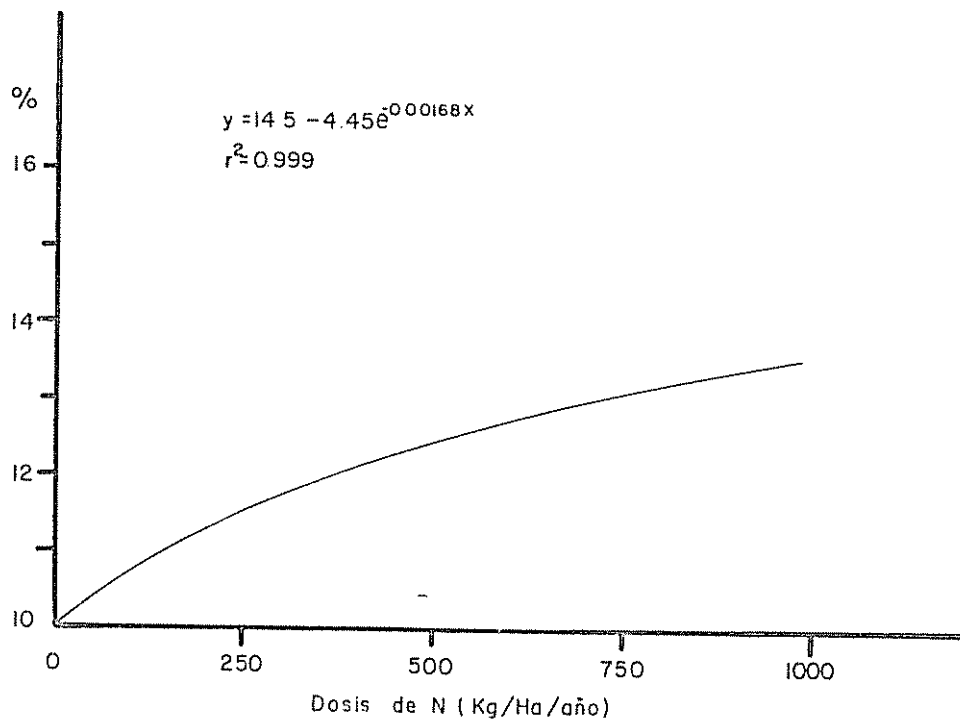


Fig 5 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda

Cuadro 7. Efecto conjunto de las frecuencias de pastoreo y la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda.

Dosis de N kg/ha/año	Frecuencia de pastoreo (días)			Promedios totales
	14	28	42	
0	10,45	10,95	8,71	10,04
250	12,12	12,24	10,23	11,53
500	13,03	13,05	11,72	12,60
1 000	14,19	14,20	12,55	13,65
	12,45	12,61	10,80	

Estas diferencias posiblemente se deban a condiciones diferentes en la fertilidad del suelo y que la disminución con las dosis altas, se haya originado por un desbalance en las cantidades requeridas de fósforo y potasio.

4.2.7. Producción de proteína cruda total

En el Cuadro 5 se presentan los valores obtenidos para esta variable y su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 9 del Apéndice. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) En la Figura 6 se puede observar que la producción de proteína se incrementó en forma de retornos decrecientes hasta en 36% ($r^2 = 0,988$).

Es posible que en el resto del año para las condiciones de Turrialba se podría mejorar la producción de proteína cruda con el uso de fertilizante nitrogenado, ya que se incrementaría tanto la producción de materia seca, como el contenido de proteína cruda en los pastos.

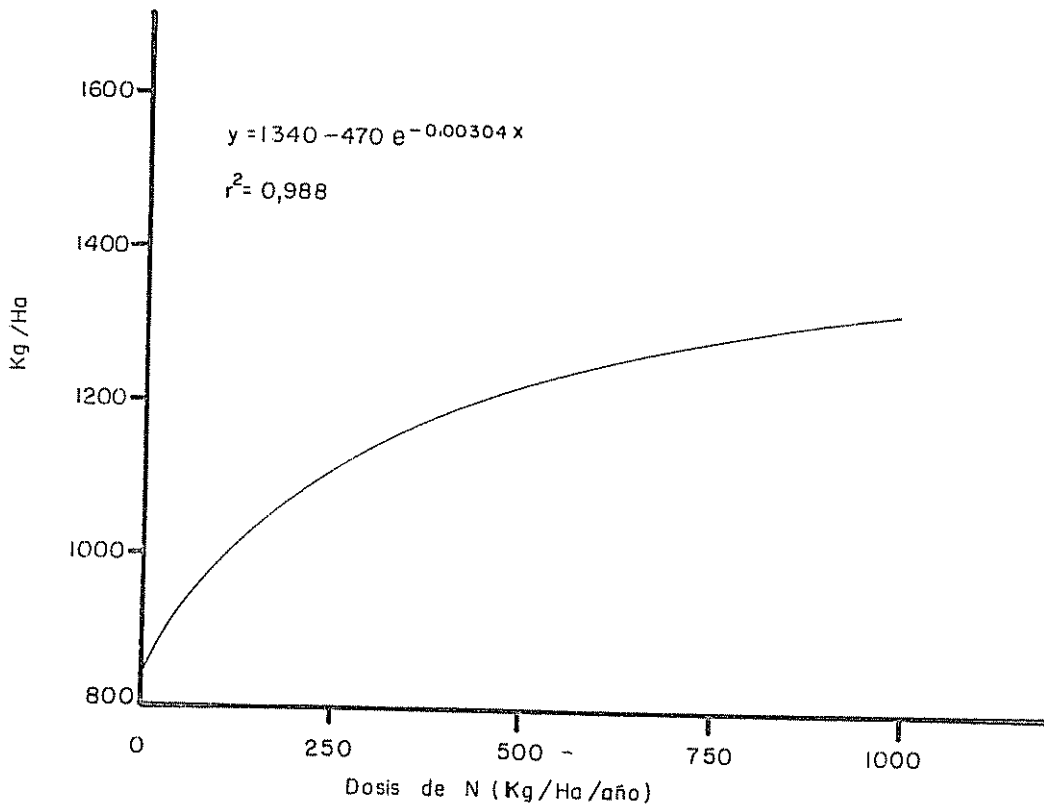


Fig. 6 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de proteína

La eficiencia de las dosis de nitrógeno en la producción de proteína cruda fue medida en términos de kilos de proteína cruda producida por cada kilo de nitrógeno aplicado. O sea, a la producción para cada dosis se le restó la producción del tratamiento sin nitrógeno, el resultado se dividió entre la cantidad aplicada. En el Cuadro 8 se presentan los valores encontrados para eficiencia de utilización del nitrógeno en la producción de proteína cruda. No se detectaron diferencias significativas por efecto de las distintas cantidades aplicadas; sin embargo, con los promedios totales se observa menor eficiencia en la utilización del nitrógeno conforme se incrementó la cantidad aplicada.

Cuadro 8. Eficiencia de utilización de nitrógeno en la producción de proteína (kg de proteína cruda/kg de N aplicado).

Especies	Dosis de Nitrógeno aplicado (kg/ha/año)			Promedios
	250	500	1000	
Estrella	2,80	1,94	1,44	2,02 a
Guinea	2,69	1,42	1,23	1,78 a
Bermuda	2,42	1,40	1,20	1,67 a
Congo	1,65	1,24	0,81	1,23 a
Pangola	0,34	2,59	0,60	1,17 a
Limpo	-0,23	0,07	0,48	0,10 b
Promedios	1,59	1,44	0,96	1,36

4.3. Especies de gramíneas

4.3.1. Producción de forraje

La producción de forraje en base a materia seca de las distintas especies se presenta en el Cuadro 9 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 3 del Apéndice. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre las especies de gramíneas. La mayor producción se obtuvo con el pasto estrella, pero esta no fue diferente de la obtenida con pasto bermuda y pasto guinea.

Cuadro 9. Producción de MS, contenido de MS y tasa de crecimiento de las especies de pastos.

Especies	Producción de M S (kg/ha)	Contenido de M S (%)	Tasa de crecimiento (kg/ha/día)
Bermuda	10 211 ab	33,33 a	60,76 ab
Congo	8 973 bcd	24,68 d	53,40 bcd
Estrella	10 373 a	32,69 a	61,76 a
Guinea	9 582 abc	22,42 e	57,68 abc
Limpo	7 149 e	28,43 c	42,90 e
Pangola	8 836 cd	29,30 b	52,63 cd

Promedios con diferentes letras dentro de una misma categoría son significativo al nivel del 5%.

La superioridad de las especies rastreras bermuda, estrella y guinea en cuanto a la producción de materia seca, principalmente del pasto estrella, se debe a sus características de mayor reserva de

carbohidratos en el forraje residual y del área foliar remanente, ya que dichas especies pocas veces son defoliadas totalmente. Ward y Blaser (citados por McIlroy (47)) encontraron evidencias que los carbohidratos de reserva son utilizados en la respiración y/o síntesis de nuevos tejidos y el mayor contenido de reservas fue asociado con un rápido crecimiento vegetativo en los pastos. Brougham (13) sostiene que existe un índice de área foliar óptimo en el cual la radiación solar recibida puede ser usada más eficientemente en la fijación del bióxido de carbono; este óptimo varía con las distintas especies y con la intensidad de la luz recibida. Este autor (13) encontró que la tasa de recobro en los pastos después de la defoliación dependió de la proporción de la luz solar interceptada por el forraje residual. Barnes (6) quien trabajó con el pasto estrella, encontró que la producción de forraje fue mayor cuando el pasto se cortó a una altura de 12,5 cm comparándolo con el corte de 5 cm de alto.

En el transcurso del período experimental se pudo observar que el orden de preferencia para el consumo de los pastos era el siguiente: guinea, congo, limpo, pangola, estrella y bermuda. Esta observación se repetía tanto en el pastoreo de la mañana como en el de la tarde. Como consecuencia de ello guinea, congo y limpo pueden haber sido sometidas a un sobre pastoreo, lo que pudo afectar en parte la recuperación con una disminución más marcada del área foliar. En el caso de bermuda y estrella por ser consumidas al final quedaba mayor residuo. En estas condiciones obligar al ganado a hacer un mayor consumo de estrella y bermuda, era permitir un sobre pastoreo intenso de las especies más apetecibles.

La producción del pasto guinea fue semejante a la del pasto estrella y pasto bermuda a pesar de haber sido la especie que el ganado prefería. Esto pudo deberse a su precocidad y hábito de crecimiento. A pesar de que por efecto del pastoreo la especie tendió a desaparecer, es posible considerar que en praderas de pasto guinea solo y que reciban un pastoreo frecuente pero moderado, la productividad se mantenga por períodos largos (2, 5, 9). En el presente estudio, el potencial productivo de los pastos es un factor que pudo haber estado confundido por el tipo de diseño utilizado.

En el caso del pasto limpo por ser una especie rústica y con poca demanda de nutrimentos, la producción en el tratamiento sin nitrógeno fue alta y en ciertos casos mayor que en las dosis más altas de nitrógeno. En el aprovechamiento de esta especie, otro aspecto importante es que responde mejor a períodos largos entre defoliaciones, ya que en las frecuencias de 14 días hubo varias parcelas en las que el pasto disminuyó sustancialmente.

4.3.2. Contenido de materia seca -

Las variaciones en el contenido de materia seca en las especies se presentan en el Cuadro 9, y su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 4 del Apéndice. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre las especies de pasto y para la interacción entre especies y dosis de nitrógeno aplicada.

Las especies con mayor contenido de materia seca fueron bermuda y estrella, entre las cuales no hubo diferencias significativas, en cambio el resto de las especies fueron diferentes a las dos primeras

y entre sí. Las especies de menor contenido de materia seca fueron guinea y congo con porcentajes de 22,4 y 24,6. Estas variaciones en el porcentaje de materia seca en las distintas especies pueden explicar la preferencia del pasto por el ganado. Los promedios para las especies, presentados en el Cuadro 9, coinciden con las observaciones efectuadas del orden de consumo del pasto durante el experimento. Esto estaría de acuerdo con los resultados obtenidos por Arroyo et al. (4) quienes al medir el consumo de pangola, congo y estrella, encontraron que el consumo de forraje verde por los rumiantes fue menor significativamente en los pastos de mayor contenido de materia seca.

La interacción significativa entre dosis de nitrógeno y especies, se debió al hecho de que a medida de que aumentó la dosis de nitrógeno el contenido de materia seca disminuyó más rápidamente en las especies de mayor producción. Mientras estrella y bermuda fertilizados disminuyen casi un 10 por ciento de materia seca, congo y limpo lo hacen solamente en un 3 por ciento. Esto sería una indicación de la capacidad de recuperación después de la defoliación en los pastos estrella y bermuda, lo que resulta en un mayor crecimiento. Además en estos pastos la fertilización nitrogenada permite que se mantengan en un estado de desarrollo más joven por un tiempo largo. El detalle de la interacción entre dosis de nitrógeno y especies, se puede apreciar en la Figura 7.

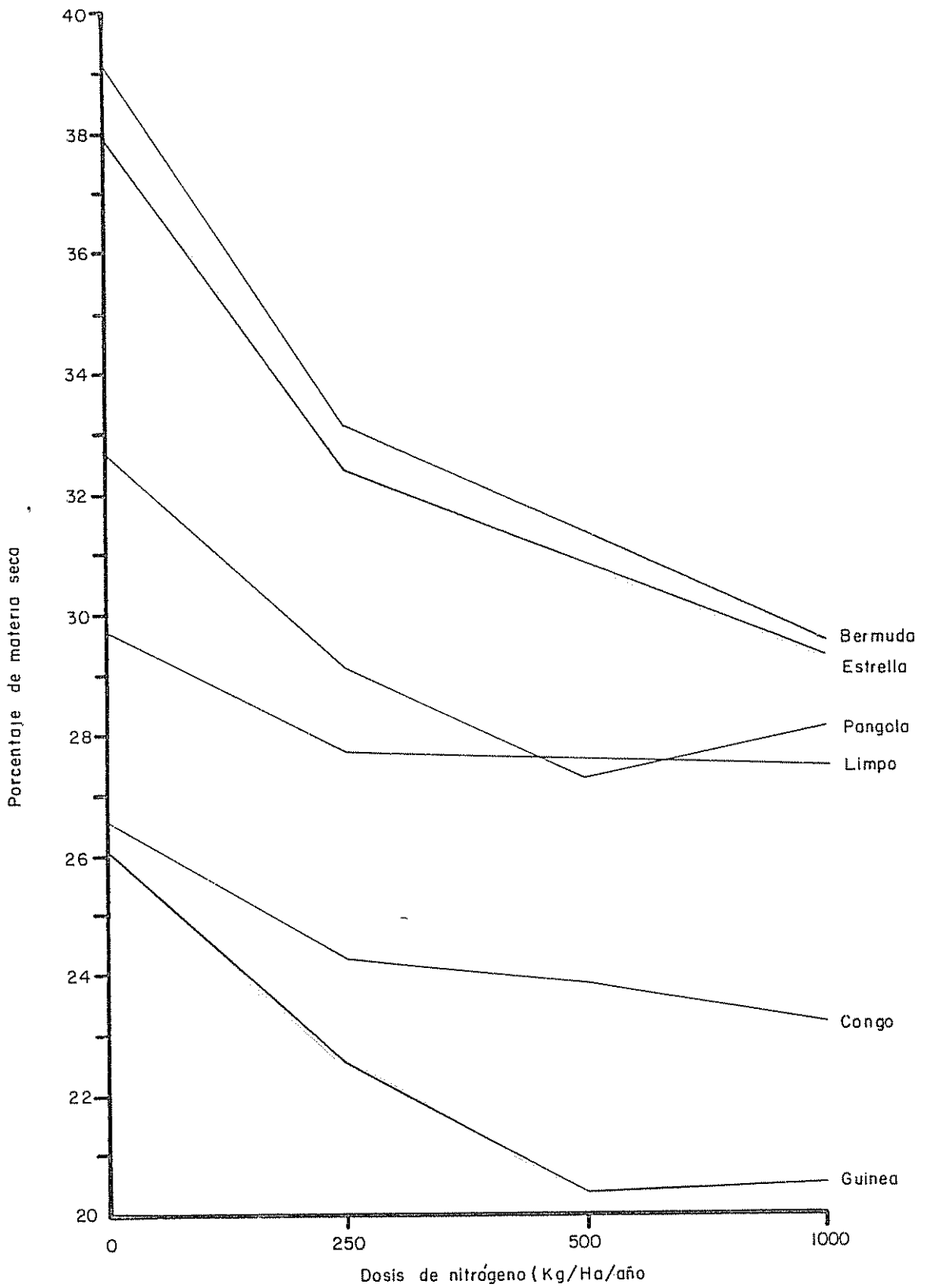


Fig. 7 Porcentaje de materia seca por efecto de la fertilización nitrogenada

4.3.3. Tasa de crecimiento diario

Los valores promedios encontrados para las especies se presentan en el Cuadro 9 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 5 del Apéndice. En general con los diferentes valores encontrados se puede observar que los pastos estrella, bermuda y guinea fueron los que mayor crecimiento tuvieron y no hubo diferencias significativas entre ellos. Congo y pangola tuvieron valores intermedios, aunque el primero no fue diferente de guinea. El pasto limpo fue el que menor crecimiento mostró, siendo significativamente diferente de los demás ($P \leq 0,05$). Sin embargo al comparar los datos del pasto estrella con los resultados de Gutiérrez (33), bajo dos sistemas de pastoreo en la misma localidad, pero diferente época del año se nota que las tasas obtenidas en el presente trabajo son más bajas. Gutiérrez (33) reporta tasas de crecimiento diario, en promedio de 88,6 y 103,5 kg de materia seca/ha para los dos métodos de pastoreo, los cuales son superiores en un 43 y 67 por ciento respectivamente, a los encontrados actualmente en el presente estudio. Esto es una confirmación más de la estacionalidad de producción bajo las condiciones de Turrialba como lo ha informado también Ramírez (59).

Las tasas de crecimiento diario obtenidas en el presente estudio son bajas si se les compara con las obtenidas por Cooper (18) en el trópico en pasto bajo corte.

4.3.4. Digestibilidad in-vitro de la materia seca

Los porcentajes de digestibilidad in-vitro obtenidos en las especies por efecto de las variables en estudio, se presentan en el

Cuadro 10, y su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 6 del Apéndice. No se encontraron diferencias significativas entre las especies. Para la interacción entre especies y frecuencias de pastoreo (Cuadro 11), hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), y para la triple interacción entre especies, frecuencias de pastoreo y dosis de nitrógeno (Figura 8), la significancia fue al nivel del cinco por ciento. Esto implica que los programas de pastoreo y de fertilización tienen que diseñarse en forma independiente para cada pasto.

Cuadro 10. Digestibilidad in-vitro, MS digestible total, contenido y producción de proteína cruda de las especies de pastos.

Especies	Dig. <u>in-vitro</u> de la MS (%)	MS Dig. total (kg/ha)	Proteína cruda (%)	Producción proteína (kg/ha)
Bermuda	55,05 a	5 579 ab	11,67 a	1 203 abc
Congo	60,95 a	5 095 abcd	13,11 a	1 176 abcd
Estrella	54,01 a	5 587 a	11,43 a	1 209 ab
Guinea	57,62 a	5 397 abc	12,69 a	1 335 a
Limpo	53,01 a	3 775 e	10,51 a	760 e
Pangola	53,45 a	4 642 d	12,32 a	1 091 bcd

Promedios con diferentes letras dentro de una misma categoría son significativos al nivel del 5%.

Cuadro 11. Efecto conjunto de las especies y la frecuencia de pastoreo sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca.*

Especies	Frecuencias de pastoreo (días)			Promedios totales
	14	28	42	
Bermuda	53,16	57,80	54,20	55,05
Congo	57,36	64,70	60,79	60,95
Estrella	<u>52,37</u>	57,75	<u>51,91</u>	54,01
Guinea	54,07	59,90	58,88	57,62
Limpo	51,04	54,00	<u>53,98</u>	53,01
Pangola	51,22	56,37	52,77	53,45
Promedios	53,20	58,42	55,42	

* Fuentes de la interacción subrayadas.

Los valores de digestibilidad encontrados en el presente estudio son bajos si se les compara con los reportados por varios autores (3, 4, 44, 64) para algunos de los mismos pastos. Cabe hacer la aclaración que la mayoría de estos autores trabajaron con praderas de corte. Sin embargo, Utley (64) bajo condiciones de pastoreo en el sureste de Estados Unidos, reporta para el pasto bermuda cruza uno valores en promedio de digestibilidad semejantes a los encontrados aquí. Por lo tanto, es de considerarse también que el efecto de pastoreo no solamente se manifiesta en la producción de forraje, sino en la calidad nutritiva de la pradera.

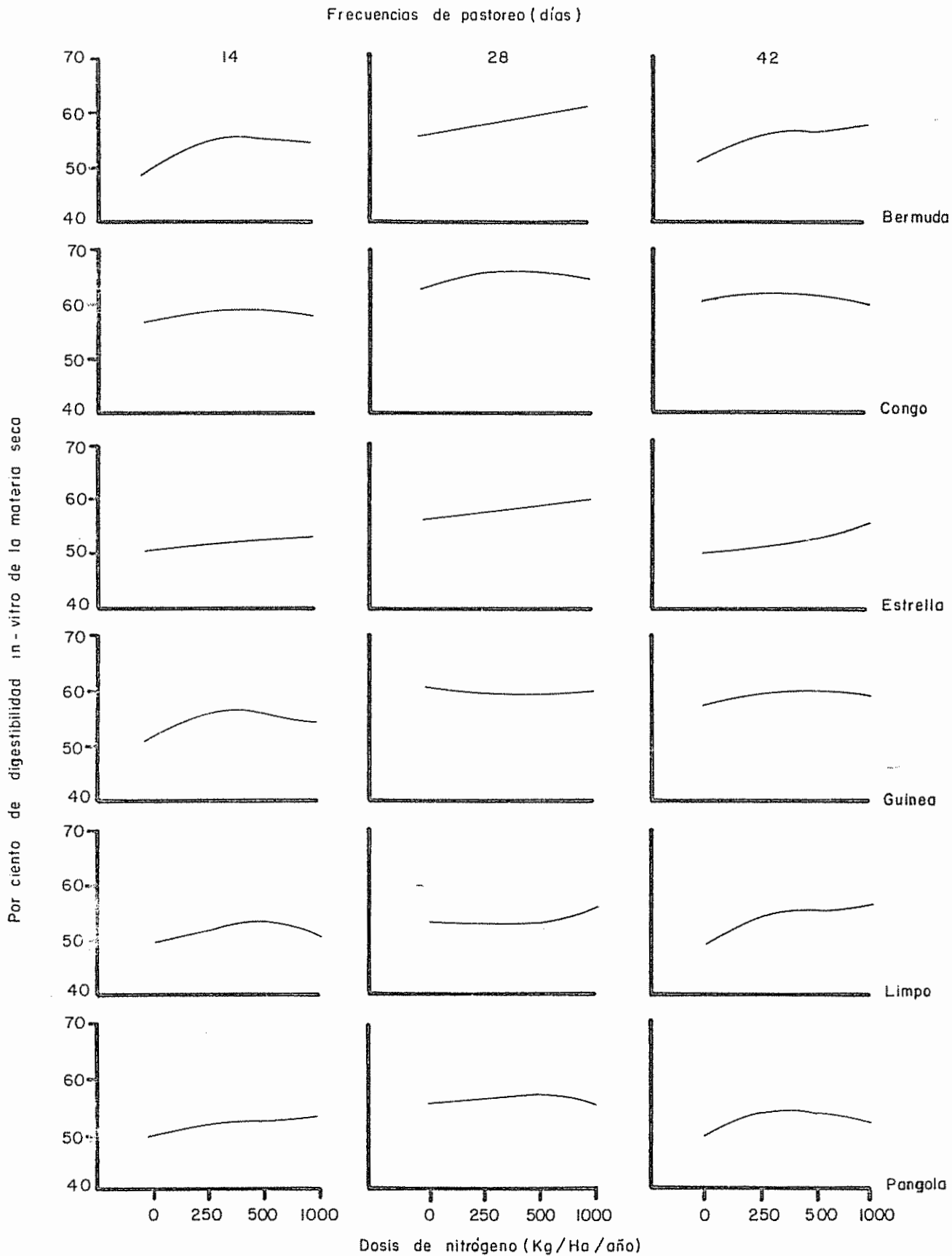


Fig. 8 Efecto de triple interacción entre frecuencias de pastoreo, dosis de nitrógeno y especies de pasto sobre el porcentaje de digestibilidad in-vitro

4.3.5. Materia seca digestible total

Los valores estimados para esta variable en las distantes especies de gramíneas, se presentan en el Cuadro 10 y su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 7 del Apéndice. La producción de materia seca digestible total depende de la digestibilidad y de la producción de forraje. Se puede observar que el pasto congo tuvo el más alto porcentaje de digestibilidad in-vitro, por lo cual en su producción de materia seca digestible total no se detectaron diferencias significativas con estrella, bermuda y guinea, los pastos de mayor producción. Pangola y limpo fueron los de menor producción. Se puede considerar que la producción de materia seca digestible total en los pastos bermuda y estrella es mayor fundamentalmente por su alto rendimiento, mientras que en los pastos congo y guinea es debido a su mayor valor nutritivo. Por lo tanto, si se logra incrementar la producción de materia seca en estos pastos es posible mejorar la producción de forraje aprovechable.

4.3.6. Contenido de proteína cruda de los pastos

Los porcentajes de proteína cruda para las especies se presentan en el Cuadro 8 y su respectivo análisis de variancia en el Cuadro 8 del Apéndice. No se encontraron diferencias significativas en el contenido de proteína cruda de las especies. En cambio para todas las interacciones simples y triple, las diferencias fueron altamente significativas ($P \leq 0,01$). Al igual que en el caso de la digestibilidad, esto implica que los programas de fertilización deberían diseñarse en forma independiente para cada pasto. El detalle se puede ver en los

Cuadros 12 y 13 y en la Figura 9.

Cuadro 12. Efecto conjunto de las especies y la frecuencia de pastoreo sobre el contenido de proteína cruda.*

Especie	Frecuencias de pastoreo (días)			Promedios totales
	14	28	42	
Bermuda	12,23	12,40	10,38	11,67
Congo	13,59	14,13	<u>11,61</u>	13,11
Estrella	<u>12,30</u>	<u>11,91</u>	10,07	11,43
Guinea	12,69	13,32	12,05	12,69
Limpo	<u>11,15</u>	<u>10,79</u>	9,59	10,51
Pangola	<u>12,74</u>	13,09	11,18	12,32
Promedios	12,45	12,61	10,80	

* Fuentes de la interacción subrayadas.

Cuadro 13. Efecto conjunto de las especies y la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda.*

Especie	Fertilización nitrogenada (kg/ha/año)				Promedios
	0	250	500	1000	
Bermuda	<u>9,33</u>	11,36	12,34	13,67	11,67
Congo	11,29	<u>12,34</u>	13,73	15,08	13,11
Estrella	<u>9,65</u>	11,06	11,69	13,31	11,43
Guinea	10,51	<u>12,42</u>	13,53	14,29	12,69
Limpo	8,98	10,18	10,90	11,97	10,51
Pangola	10,46	11,82	13,40	13,58	12,32
Promedios	10,04	11,53	12,60	13,65	

* Fuentes de la interacción subrayada.

Frecuencias de pastoreo (días)

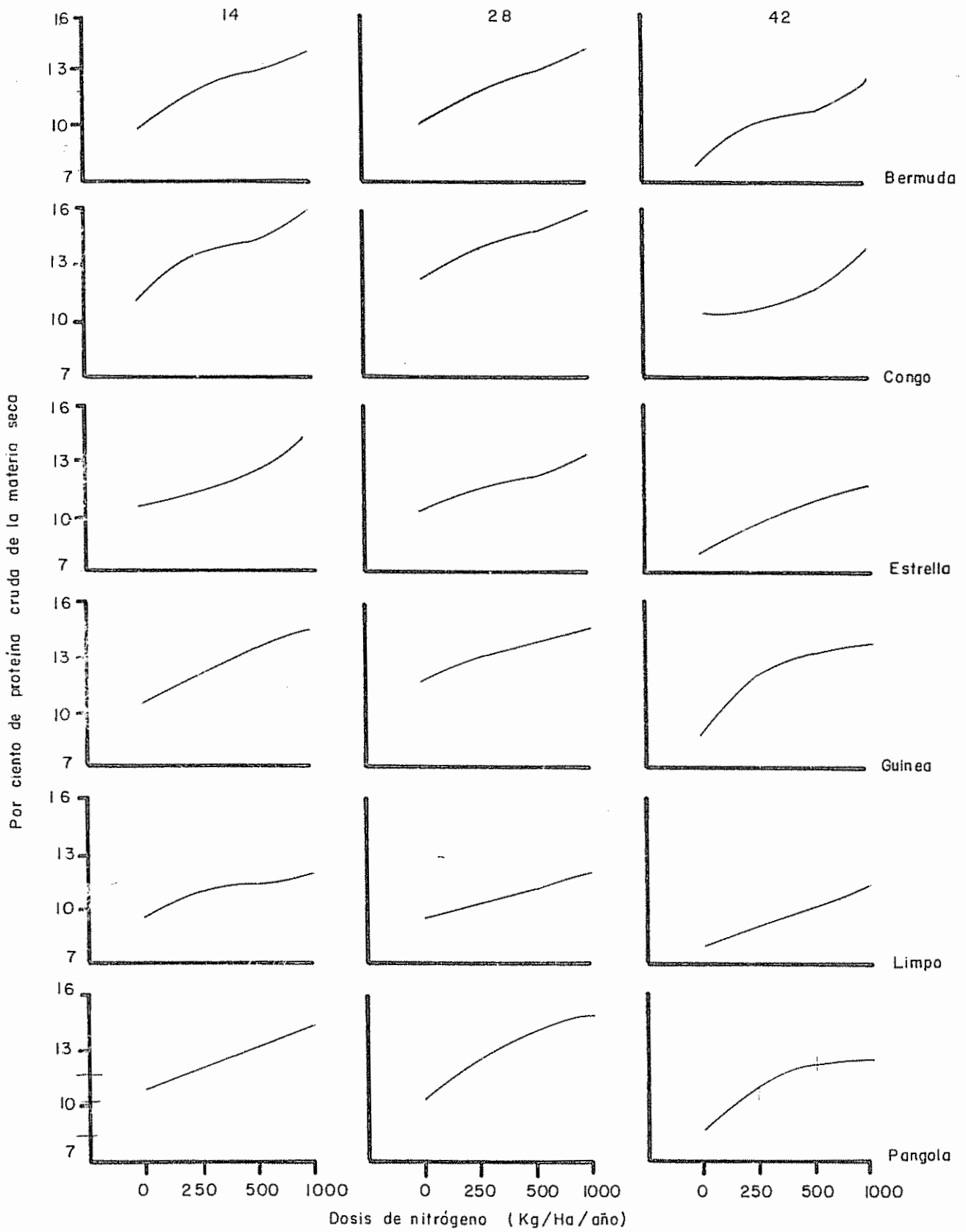


Fig. 9 Efecto de triple interacción entre frecuencias de pastoreo, dosis de nitrógeno y especies de pasto sobre el porcentaje de proteína cruda

Los valores encontrados para contenido de proteína en el presente estudio, son altos si se comparan con los encontrados por otros autores (3, 4, 46) para diferentes regiones, independientemente de la época del año. Siendo entonces el manejo de las praderas un factor muy importante en el aprovechamiento óptimo de estos pastos.

4.3.7. Producción de proteína

La producción de proteína cruda depende de la producción de forraje y del porcentaje de proteína cruda del pasto. Los valores para esta variable se presentan en el Cuadro 10, y el respectivo análisis de variancia en el Cuadro 9 del Apéndice. Se encontraron diferencias altamente significativas para las especies de pasto ($P \leq 0,01$). Entre los pastos guinea, estrella, bermuda y congo no hubo diferencias significativas.

Especies con menor producción de forraje, como el congo, con alto porcentaje de proteína cruda presentaron una producción de proteína cruda en kg/ha semejante a la de las especies con alta producción forrajera, pero con menor porcentaje de proteína cruda. Con los resultados presentados en el Cuadro 10, se observa que el pasto limpo tiene los valores más bajos, pero en cambio pangola logró igualarse con estrella, congo y bermuda, siendo diferente únicamente con guinea. El pasto guinea en estas condiciones muestra ser el mejor si se considera que fue el de mayor aceptación y el que sufrió un pastoreo más severo.

La estimación de esta característica permite hacer una evaluación cuantitativa de las especies, porque la proteína es un elemento

esencial para la producción animal y como en el trópico húmedo la principal fuente proteica son los pastos por ser el alimento más barato, es de gran importancia tener un buen conocimiento sobre este aspecto.

4.4. Composición botánica

Para determinar los cambios en la composición botánica se hicieron estimaciones visuales al inicio y al final del experimento. Se consideró el porcentaje del área experimental cubierta por el pasto en estudio, y la cubierta con malezas y la de suelo desnudo. Además, simultáneamente a estas observaciones, y dentro de cada período de muestreo, se determinaron los pesos de materia seca del pasto y malezas, y por diferencias se determinaron los cambios en la composición botánica. Este segundo método se desechó por varias razones. Entre las más importantes se encuentran las siguientes. Al inicio del experimento estaban presentes gran número de especies de malezas, principalmente de tipo herbáceo, con menor peso seco, pero que cubrían buena parte de la superficie, y al final del experimento, seis meses después, por efecto de los tratamientos, las malezas eran de tipo leñoso, con menor superficie cubierta pero mayor peso seco. Además, de bido al método de muestreo rotativo y a la superficie útil de solo $0,25 \text{ m}^2$, por lo general se cortaba un solo macollo y en muchas ocasio nes no se muestreó malezas. La tercera razón, quizás la más importan te, es que con este método no se pudieron hacer estimaciones de algunas características agronómicas de las especies, tanto desde su esta blecimiento como de su respuesta al manejo durante el período experi-

mental.

Con el método de estimación visual, cada unidad experimental se consideró 100 por ciento y el área cubierta por pasto, malezas o suelo desnudo eran proporcionales para dicha unidad de muestreo. La veracidad de este método se comprobó midiendo varias parcelas y expresando los valores en por ciento. Al hacer la comparación, no se apreciaron diferencias mayores.

Los resultados encontrados por este sistema se expresan en el Cuadro 14, su correspondiente análisis de variancia en el Cuadro 11 del Apéndice. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para frecuencias de pastoreo, dosis de nitrógeno, especies y para las interacciones simples entre las tres variables en estudio. Se puede ver que el porcentaje de área cubierta por los pastos disminuyó en todos los casos. La menor disminución fue para bermuda, congo, estrella y pangola, de 4,59 a 8,98 por ciento. En las praderas de guinea y limpo la disminución fue mucho mayor, alcanzando niveles de 42 y 51 por ciento.

Cuadro 14. Cambios en la composición botánica de las praderas.

Espece	% Disminución área con pasto	% Aumento del área con malezas	% Diferencias sue- lo desnudo inicial
Bermuda	9,56 a	11,88 c	2,32
Congo	8,20 a	21,13 c	12,93
Estrella	9,98 a	11,00 c	1,09
Guinea	42,20 b	44,08 b	1,82
Limpo	51,31 b	56,27 a	4,96
Pangola	4,59 a	7,00 d	2,41

Promedios con diferentes letras dentro de una misma categoría son significativos al nivel del 5%.

La disminución en área cubierta de pasto fue compensado por aumento en el área con malezas en todos los casos. Los valores más bajos se obtuvieron con pangola y no hubo diferencias entre bermuda, congo y estrella. Limpo fue el pasto que mayor aumento tuvo en el porcentaje de malezas, seguido por guinea, siendo estos porcentajes diferentes a los otros pastos ($P \leq 0,05$).

Las diferencias entre los valores de pasto y maleza, indica el área desnuda al inicio del experimento, con los datos del Cuadro 14 se observa que con excepción de congo y limpo, el resto se estableció bien, siendo los mejores estrella y guinea.

Entre las distintas frecuencias de pastoreo y dosis de nitrógeno, se observaron cambios en la composición botánica, y según el análisis de variancia, estas diferencias son significativas ($P \leq 0,05$). En el Cuadro 15 se presentan los valores encontrados para la disminución del área cubierta de pasto en las especies por efecto de las frecuencias de pastoreo. En dicho cuadro, se observa que a medida que au-menta el período de descanso los porcentajes de área no cubierta de pasto disminuye. Es decir, que con defoliaciones frecuentes el área de pasto disminuye. Lo propio ocurre con el incremento de la fertilización nitrogenada. Además, según se observa en el Cuadro 11 del Apéndice, hubo significancia por el efecto de especies ($P \leq 0,01$), y para las interacciones simples ($P \leq 0,05$), (ver Cuadros 15 y 16).

Al comienzo del experimento se trató de manejar los animales en grupos en cada sub-parcela. Sin embargo, este tipo de manejo hubo que abandonarlo por efecto de concentración de animales en algunas parcelas. Esto causaba mucho daño y especialmente en días lluviosos

Cuadro 15. Porcentaje de disminución del área de pasto por efecto de la frecuencia de pastoreo.

Especie	Frecuencias de pastoreo (días)			Promedios
	14	28	42	
Bermuda	14,77	9,54	4,35	9,56
Congo	17,62	8,20	-1,22	8,20
Estrella	13,94	9,98	6,02	9,98
Guinea	62,53	42,20	21,87	42,20
Limpo	57,35	51,31	45,27	51,31
Pangola	5,38	4,59	3,80	4,59
Promedios	28,59	20,97	13,34	

Cuadro 16. Porcentaje de disminución del área de pasto por efecto de la fertilización nitrogenada.

Especie	Fertilización nitrogenada (kg/ha/año)				Promedios
	0	250	500	1000	
Bermuda	19,85	13,97	8,09	-3,67	9,56
Congo	6,58	7,51	8,43	10,28	8,20
Estrella	14,01	11,70	9,40	4,80	9,98
Guinea	46,92	44,22	41,53	36,14	42,20
Limpo	55,09	52,93	50,77	46,45	51,31
Pangola	-11,77	-2,42	6,93	25,62	4,59
Promedios	21,78	21,32	20,89	19,93	

pudo significar la eliminación de algunas parcelas. Aunque el efecto de las lluvias y el pisoteo fue más intenso a las parcelas sometidas a la frecuencia de pastoreo cada 14 días, también en las frecuencias de 28 y 42 días se tuvieron que agrupar los animales por subparcelas durante los primeros dos pastoreos. Posteriormente se eliminaron las cercas interiores y el pastoreo fue más uniforme. Aun así se notó invasión de malezas en la frecuencia de 14 días. Esto sería una indicación de que las especies estudiadas no soportarían pastoreos frecuentes, principalmente el pasto guinea.

4.5. Análisis de suelo

4.5.1. Reacción (pH)

Los resultados de los análisis químicos del suelo, inicial y final, muestran una disminución ($P \leq 0,01$, Cuadro 10 del Apéndice) en el pH por efecto del fertilizante nitrogenado y por las especies de pastos. Los promedios para pH del suelo al final del experimento, se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de suelo después del experimento.

Frecuencia (días)	% M O	% N Total	pH
14	5,23	0,27	5,14
28	5,58	0,29	5,19
42	5,42	0,29	5,18
Promedios	5,41	0,28	5,17

Aunque la reacción del suelo la afectan numerosos factores, en el presente estudio se considera el principal efecto como debido al fertilizante nitrogenado y ello puede verse con los promedios presentados en el Cuadro 18. En dicho cuadro se observa que hubo una disminución progresiva conforme se incrementó la dosis aplicada. Lo anterior tiene una gran importancia desde el punto de vista agronómico, puesto que si en un lapso de seis meses hubo esta disminución en el pH, en períodos prolongados que abarquen varios años la disminución será mayor. Al ocurrir esto en una pradera con pasto permanente la producción de forraje puede verse afectada, tanto por inhibición en el desarrollo radical de las plantas, como en la disponibilidad y aprovechamiento de otros nutrimentos del suelo. Por tal razón es necesario que cuando la aplicación de nitrógeno a los pastos con fertilizante de acción residual ácida como en el caso del nitrato de amonio en el presente estudio, se debe aplicar cal periódicamente a los suelos para contrarrestar su efecto acidificante; alternativamente usar otra fuente nitrogenada. Estos efectos sobre las características del suelo deben estudiarse con mayor detención para conocer los efectos a largo plazo del uso de fertilizante en praderas.

Cuadro 18. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la reacción (pH) del suelo.

Frecuencia (días)	Dosis de nitrógeno aplicado (kg/ha/año)				Promedios
	0	250	500	1000	
14	5,28	5,24	5,08	4,90	5,14
28	5,34	5,23	5,19	5,00	5,19
42	5,29	5,20	5,23	5,03	5,18
Promedios	5,30	5,23	5,17	4,98	5,17

4.5.2. Nitrógeno total

En el Cuadro 17 se presentan los valores para nitrógeno total en contrados en el análisis de suelo al final del experimento. El porcentaje de este elemento en el suelo no varió por efecto de los tratamientos. Posiblemente un mayor período experimental acuse una reducción apreciable en el contenido de nitrógeno total, especialmente en los tratamientos sin nitrógeno.

4.5.3. Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica tampoco sufrió variación en el suelo, posiblemente también a causa del corto período experimental. En el Cuadro 17 se presentan los valores obtenidos al final del experimento.

Los resultados de los dos aspectos anteriores concuerdan con lo reportado para las condiciones de Colombia por Ramírez y Lotero (57) y Lotero y Monsalve (43), quienes en períodos de 5 y 3 años respectivamente, no encontraron variaciones en el suelo inicial y final de los experimentos, tanto en el contenido de nitrógeno total como en la materia orgánica por efecto de la dosis y de la frecuencia de aplicación de fertilizante nitrogenado.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente experimento se puede concluir y recomendar lo siguiente:

1. Pastoreos frecuentes aumentan la producción de forraje; sin embargo, para decisiones cuantitativas se requieren estudios de evaluación de la interacción frecuencia e intensidad de pastoreo.
2. La fertilización nitrogenada incrementa la producción de forraje, pero durante la época de menor crecimiento fisiológico su mayor efecto está en la calidad de los pastos.
3. Las diferencias entre especies se relacionan con la producción de forraje y su resistencia al pastoreo, más no con la calidad del forraje.
4. La existencia de interacciones significativas entre los diferentes factores estudiados, implica que las decisiones cuantitativas deben tomarse dentro de cada especie.
5. Se recomienda mayor investigación sobre la resistencia al pastoreo del pasto guinea por ser el que mostró buena producción y calidad y posiblemente la mayor aceptación por el ganado.

6. RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Finca Experimental Ganadera del Departamento de Ganadería Tropical del Centro de Enseñanza e Investigación, durante seis meses a partir del 1º de noviembre de 1973, hasta el 30 de abril de 1974. Los objetivos fueron determinar los efectos del pastoreo y la fertilización sobre algunas especies promisorias de gramíneas tropicales. Se estudiaron tres intervalos entre pastoreo de 14, 28 y 42 días; cuatro dosis de nitrógeno: 0, 250, 500 y 1000 kg de N/ha/año, se usó nitrato de amonio con 33,50 por ciento de nitrógeno. Las especies de gramíneas estudiadas fueron: bermuda (Cynodon dactylon (L) Pers), congo (Brachiaria ruziziensis Germain et Everard), estrella (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger), guinea (Panicum maximum Jacq) cultivar 'Embu', limpo (Hemarthria altissima Stapf et Hubbard) y pangola (Digitaria decumbens Stent).

Las frecuencias de pastoreo de 14, 28 y 42 días produjeron los efectos siguientes sobre los parámetros en estudio: la producción de materia seca de forraje fue de 13,13, 6,53 y 7,90 Ton/ha ($P \leq 0,05$); el contenido de materia seca 26,70, 27,40 y 31,40 por ciento; la digestibilidad in-vitro 53,20, 58,40 y 55,40 por ciento. El contenido de proteína cruda, 12,40, 12,60 y 10,80 por ciento; la tasa de crecimiento 78,30, 38,60 y 47,30 kg de MS/ha/día ($P \leq 0,05$); materia seca digestible total 6,80, 3,80 y 4,30 Ton/ha ($P \leq 0,05$); y la producción de proteína 1,60, 0,80 y 0,90 Ton/ha ($P \leq 0,05$). Solo en el contenido de materia seca, digestibilidad y contenido de proteína cruda no se encontraron efectos significativos por efecto del intervalo de pastoreo.

La dosis de nitrógeno incrementó tanto la cantidad como la calidad del forraje producido; sin embargo, las diferencias en la producción no fueron significativas. La tasa de crecimiento diario de forraje por efecto de la fertilización nitrogenada sigue la expresión: $Y = 58,60 - 9,20e^{-0,00299X}$ con $r^2 = 0,999$; el porcentaje de digestibilidad in-vitro de la materia seca $Y = 56,60 - 19,90e^{-0,00139X}$ con $r^2 = 0,999$; la producción de materia seca digestible total $Y = 5,40 - 0,97e^{-0,00315X}$ con $r^2 = 0,975$; el contenido de proteína cruda $Y = 14,50 - 4,45e^{-0,00168X}$ con $r^2 = 0,999$; y la producción de proteína total $Y = 1,30 - 0,47e^{-0,00304X}$ con $r^2 = 0,988$.

Las especies de pasto fueron significativamente diferentes ($P \leq 0,01$) en la producción de forraje, siendo todas ellas semejantes en calidad del forraje producido. La mayor productividad se obtuvo con los pastos estrella, bermuda y guinea, con 10,30, 10,20 y 9,50 Ton/ha respectivamente. Los pastos congo 8,90 Ton/ha y pangola 8,80 Ton/ha fueron intermedios y limpo con 7,10 Ton/ha fue el más bajo.

La composición botánica se alteró por efecto de la frecuencia de pastoreo y de la fertilización nitrogenada, disminuyendo en todos los casos el área cubierta por pasto. Esta disminución se compensó con aumentos del área cubierta con malezas. Los mayores cambios ocurrieron con pastoreos frecuentes. En la fertilización nitrogenada la disminución del área cubierta con pasto en los pastoreos frecuentes fue menor conforme se incrementó la dosis aplicada, en cambio en pastoreos cada 42 días la disminución fue mayor con dosis altas, favoreciéndose en esta frecuencia la invasión de malezas.

Los resultados de los análisis químicos al suelo, inicial y final del experimento, presentan una disminución significativa ($P \leq 0,01$) del pH por efecto de la fertilización nitrogenada; dicha disminución fue mayor con el incremento de la dosis aplicada.

6a. SUMMARY

An experiment was conducted at the Animal Husbandry Experiment Station of the Tropical Animal Husbandry of the Tropical Center of Teaching and Research during six months from November 1, 1973 to April 30, 1974. The objectives of the trial were to evaluate the effect of frequency of grazing and the doses of nitrogen upon the performance of six promissory tropical grasses.

The frequency of grazing were every 14, 28 and 42 days, the doses of nitrogen were 0, 250, 500 and 1000 kg/ha/year, using ammonium nitrate as the source of nitrogen. The grasses studied were bermuda grass (Cynodon dactylon (L) Pers) coast-cross 1, congo grass (Brachiaria ruziziensis Germain et Everard), african star grass (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger), guinea grass (Panicum maximum Jacq), limpo grass (Hemarthria altissima Stapf et Hubbard) and pangola grass (Digitaria decumbens Stent).

Forage dry matter production was 13.10, 6.50, 7.90 Ton/ha for the grazing intervals of 14, 28 and 42 days ($P \leq 0.05$); for same intervals the percentage dry matter was 26.70, 27.40, 31.40 per cent; the in-vitro dry matter digestibility was 53.20, 58.40, 55.40 per cent; crude protein content was 12.40, 12.60, 10.80 per cent; rate growth was 78.30, 38.60, 47.30 ($P \leq 0.05$); total digestible dry matter 6.80, 3.80, 4.30 Ton/ha ($P \leq 0.05$); and total crude protein production 1.60, 0.80, 0.90 Ton/ha ($P \leq 0.05$).

Doses of nitrogen increased quantity and quality of the forage produced but no statistical differences in production were found. Daily rate of growth due to nitrogen fertilization followed the

expression $Y = 58,60 - 9,20e^{-0,00299X}$ with $r^2 = 0,999$; the effect of nitrogen upon the other parameters under study followed the expression $Y = 56.60 - 19.90e^{-0.00139X}$, $r^2 = 0.999$ for in-vitro dry matter digestibility; $Y = 5.4 - 0.97e^{-0.00315X}$, $r^2 = 0.975$ for total digestible dry matter production; $Y = 14.5 - 4.45e^{-0.00168X}$, $r^2 = 0.999$ for crude protein content and $Y = 1.30 - 0.47e^{-0.00304X}$, $r^2 = 0.988$ for total production of protein.

Statistical differences were found for dry matter production of among the different grasses. Quality parameters were not significant. The higher production was obtained with african star grass, bermuda grass and guinea grass with 10.30, 10.20 and 9.50 Ton/ha respectively. Congo grass was the 8.90 Ton/ha and pangola grass was the 8.80 Ton/ha were intermediate and limpo grass with 7.10 Ton/ha was the lowest production.

Botanical composition was altered by affect of frequency of grazing and nitrogen fertilization. In all cases the area covered by the grass decreased. The decrease in grass cover was balanced by an increase in weed cover. The most changes occurred under frequent grazing. High level nitrogen fertilization associated with frequent grazing caused less decrease in grass cover but the same doses and longer grazing frequencies caused an increase in weed invasion.

The chemical analysis of the soil prior to and at the end of the experiment showed a significant decrease in pH. This effect was mainly due to the doses of nitrogen applied.

7. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, A. V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-CTEI. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 137 p.
2. AGYARE, J. A. y WATKIN, B. R. Some effects of grazing management and its components of some pasture grasses. *Journal British Grassland Society* 22(3):182-191. 1967.
3. ALBA, J. DE. Alimentación del ganado en la América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 336 p.
4. ARROYO, A. J. A. et al. Valor nutritivo y consumo voluntario de las gramíneas pangola (Digitaria decumbens), congo (Brachia-
ria ruziziensis) y estrella (Cynodon nlemfuensis). Memoria ALPA 8:91-106. 1973.
5. BALCH, C. C. y CAMPLING, R. C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews* 32:669-868. 1962.
6. BARNES, D. L. Growth and management studies on panicum and star grass. I. Rhodesia Agriculture Journal 57(5):399-411. 1960.
7. _____. Growth and management studies on panicum and star grass. II. Rhodesia Agriculture Journal 57(6):451-457. 1960.
8. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, D. F., Herrero, 1970. 468 p.
9. BLASER, R. E. Symposium on forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. *Journal Animal Science* 23:248-253. 1964.
10. BREDON, R. M. y HORRELL, C. R. Management studies with Panicum maximum in Uganda. I. Effect of cutting interval and nitrogen fertilizer on yield. *Journal of Experimental Agriculture* 31:334-342. 1963.
11. _____ y HORRELL, C. R. Management studies with Panicum maximum in Uganda. II. The effect of cutting interval and nitrogen fertilizer on chemical composition and nutritive value. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 31:343-350. 1963.

12. 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.
13. BROUGHAM, R. W. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of a pasture of short rotation rye-grass and red and white clover. New Zealand Journal of Agriculture Research 2(6):1232-1248. 1959.
14. BURTON, G. W., JACKSON, J. E. y HART, R. H. Effects of cutting frequency and nitrogen on yield, in-vitro digestibility, and protein, fiber, and carotene content of coastal bermuda-grass. Agronomy Journal 55:500-502. 1963.
15. CAMERON, C. D. T. Intake and digestibility of nitrogen-fertilizer grass hays by wethers. Canadian Journal Animal Science 47:123-125. 1967.
16. CAMERON, I. H. y CANNON, D. J. Changes in the botanical composition of pasture in relation to rate of stocking with sheep, and consequent effects on wool production. In International Grassland Congress, 11th., Queensland, 1970. Proceedings. Queensland, University of Queensland Press, 1970. pp. 640-646.
17. COOPER, J. P. Potential production and energy conversion in temperature and tropical grasses. Herbage Abstracts 40(1): 1-15. 1970.
18. COSTA RICA. INSTITUTO GEOGRAFICO. Mapa topográfico. Hoja Tucurrique. San José, 1963. 1 h. Escala 1:50.000.
19. COWLING, D. W. y LOCKYER, D. R. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and growth in association with white clover. I. Yield of dry matter. Journal of the British Grassland Society 20(3):197-204. 1965.
20. _____ y LOCKYER, D. R. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and to growth in association with white clover. II. Yield of nitrogen. Journal of the British Grassland Society 22(1):53-61. 1967.
21. CROWDER, L. V., MICHIELIN, A. y BASTIDAS, A. Respuesta del pasto pangola (Digitaria decumbens) a diferentes cantidades y frecuencias de aplicación de nitrógeno en Colombia. Agricultura Tropical (Colombia) 20(8):453-462. 1964.
22. CHICCO, C. R. Estudio de la digestibilidad de los pastos en Venezuela. IV. Valor nutritivo del pasto pangola (Digitaria decumbens) en varios estados de crecimiento. Agronomía Tropical (Venezuela) 12(2):57-63. 1962.

23. DEINUM, B. y DIRVEN, P. J. G. Climate, nitrogen and grass. 5. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of congo grass (Brachia-
ria ruziziensis) Germain et Everard. Journal Agricultural
Science 20:125-132. 1972.
24. DENT, J. W. y ALDRICH, D. T. A. The in-vitro digestibility of
herbage species and varieties and its relationship with cut-
ting treatment, stage of growth and chemical composition.
In Proceeding of the International Grassland Congress
Finalandia, 1966. pp. 419-428.
25. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. Traducción al castellano
por Xavier Llimona Pagés. Barcelona, Omega, 1970. 379 p.
26. DOTZENKO, A. D. Effect of different nitrogen levels on the
yield, total content, and nitrogen recovery of six grasses
grown under irrigation. Agronomy Journal 53:131-133.
1961.
27. EGDELING, J. W. An annotated list of the grasses of the Uganda
protectorate. 2 ed. Uganda, Government Printer, 1947.
22 p.
28. GARCIA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática
de KOPPEN (para adaptarlo a las condiciones de la República
Mexicana). México, D. F., s.e. 1964. 71 p.
29. GARDNER, A. L. Estudio sobre métodos agronómicos para la evalua-
ción de las pasturas. Montevideo, Uruguay, IICA, 1967. 84 p.
30. GARRIDO, O. Growth of star grass and pangola grass. Herbage
Abstracts 35(3):192. 1965.
31. GOMIDE, J. A. et al. Effect of plant age and nitrogen fertili-
zation on the chemical composition and in-vitro cellulose
digestibility of tropical grasses. Agronomy Journal 61(1):
116-119. 1969.
32. GRISALES, G. A. y URIBE, H. A. Efecto del nitrógeno aplicado al
suelo y al follaje sobre la producción y el contenido de
proteína del pasto pangola. Cenicafé (Colombia) 17(4):
132-140. 1966.
33. GUTIERREZ O., M. A. Comparación de dos métodos intensivos de
utilización de pasto estrella africana (Cynodon plectosta-
chys (K Schum) Pilger) en la producción de leche. Tesis
Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 71 p.

34. GUTIERREZ O., M. A. Evaluación de seis leguminosas asociadas con estrella africana, determinación del ácido cianhídrico en estrella africana y el estudio del guinea rastrero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. (Sin publicar).
35. HARRISON, C. M. Responses of kentucky bluegrass to variations in temperature, light, cutting, and fertilizing. *Plant Physiology* 9:83-106. 1934.
36. HAVARD, D. B. Las plantas forrajeras tropicales. Madrid, Editorial Blume, 1969. 74 p.
37. HERNERA, G., LOTERO, J. y CROWDER, L. V. Influencia del nitrógeno y frecuencia de aplicación en la producción de forraje y proteína del pasto pangola. *Agricultura Tropical (Colombia)* 23(5):297-312. 1967.
38. HIGHT, G. K., et al. Some effects of shading and nitrogen fertilizer on the chemical composition of freeze-dried and oven-dried herbage and on the nutritive value of oven-dried herbage fed to sheep New Zealand. *Journal Agricultural Research* 11:286-302. 1968.
39. HOLMES, J. C. y LANG, R. W. Effects of fertilizer nitrogen and herbage dry-matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Animal Production* 5:17-26. 1963.
40. HUGHES, D. H., HEATH, M. E. y METACALFE, S. D. Forrajes. 2 ed. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, D. F., CECSA, 1966. 758 p.
41. LIIV, J. Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization. *In International Grassland Congress, 11th., Queensland, 1970. Proceedings Queensland, University of Queensland Press, 1970. pp. 646-648.*
42. LITTLE, S., VICENTE, J. y ABRUÑA, F. Yield and protein content of irrigated napiergrass (*Pennisetum purpureum*), guineagrass (*Panicum maximum*) and pangolagrass (*Digitaria decumbens*) as affected by nitrogen fertilization. *Agronomy Journal* 51: 111-113. 1959.
43. LOTERO, C. J. y MONSALVE, S. A. Efecto de fuentes y dosis de aplicación de nitrógeno en las propiedades químicas de un suelo. *Revista ICA (Colombia)* 5(3):199-220. 1970.
44. LOWREY, R. S. et al. In-vitro studies with coastcross 1 and other bermudas. Georgia Agricultural Experiment Station. Research Bulletin no. 55. 1968. 22 p.

45. McDOWELL, R. L. et al. Latin American tables of feed composition. University of Florida. 1974. 509 p.
46. McILROY, J. R. Tropical grassland Husbandry. New York, Oxford University Press, 1964. pp. 79-84.
47. _____. Carbohydrates of grassland herbage. Herbage Abstracts 37:79-87. 1967.
48. MARTEN, G. C. y DONKER, J. D. Selective grazing induced by animal excreta. II. Investigation of a causal theory. Journal Dairy Science 47:871-874. 1964.
49. MICHIELIN, A. y CROWDER, L. V. Influencia de los niveles y frecuencia de aplicación de nitrógeno en la producción de pasto pangola. Agricultura Tropical (Colombia) 15(12):843-852. 1959.
50. MINSON, D. J., RAYMOND, W. F. y HARRIS, C. E. Studies in the digestibility of herbage. VIII. The digestibility of S 37 cooksfoot, S 23 Ryegrass and S 24 Ryegrass. Journal British Grassland Society 15(2):174-180. 1960.
51. _____. The voluntary intake and digestibility, in sheep, of chopped and lelleted Digitaria decumbens (Pangola grass) following a late application of fertilizer nitrogen. British Journal Nutrition 21:587-597. 1967.
52. NIEHAUS, H. M. Effect of N fertilizer on yield, crude protein content, and in-vitro dry-matter disappearance in Phalaris arundinacea L. Agronomy Journal 63(5):793-794. 1971.
53. OLSEN, J. F. Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. Tropical Agriculture (Trinidad) 49(3): 251-259. 1972.
54. 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.
55.) PRINE, G. M. y BURTON, G. W. The effect of nitrogen rate and clepping frequency upon the yield protein content and certain morphological characteristics of coastal Bermuda grass (Cynodon dactylon), Agronomy Journal 48(7):296-301. 1956.
56. QUINN, L. R. et al. Beef production of six tropical grasses. Herbage Abstracts 34:89. 1964.

57. RAMIREZ, P. A. y LOTERO, C. J. Efecto de la dosis y frecuencia de aplicación de nitrógeno en la fertilidad y propiedades químicas del suelo. Revista ICA (Colombia) 4(4):227-254. 1969.
58. _____. Efecto de la frecuencia y altura de corte y dosis de nitrógeno en la producción y valor nutritivo del pasto bermuda cost-cross 1 (Cynodon dactylon). Turrialba, Costa Rica, 1974. (Sin publicar).
59. _____. 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) Pilger). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 118 p.
60. RAYMOND, W. F. The nutritive value of forage crops. Advances in Agronomy 21:1-108. 1969.
61. RICARDO, R. F. Efecto del nitrógeno y del corte en la producción y composición del pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 99 p.
62. RODRIGUEZ, C. S. y FRENCH, M. H. Efecto de diferentes niveles de abono nitrogenado sobre el rendimiento y contenido de proteína de tres pastos tropicales. Memoria ALPA 2:107-114. 1967.
63. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. Procedure for the in-vitro digestion of herbage sample. Berkshire, The Grassland Research Institute, 1968. 22 p.
64. UTLEY, R. P. et al. Coastcross-1 bermudagrass, coastal bermudagrass and pensacola bahiagrass as summer pasture for steers. Journal of Animal Science 38(3):490-495. 1974.
65. VILLAMIZAR, F. y LOTERO, C. J. Respuesta del pasto pangola a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Revista ICA (Colombia) 2(1):57-70. 1967.
66. WALKLEY, A. y BLACK, T. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38. 1934.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Características físicas del perfil Serie Instituto Fase Pedregoso (tomado de Aguirre (1)).

Hori- zonte	Profun- didad cm	Densidad aparente g/cc	Densidad partículas	Humedad gravimét.	Porosi- dad	Arena %	Limo	Arcilla	Textura
Ap	0-22	1,21	2,6	44,21	54,34	25,00	41,80	32,20	Franco arcilloso
Ac	22-50	1,21	2,6	46,84	53,82	18,40	28,40	53,20	Arcilloso
C ₁	50-70	1,21	2,7	49,20	35,68	22,20	29,30	48,50	Arcilloso
IIC ₂	70-115	1,11	2,7	51,70	59,64	28,30	32,20	39,50	Franco arcilloso
IIC ₃	115-140	1,15	2,8	51,41	58,48	33,00	29,00	38,00	Franco arcilloso

Cuadro 2. Características químicas del perfil Serie Instituto Fase Pedregoso. (Tomado de Aguirre (1)).

Horizonte	Profundidad cm	pH		M O	C	N	C/N	P disponible ppm
		H ₂ O	CaCl ₂					
Ap	0-22	5,7	5,2	6,19	3,59	0,30	12,00	1,62
Ac	22-50	5,7	5,4	2,74	1,59	0,10	15,9	0,32
C ₁	50-70	5,2	4,5	Tra.	Tra.	0,05	--	0,23
IIC ₂	70-115	5,4	4,3	0,89	0,51	0,03	17,0	0,74
IIC ₃	115-140	5,1	4,5	1,27	0,74	0,05	14,8	1,73

Cuadro 3. Análisis de variancia para producción de materia seca en kilos por hectárea.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	23 755 116,06	0,41
Frecuencia de pastoreo (F)	2	873 815 425,50	14,95*
Error (a)	4	58 455 656,11	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	17 352 972,05	1,19
N x F	6	12 528 972,72	0,86
Error (b)	18	14 641 296,04	
Especies Gramíneas (G)	5	49 914 982,48	7,43**
G x F	10	9 220 760,02	1,37
G x N	15	8 581 233,08	1,28
G x F x N	30	4 900 030,95	0,73
Error (c)	120	6 720 947,61	
TOTAL	215		

Cuadro 4. Análisis de variancia para contenido de la materia seca del forraje.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	34,48	0,18
Frecuencia de pastoreo (F)	2	458,84	2,36
Error (a)	4	194,21	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	341,74	33,80**
N x F	6	21,43	2,12
Error (b)	18	10,11	
Especies Gramíneas (G)	5	669,30	128,46**
G x F	10	6,43	1,23
G x N	15	16,41	3,15**
G x F x N	30	5,12	0,98
Error (c)	120	5,21	
TOTAL	215		

Cuadro 5. Análisis de variancia para tasa de crecimiento diario de materia seca en kilos por hectárea.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	746,98	0,37
Frecuencia de pastoreo (F)	2	31 152,54	15,28*
Error (a)	4	2 037,93	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	674,15	1,23
N x F	6	443,64	0,81
Error (b)	18	547,53	
Especies Gramíneas (G)	5	1 730,95	7,42**
G x F	10	321,62	1,37
G x N	15	307,55	1,31
G x F x N	30	169,36	0,72
Error (c)	120	233,42	
TOTAL	215		

Cuadro 6. Análisis de variancia para porcentaje de digestibilidad de la materia seca.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	2,59	0,09
Frecuencia de pastoreo (F)	2	37,56	1,35
Error (a)	4	27,82	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	143,08	17,51**
N x F	6	134,71	16,49**
Error (b)	18	8,17	
Especies Gramíneas (G)	5	31,27	1,96
G x F	10	39,88	2,50**
G x N	15	15,42	0,97
G x F x N	30	26,08	1,76*
Error (c)	120		
TOTAL	215		

Cuadro 7. Análisis de variancia para materia seca digestible total en kilos por hectárea.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	11 754 176,03	0,60
Frecuencia de pastoreo (F)	2	188 488 128,40	9,68*
Error (a)	4	19 468 488,05	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	9 108 850,68	2,23
N x F	6	3 928 697,34	0,96
Error (b)	18	4 084 479,56	
Especies Gramíneas (G)	5	17 807 494,44	8,35**
G x F	10	3 013 216,00	1,41
G x N	15	3 153 770,14	1,48
G x F x N	30	1 646 587,20	0,77
Error (c)	120	2 131 531,74	
TOTAL	215		

Cuadro 8. Análisis de variancia para porcentaje de proteína cruda de la materia seca.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	0,15	0,10
Frecuencia de pastoreo (F)	2	3,24	2,22
Error (a)	4	1,46	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	7,89	4,53*
N x F	6	30,18	17,34**
Error (b)	18	1,74	
Especies Gramíneas (G)	5	2,59	1,82
G x F	10	10,80	7,61**
G x N	15	3,78	2,66**
G x F x N	30	8,69	6,12**
Error (c)	120	1,42	
TOTAL	215		

Cuadro 9. Análisis de variancia para producción de proteína en kilos por hectárea.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrad. Medio	F
Repeticiones	2	189 877,00	0,21
Frecuencia de pastoreo	2	14 463 376,03	15,84*
Error (a)	4	912 827,38	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	2 230 496,67	6,82**
N x F	6	334 740,63	1,02
Error (b)	18	327 023,90	
Especies Gramíneas (G)	5	1 398 293,20	7,90**
G x F	10	272 239,85	1,54
G x N	15	290 101,27	1,64
G x F x N	30	184 778,93	1,04
Error (c)	120	177 008,89	
TOTAL	215		

Cuadro 10. Análisis de variancia para reacción (pH) del suelo.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	0,04	0,20
Frecuencia de pastoreo (F)	2	0,28	1,40
Error (a)	4	0,20	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	1,04	26,00**
N x F	6	0,06	1,50
Error (b)	18	0,04	
Especies Gramíneas (G)	5	0,07	3,50**
G x F	10	0,02	1,00
G x N	15	0,03	1,50
G x F x N	30	0,02	1,00
Error (c)	120	0,02	
TOTAL	215		

Cuadro 11. Análisis de variancia para composición botánica.

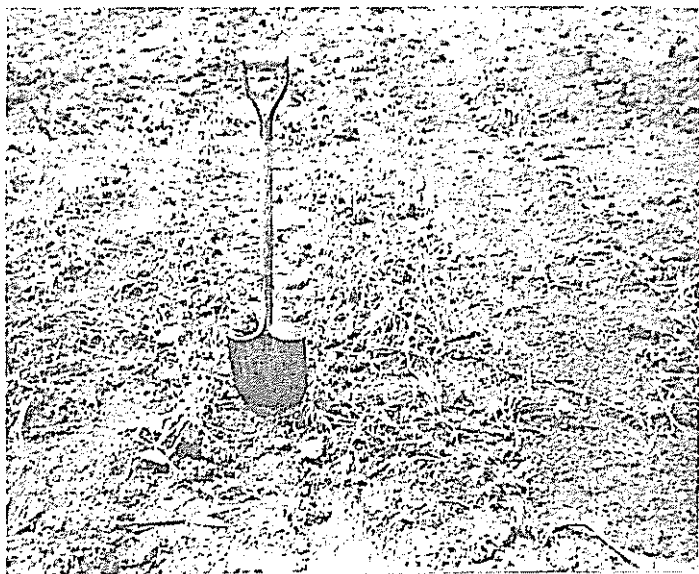
Fuente de variación	G.L.	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	2	2 258,89	3,81
Frecuencia de pastoreo	2	6 190,59	10,45*
Error (a)	4	592,65	
Dosis de Nitrógeno (N)	3	1 205,24	3,19*
N x F	6	972,69	2,58
Error (b)	18	377,32	
Especies gramíneas (G)	5	14 786,65	29,27**
G x F	10	1 137,56	2,25*
G x N	15	1 043,76	2,07*
G x F x N	30	296,30	0,59
Error (c)	120	505,25	
TOTAL	215		



A. Aspecto general del área de estudio. En el centro el ganado pastoreando la superficie experimental.



B. Detalle del establecimiento del área experimental.

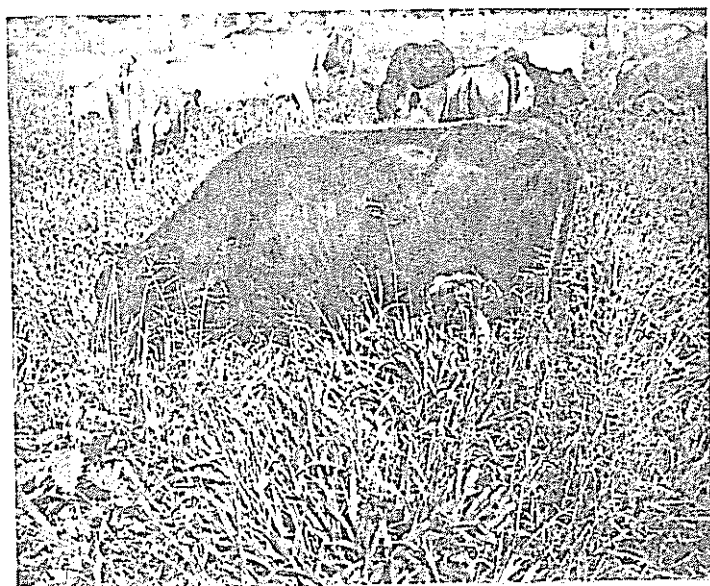


C. Detalle de una parcela con pasto bermuda a los ocho días de trasplantada.

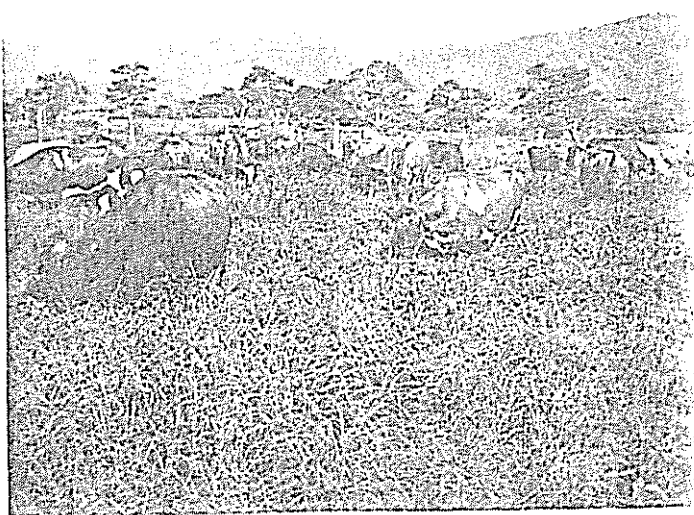


D. Detalle de una parcela con pasto limpo a los ocho días de trasplantada.

Fig. 1 Aspectos generales sobre la localización y establecimiento del experimento.



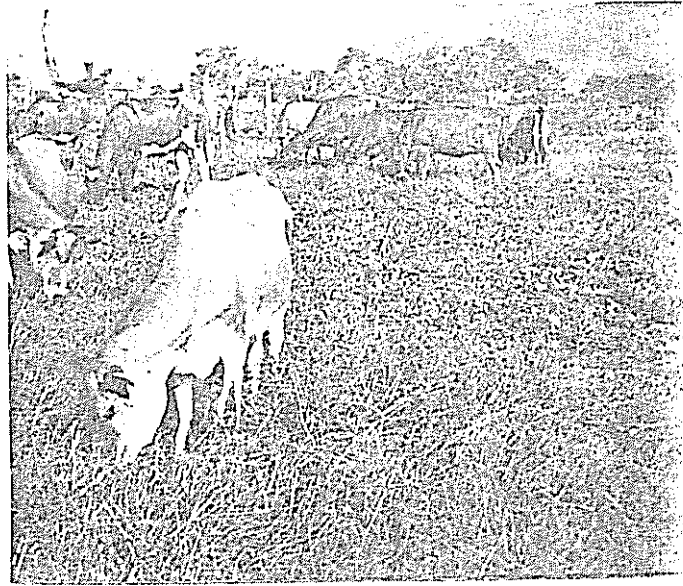
A. Al iniciar el pastoreo, el ganado se concentra en parcelas con pastos más apetecibles como el congo.



B. Los animales se dispersan causando pisoteo de las especies.

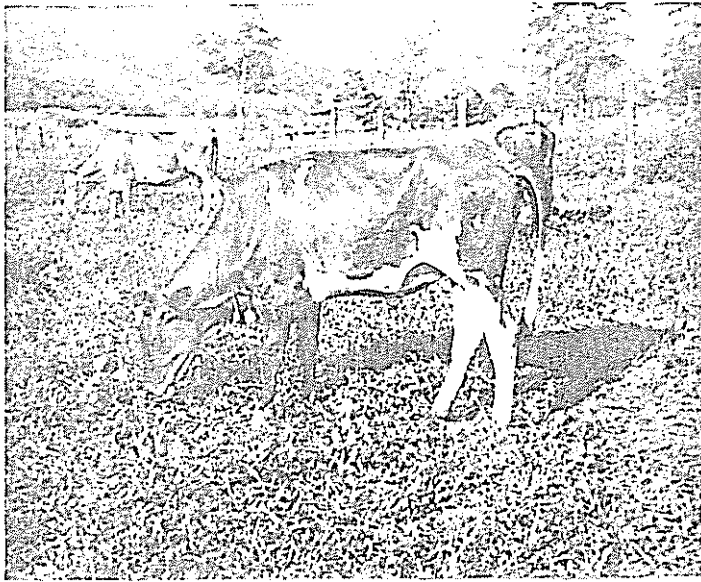


C. Después de algunas horas, el ganado empieza a desmenuar el pasto estirado.



D. Antes de terminar el pastoreo en la mañana, se observan las diferencias en el consumo de los pastos.

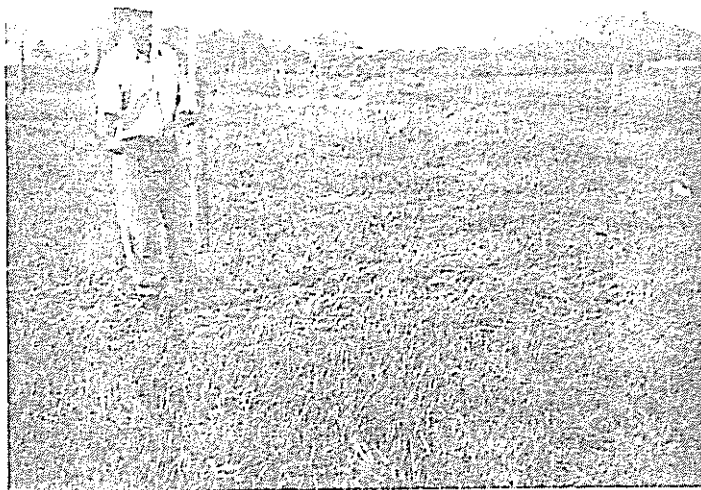
Fig. 2 Características del pastoreo por la mañana de una parcela con frecuencia de pastoreo cada 28 días.



A. Por la tarde el ganado sigue buscando el pasto guinea.

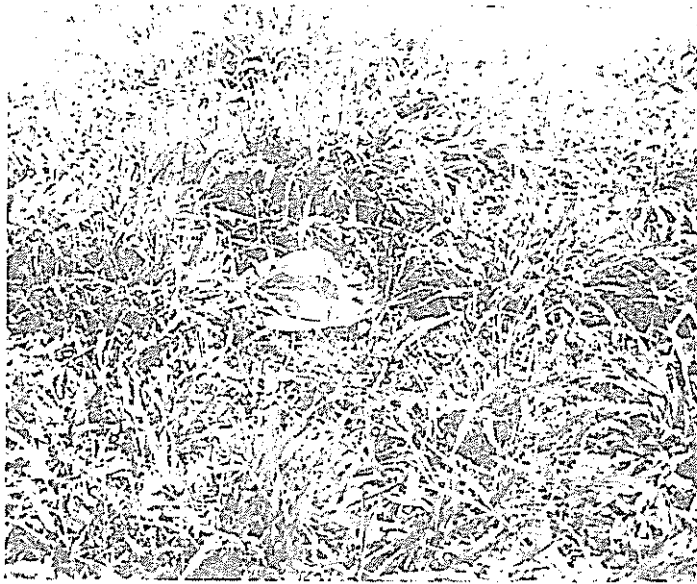


B. Obsérvense las diferencias en el pastoreo de las parcelas.

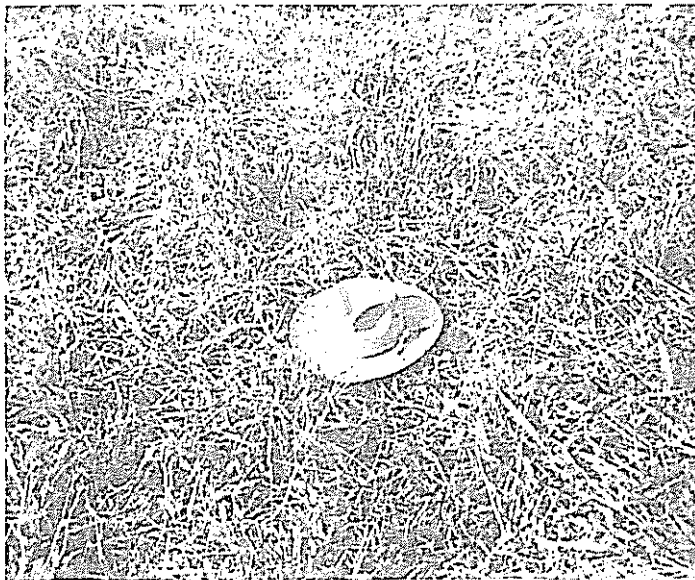


C y D. Al día siguiente del pastoreo, al realizar la fertilización, se nota la altura del pasto bermuda.

Fig. 3 Características del pastoreo por la tarde de una parcela con frecuencia de pastoreo cada 28 días.



A. Parcela de pasto congo con 28 días de rebrote.



B. La misma parcela después de un día de pastoreo.

Fig. 4 Respuesta del pasto congo al efecto del pastoreo cada 28 días.