

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO DE PRADERAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD
BAJO LOS EFECTOS DEL PERIODO DE DESCANSO, PRESION
DE PASTOREO Y FERTILIZACION FOSFATADA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto
de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de
la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiarum

MARCIAL C. GONZALEZ RODRIGUEZ

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

1979

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE,
como requisito parcial para optar al grado de

JURADO:

Magister Scientiae

Gustavo Cubillos, Ph.D

Profesor Consejero

Danilo Pezo, Mag.Sci.

Miembro del Comité

José Fargas, Ph.D.

Miembro del Comité

Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica

Marcial C. González Rodríguez
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa

A mis hijos

A mi vieja

A la memoria de mis padres

A mis amigos

AGRADECIMIENTO

El autor expresa sus agradecimientos:

- A la Universidad de Oriente de Venezuela por el apoyo económico prestado para la realización de mis estudios de posgrado.
- Al Dr. Gustavo Cubillos, Consejero Principal, por la valiosa orientación en el planeamiento y desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. Danilo Pezo Q., Miembro del Comité Consejero, por su interés, acertadas sugerencias y constante apoyo durante la realización del presente trabajo.
- Al Dr. José Fargas, Miembro del Comité Consejero, por sus oportunas sugerencias al presente trabajo.
- A mi esposa Gloria, por la comprensión, solidaridad y constante estímulo durante mis estudios de posgrado.
- A mis compañeros de curso por la grata amistad y solidaridad brindadas durante mi estada en el CATIF.
- A todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en Catuaro, Estado de Sucre, Venezuela. Realizó sus estudios primarios en la escuela "María Reina de López" y bachillerato en el Liceo Simón Rodríguez de Carúpano.

Cursó sus estudios universitarios en la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Oriente, Monagas, Venezuela; graduándose como Zootecnista en 1971.

Trabajó para el Banco de Desarrollo Agropecuario de 1971 a 1972, cuando ingresó como profesor ordinario de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Oriente, en el área de forrajicultura.

Becado por la misma Universidad, ingresa como estudiante graduado al Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en Julio de 1977, obteniendo el título de *Magister Scientiae* en Octubre de 1979.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Período de descanso	4
2.2. Presión de pastoreo	5
2.3. Fertilización fosfatada	7
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1. Ubicación y descripción del área experimental	9
3.2. Determinaciones realizadas en la pradera	10
3.2.1. Composición botánica	10
3.2.2. Porcentaje de cobertura	11
3.2.3. Materia seca ofrecida	11
3.2.4. Materia seca residual	12
3.2.5. Materia seca consumida	12
3.2.6. Utilización de la materia seca consumida	13
3.2.7. Carga Animal	14
3.2.8. Tasa de crecimiento	14
3.2.9. Resistencia a la penetración	14
3.3. Determinaciones realizadas en laboratorio	15
3.3.1. Análisis del suelo	15
3.3.2. Análisis de planta	16
3.4. Tratamientos y análisis estadísticos de la información	17
4. RESULTADOS Y DISCUSION	20
4.1. Efectos sobre la pradera	20
4.1.1. Composición botánica	20
4.1.2. Tasa de crecimiento	27
4.1.3. Materia seca ofrecida	29
4.1.4. Materia seca consumida	33
4.1.5. Consumo de materia seca por 100 kg de peso vivo por día	35
4.1.6. Contenido de proteína en la materia seca consumida.	38

	<u>Página</u>
4.1.7. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca consumida	40
4.1.8. Materia seca rechazada por hectárea	42
4.1.9. Utilización de la materia seca ofrecida	45
4.1.10. Carga animal.	49
4.2. Otras determinaciones realizadas	52
4.2.1. Porcentaje de cobertura	52
4.2.2. Resistencia a la penetración	52
4.2.3. Características químicas del suelo.	55
5. DISCUSION GENERAL	59
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
7. RESUMEN	65
7a. SUMMARY	69
8. BIBLIOGRAFIA	73
9. APENDICE	84

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No</u>		<u>Página</u>
1	Factores y niveles estudiados	17
2	Combinaciones seleccionadas	18
3	Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de gramíneas en la pradera	21
4	Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de leguminosas en la pradera	23
5	Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de malezas en la pradera	26
6	Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el porcentaje de proteína de la materia seca consumida	39
7	Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre la cobertura del suelo (%).	53
8	Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre la resistencia a la penetración del suelo	54
9	Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada sobre parámetros del suelo, analizados a dos diferentes profundidades (1 = 0 - 10 cm y 2 = 10 - 20 cm).	56
10	Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada sobre parámetros del suelo, analizados a dos profundidades (1 = 0 - 10 cm y 2 = 10 - 20 cm)	

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No</u>		<u>Página</u>
1	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)	28
2	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca ofrecida (kg/ha)	30
3	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca consumida (kg/ha)	34
4	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre el consumo de materia seca por 100 kg de peso vivo por día	36
5	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca consumida	41
6	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca rechazada (kg/ha)	43
7	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre el porcentaje de utilización del forraje ofrecido por pastoreo	46
8	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre el aprovechamiento total de la materia seca ofrecida (%)	48
9	Efecto del período de descanso y la presión de pastoreo sobre la carga animal (UA/ha/día)	50

APENDICEFigura No

1A	Distribución de la precipitación promedio de 34 años y durante el experimento	106
----	---	-----

CUADROS DEL APENDICE

<u>Cuadro No</u>		<u>Página</u>
1A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)	85
2A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca ofrecida (kg MS/ha)	86
3A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca consumida (kg/ha)	87
4A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el consumo de materia seca por 100 kg PV/día	88
5A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el porcentaje de digestibilidad del forraje consumido	89
6A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca rechazada (kg/ha)	90
7A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el porcentaje de utilización parcial del forraje ofrecido	91
8A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la eficiencia de utilización total.	92
9A	Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la carga animal (UA/ha/día)	93

<u>Cuadro No</u>		<u>Página</u>
10A	Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre los porcentajes de proteína y digestibilidad de las materias secas ofrecida y rechazada	94
11A	Efecto del período de descanso sobre la densidad (planta/m ²) de las especies más importantes durante el período experimental.	95
12A	Efecto de la presión de pastoreo sobre la densidad (plantas por m ²) de las especies más importantes durante el período experimental	96
13A	Efecto de la fertilización fosfatada sobre la densidad (plantas/m ²) de las especies más importantes durante el período experimental	97
14A	Datos originales de la composición botánica de la pradera bajo estudio.	98
15A	Resultados originales promedio obtenidos de los parámetros medidos en el suelo.	99
16A	Resultados originales promedio de parámetros medidos en la pradera	100
17A	Datos ajustados por covarianza de parámetros medidos en la pradera y en el suelo	101
18A	Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados en el suelo del área experimental a dos profundidades	102
19A	Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados a dos profundidades en el suelo del área experimental.	103
20A	Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados a dos profundidades en el suelo del área experimental.	104
21A	Matriz de correlación de los factores estudiados con los parámetros determinados en la pradera	105

1. INTRODUCCION

Un aspecto común en las explotaciones ganaderas de América Latina es la dependencia casi total de los forrajes como alimento y del pastoreo como sistema de alimentación. Esto trae serias implicaciones, ya que las condiciones climáticas existentes en esas regiones condicionan una estacionalidad en la producción de los pastos, la cual obliga tanto al productor como al investigador a buscar nuevas formas de manejo que les permitan una utilización eficiente de los recursos a lo largo del año, con el mínimo perjuicio para la relación suelo-planta-animal.

Elaborar un esquema de pastoreo que beneficie a todos los componentes del sistema es difícil y más aún en el trópico, donde las deficientes técnicas de manejo, ocasionan cuantiosas pérdidas de forrajes en la época de abundancia y un sobrepastoreo de los potreros en la época de escasez.

Como consecuencia de este descontrol en el manejo de las praderas, hay una sustitución de las especies de buen valor forrajero por otras de menor calidad, lo que conlleva a la formación de praderas de composición botánica heterogénea y de baja productividad.

El largo del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada son algunos de los factores de manejo que influyen directamente en la composición y productividad de los potreros, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de una pradera de **baja productividad** bajo los efectos del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada.

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Ganadera del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza durante los meses de Julio de 1978 a Marzo de 1979.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

La producción de un pastizal está directamente relacionada con su condición; definida ésta como la producción pasada del pastizal en comparación con la actual. Un mejoramiento en la condición representa un incremento en la cantidad y calidad del forraje disponible al pastoreo animal, lo que se relaciona directamente con mejora en la producción, siempre que haya una adecuada utilización del forraje. Por otro lado, si se hace un mal uso del pastizal, éste degenera por cambios en la composición botánica, disminución en la producción y densidad de las especies forrajeras deseables e incremento en la producción y densidad de las indeseables (54, 68, 82, 111, 122). Este último caso puede generalizarse para la mayor parte de las áreas de pastoreo en América Tropical, donde la degradación de pastizales por inadecuado manejo es frecuente, conformándose el ganadero con potreros de composición vegetal heterogénea y de baja productividad (93, 98, 105, 115, 122).

El período de descanso y la presión de pastoreo son componentes del manejo, que influyen directamente en la productividad de las praderas; sin embargo, se les ha prestado poca atención en los pastizales tropicales. Igualmente, la fertilización no es práctica generalizada en tales condiciones. Estos tres factores pueden ser, en parte, responsables de la baja productividad de dichas praderas, según lo que se describe a continuación.

2.1. Período de descanso.

Es importante establecer la forma como reacciona la pradera a la defoliación, ya sea continua o a determinados intervalos, sobre todo cuando la composición botánica es heterogénea.

La mayoría de los experimentos conducidos con igual carga animal han detectado pocas diferencias entre el pastoreo continuo y el rotacional, en términos de producción por hectárea. Se indica que sólo se justifica el descanso cuando la presión de pastoreo es alta (52, 79, 105, 118, 120).

Otras experiencias señalan que defoliaciones frecuentes y severas reducen el crecimiento radicular y la cantidad de reservas acumuladas. Estos efectos son mayores cuando la cosecha del forraje se lleva a cabo en la fase de crecimiento activo de la planta (66, 86). Además, en el rebrote y después de un pastoreo intenso, la tasa de respiración de la planta sobrepasa la de fotosíntesis, por lo que la planta retira carbohidratos de sus reservas, los cuales, para ser restituidos, necesitan de un período de descanso (13, 75).

El pastoreo rotacional ha sido recomendado en plantas de reproducción por semillas, asumiendo que, después de la defoliación, la planta requiere de un descanso para completar su proceso de semillamiento, además de que se evitan daños a plántulas recién germinadas (65).

Se ha comprobado que, cuando el período de descanso aumenta en duración, se producen altos rendimientos de materia seca, pero se impone una restricción al consumo en condiciones de pastoreo (65, 101),

restricción que puede relacionarse con una disminución en el contenido de proteína y en la digestibilidad (3, 6, 7).

El período de descanso afecta la composición botánica, principalmente cuando las especies forrajeras se reproducen por semillas. Pastoreos poco frecuentes favorecen la recuperación de especies de porte alto como la guinea (*Panicum maximum*, Jacq.) y jaragua (*Hyparrhenia ruffa* (NEES), Stapf), las cuales a su vez controlan malezas de porte bajo y poco resistentes al sombreado (36, 58, 118).

Generalmente, cuando se comparan períodos de descanso, los de corta duración (21-30 días) resultan en mayor carga animal (109, 120).

2.2. Presión de pastoreo.

La relación entre forraje disponibles y producción animal ha sido objeto de estudios frecuentes. La clarificación de esta relación ayuda a la interpretación de resultados experimentales y a la extrapolación de los mismos (88, 89).

Al desarrollar un sistema de utilización de forrajes, debe considerarse no sólo la cantidad del mismo comparada a los requerimientos del animal, sino también la disponibilidad del forraje. Debe ajustarse la carga animal a la disponibilidad de forraje para prevenir la mala utilización del forraje y la consecuente baja producción animal (85, 108).

La presión de pastoreo, definida como el número de animales por unidad de forraje disponible y unidad de tiempo (88), describe la

proporcionalidad entre animales y alimento, aspecto de gran utilidad no sólo en el manejo de pastizales, sino también en la investigación, porque en la medida en que las cargas tengan la misma relación con la disponibilidad de forraje, se obtendrán resultados que reflejarán los valores relativos de los tratamientos en estudio (56, 88, 80, 89).

Con relación al manejo de pastizales, cuando la presión de pastoreo aumenta, la producción animal por unidad de superficie también se incrementa hasta llegar a un máximo, donde el total del forraje consumido es igual al total del forraje disponible. Después de este punto, incrementos en la presión de pastoreo, resultan en una disminución lineal de la producción por hectárea. Así mismo, la producción por animal disminuye desde el punto en que por disminución de la disponibilidad, se le restringe al animal la oportunidad de seleccionar el material que consume y los animales pueden perder peso si es que la carga se lleva a extremos no recomendables (44, 45, 65, 59, 21, 101, 10, 18).

Cuando la disponibilidad de pasto aumenta, hay aumentos en la producción de leche, pero altos desperdicios de pasto por el poder selectivo de los bovinos. Si por el contrario, la disponibilidad es restringida, no hay oportunidad de seleccionar (33, 82, 96, 102, 107, 117) y el valor nutritivo del forraje consumido disminuye (72, 96, 116).

La composición botánica de un pastizal también es afectada por la presión de pastoreo y la magnitud del efecto dependerá de la intensidad con que el pastizal es defoliado. Así se tiene que, altas presiones

de pastoreo favorecen la aparición de especies de porte bajo, no compatibles con altas producciones (36, 61, 87, 105, 114). Además, hay mayor efecto sobre la compactación del suelo, sobre todo en zonas húmedas con suelos pesados (42).

2.3 Fertilización fosfatada.

El fósforo es un elemento indispensable para el crecimiento y supervivencia de todas las células vivas (38). Las plantas dependen enteramente del fósforo extraído de la solución del suelo, sea éste, derivado de componentes inorgánicos, orgánicos o adicionado en forma de fertilizante (15, 40, 47, 92). No obstante, la mayoría de los suelos tropicales son deficientes en fósforo, lo que limita el potencial productivo de los pastizales (23, 40, 47).

En diferentes investigaciones se indica que la fertilización fosfatada de praderas con predominancia de especies nativas, ha dado poca o ninguna respuesta (11, 53, 58, 72, 81, 115), mientras que otros experimentos señalan que la aplicación de fósforo en forma de superfosfato, ha incrementado la disponibilidad de forraje y la producción animal (28, 29, 90, 91, 103), mencionándose resultados donde se ha llegado a duplicar la producción de carne por hectárea (41).

El efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición botánica de una pradera, ha sido ampliamente discutido, verificándose notables incrementos en la población de leguminosas como respuesta a la aplicación de este elemento (4, 17, 27, 58, 74). El incremento en la

población de leguminosas redundando en beneficio de la calidad del pastizal, puesto que mejora su contenido de proteína, su digestibilidad y en consecuencia pueden esperarse mayores consumos (69, 112).

La cobertura del suelo puede ser incrementada por aplicación de fósforo al pastizal (2). Así mismo, el contenido de fósforo en la planta aumenta (43), lo que repercutirá positivamente en la productividad de los hatos, por el papel fundamental que desempeña este elemento en la reproducción (11, 19, 104).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y descripción del área experimental.

La presente investigación fue realizada durante los meses de julio de 1978 y marzo de 1979, en la "Estación Experimental Ganadera del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)", ubicada geográficamente entre las coordenadas 9° 55' 21" de Latitud Norte y 83° 49' 40" de Longitud Oeste; a una altitud de 600 m.s.n.m. Los promedios anuales de temperatura, precipitación y humedad relativa son 23°C, 2600 mm y 87 por ciento, respectivamente.

El suelo es de textura arcillosa y pertenece a la serie Instituto, fase pedregosa (1), con vegetación heterogénea donde dominaban especies espontáneas tales como: *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum* y *Homolepsis aturensis*, entre las gramíneas; *Dichromena ciliata* y *Killinga brevifolia*, entre las ciperáceas y *Elittraria imbricata*, *Pseudelephantopus spicatus* e *Hyptis* sp. entre las familias Acantácea, Compuesta y Labiadas respectivamente. La incidencia de leguminosas forrajeras era muy baja.

El área efectiva del experimento fue de 40.600 m², dividida en 42 potreros de tamaño oscilante entre 200 y 3000 m², según fuese la presión de pastoreo y el período de descanso contemplados como tratamientos. Pevio a la instalación del experimento, se uniformizó toda el área mediante un pase de chapeadora.

3.2 Determinaciones realizadas en la pradera.

3.2.1. Composición botánica

Para tener un indicativo de la variación en la composición botánica de la pradera por efecto de los factores en estudio, se realizaron dos determinaciones de flora, una antes de la aplicación de los tratamientos y otra al final del período experimental. Se utilizó la técnica de doble muestreo (25), tomándose una muestra real de 400 cm² por cada 100 m² y 10 muestras visuales por cada muestra real. Una vez cosechadas, cada muestra real se separó en tres componentes (gramíneas forrajeras, leguminosas forrajeras y malezas), los cuales fueron secados en horno con circulación forzada de aire a la temperatura de 65°C, con el objeto de establecer la contribución porcentual de cada componente al total de materia seca.

Para corregir los valores de las observaciones realizadas, se utilizó la ecuación:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + b(X^1 - \bar{X}) \quad \{1\}$$

donde:

\hat{Y} = Peso seco estimado para un componente

\bar{Y} = Peso seco promedio de todas las observaciones reales de un componente en cada potrero.

X^1 = Peso seco promedio de todas las estimaciones hechas en las observaciones visuales de un componente en cada potrero.

\bar{X} = Peso seco promedio de las observaciones visuales correspondientes a cada observación real de un componente.

b = Coeficiente de la regresión entre las observaciones visuales correspondientes a cada muestra real (X) y los valores obtenidos para las muestras reales (Y) de cada componente.

Con el objeto de tener cierto indicativo de la influencia de los tratamientos sobre el comportamiento de algunas especies importantes de la pradera; se realizaron contajes de las especies más abundantes dentro de cada componente y se expresaron en N° de plantas/m² de pradera, según la técnica descrita por Brown (16).

3.2.2. Porcentaje de cobertura

Para la estimación de este parámetro se consideró la proyección total de la vegetación sobre la superficie del suelo, según la técnica de Woolfolk et al (122). Las estimaciones fueron hechas tanto en las muestras reales como en las visuales tomadas para la determinación de la composición botánica y los valores expresados en porcentaje.

3.2.3 Materia seca ofrecida

La determinación de la materia seca ofrecida se llevó a cabo por la misma técnica expresada para la composición botánica, tomándose al azar cinco muestras reales de 1 m² por potrero y cinco observaciones visuales por cada muestra real. De cada muestra real se separaron submuestras de 300 g. aproximadamente, las cuales fueron secadas en horno con circulación forzada de aire a la temperatura de 65°C para calcular el porcentaje de materia seca del material cosechado y la producción de materia seca por metro cuadrado. Este último valor fue

ajustado por la ecuación {2} y luego referido a producción por potrero, valor que correspondía a la materia seca total que era ofrecida a los animales según fuera la presión de pastoreo contemplada en el tratamiento.

Ecuación de ajuste:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + b (X^1 - \bar{X}) \quad \{2\}$$

donde:

\hat{Y} = Producción estimada de materia seca/m²

\bar{Y} = Producción promedio de materia seca de las muestras reales

X^1 = Valor promedio de todas las visuales tomadas/potrero

\bar{X} = Valor promedio de las visuales correspondientes a cada muestra real.

b = Coeficiente de la regresión entre las visuales correspondientes a cada muestra real (X) y los valores obtenidos para las muestras reales en cada potrero (Y).

o

3.2.4. Materia seca residual

Al final de cada período de pastoreo (siete días), se muestaba cada potrero para determinar la cantidad de material residual. Se siguió el mismo procedimiento descrito en la sección 3.2.3.

3.2.5. Materia seca consumida

La estimación de la materia seca consumida se realizó por diferencia entre la materia seca ofrecida y la materia seca rechazada,

según el método descrito por Green (55) y modificado por Davies et al (34). El consumo de materia seca por 100 kg de peso vivo, por día (MSCd) fue calculado por la fórmula:

$$\text{MSCd} = \frac{\text{Consumo total durante 7 días}}{7 \times \text{Peso vivo total pastoreando}} \times 100 \quad \{3\}$$

3.2.6. Utilización de la materia seca ofrecida

Se estimó la eficiencia de utilización de la materia seca ofrecida en cada pastoreo y durante todo el período experimental para lo cual se emplearon las siguientes relaciones.

$$\text{EUP} = \frac{\text{MSCp}}{\text{MSOp}} \times 100 \quad \{4\}$$

donde:

EUP = Eficiencia de utilización por pastoreo (%)

MSCp = Materia seca consumida por pastoreo (kg/ha)

MSOp = Materia seca ofrecida por pastoreo (kg/ha)

$$\text{EUT} = \frac{\text{MSC}_T}{\text{MSO}_T} \times 100 \quad \{5\}$$

done:

EUT = Eficiencia de utilización total (%)

MSC_T = Materia seca consumida durante todo el experimento (kg/ha)

MSO_T = Materia seca ofrecida durante todo el experimento (kg/ha)

= Materia seca ofrecida inicial + (tasa de crecimiento x período de descanso).

3.2.7. Carga animal

La carga animal se expresó en unidades animales por hectárea por día; considerándose un animal de 400 kg de peso vivo como una unidad animal. Se utilizó la fórmula:

$$CA = \frac{PVP}{400 \times 7 \times A} \quad \{6\}$$

donde:

- PVP = kg de peso vivo por pastoreo por potrero
- 400 = Peso vivo correspondiente a una unidad animal
- 7 = Días de duración del período de pastoreo
- A = Área de potrero en hectáreas

3.2.8. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento (TC) del pasto fue estimado por la fórmula siguiente:

$$TC = \frac{MSD_i - MSR_{(i-1)}}{PD} \quad \{7\}$$

donde:

- MSD_i = Cantidad de materia seca disponible en el pastoreo i .
- $MSR_{(i-1)}$ = Cantidad de materia seca residual del pastoreo anterior
- PD = Período de descanso

3.2.9 Resistencia a la penetración

Al inicio y al final del período experimental se realizaron muestreos para evaluar la resistencia que ofrecía el suelo a la penetración y su variación por efecto de los tratamientos en estudio. Se

siguió la técnica descrita por Forsythe (49), utilizándose un penetrómetro** CATL 719-40 con pistón de acero inoxidable de 5 mm de diámetro, con el cual se hicieron lecturas a 4 profundidades del suelo (0-5, 5-10 y 15-20 cm) y los resultados se expresaron en bares. En cada potrero se hicieron 2 lecturas a cada profundidad, paralelamente se tomaron muestras de suelo para ser secadas en horno, determinar su porcentaje de humedad y realizar así el debido ajuste de los datos por análisis de covarianza (24).

3.3. Determinaciones realizadas en laboratorio.

3.3.1 Análisis de suelo

Las muestras de suelo tomadas a las diferentes profundidades y secadas para ser utilizadas en la corrección por humedad de los datos de compactación (Aparte 3.2.8.), una vez cumplido este propósito, se mezclaron formando dos estratos de muestras compuestas; las correspondientes a las profundidades de 0 a 10 cm y las de 10 a 20 cm. A estas muestras, por separado, se les determino el pH, los contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, calcio, potasio y magnesio y la relación carbono/nitrógeno. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de suelos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

** Fabricado por Chatillon, New York, U.S.A. Gauge-R.

3.3.2 Análisis de planta

Las submuestras secas procedentes del forraje ofrecido y del residual fueron molidas y se les determinó su contenido de proteína por el método de micro Kjeldahl (8) y su coeficiente de digestibilidad por el método de dos etapas de Tilley y Terry (113). Estos dos parámetros junto con las cantidades de materia seca ofrecida (MSO), rechazada (MSR) y consumida (MSC) permitieron estimar el contenido de proteína y el coeficiente de digestibilidad de la materia seca consumida, utilizando las fórmulas {8} y {9}, respectivamente, las cuales se presentan a continuación:

$$\% \text{ PMSC} = \frac{\text{MSO} \times \% \text{PC}_1 \times \% \text{PC}_2}{\text{MSC}} \times 100 \quad \{8\}$$

donde:

$\% \text{ PMSC}$ = Por ciento de proteína en la materia seca consumida

PC_1 = Por ciento de proteína cruda de MSO

PC_2 = Por ciento de proteína de MSR.

$$\% \text{ DMSC} = \frac{\text{MSO} \times \% \text{DMS}_1 - \text{MSR} \times \% \text{DMS}_2}{\text{MSC}} \times 100 \quad \{9\}$$

donde:

$\% \text{ DMSC}$ = Por ciento de digestibilidad de la MSC

$\% \text{ DMS}_1$ = Por ciento de digestibilidad de la MSO

$\% \text{ DMS}_2$ = Por ciento de digestibilidad de la MSR

3.4. Tratamientos y análisis estadístico de la información.

Se estudiaron tres factores (período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada) y cinco niveles de cada uno, tal como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Factores y niveles estudiados.

Factores	Niveles					Unidades
Período de descanso	21	35	49	63	77	días
Presión de pastoreo	2	5	8	11	14	kg MS/100 kg PV/día
Fertilización nitrogenada	0	50	100	150	200	kg de P ₂ O ₅ /ha/año

Las combinaciones estudiadas en el experimento aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Combinaciones seleccionadas.

Nº	Período de descanso	Presión de pastoreo	Fertilización fosfatada
1	21	2	0
2	21	2	200
3	21	8	100
4	21	14	0
5	21	14	200
6	35	5	50
7	35	5	150
8	35	11	50
9	35	11	150
10	49	2	100
11	49	8	0
12	49	8	100
13	49	8	200
14	49	14	100
15	63	5	50
16	63	5	150
17	63	11	50
18	63	11	150
19	77	2	0
20	77	2	200
21	77	8	100
22	77	14	0
23	77	14	200

Las combinaciones se escogieron siguiendo lo establecido para un arreglo de tratamiento de composición central no rotable. La información correspondiente a composición botánica y todas las determinaciones hechas al suelo fueron ajustadas por covarianza usando como covariables, las observaciones iniciales. Posteriormente todos los datos se analizaron por regresión múltiple (24). Fueron probados los modelos matemáticos semilogarítmico, logarítmico, exponencial e inverso, además del cuadrático que resultó ser el de mejor ajuste y que se describe a continuación:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2 + b_6X_3^2 + b_7X_1X_2 + b_8X_1X_3 + b_9X_2X_3$$

donde:

\hat{Y} = Valor estimado para cada parámetro

b_0 = Valor de Y cuando X_1 , X_2 y $X_3 = 0$

$b_{(i=1\rightarrow9)}$ = Coeficientes de regresión

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Presión de pastoreo (kg MS/100 kg PV/día)

X_3 = Fertilización fosfatada (kg P_2O_5 /ha/año).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efectos sobre la pradera.

4.1.1. Composición botánica

A pesar de no obtenerse una tendencia claramente definida para los componentes botánicos estudiados, ni significancia por medio del análisis estadístico, es importante discutir algunos cambios florísticos ocurridos durante el período experimental, que ayudarán a aclarar resultados obtenidos en otros parámetros medidos en la pradera.

a) Componente Gramínea

De acuerdo a los resultados del Cuadro 3, no hubo mayor variación del porcentaje de gramínea por efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada, ya que existe gran similitud entre los resultados del estudio inicial y el final. Sin embargo, si se observa el Cuadro 10A del apéndice, donde se especifica la abundancia (plantas/m²) de las especies más importantes existentes en la pradera; puede notarse que el *Axonopus compressus*, gramínea estolonífera de bajo porte, incrementó levemente su densidad en los períodos de descanso menores (21 y 35 días) y disminuyó en los intervalos mayores (49, 63 y 77 días). Paralelamente la densidad de la guinea (*Panicum maximum*) y el jaragua (*Hyparrhenia rufa*) tuvo una tendencia contraria a la del *Axonopus compressus*. Efecto similar se determinó para la presión de pastoreo. Estos resultados coinciden con otros de la

CUADRO 3. Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de gramíneas en la pradera.

Variables	Niveles	% Promedio de gramínea	
		Inicial	Final
1) Período de descanso			
(días)	21	74.20	71.31
	35	65.77	73.54
	49	65.32	68.84
	63	69.33	69.82
	77	70.25	71.56
2) Disponibilidad de forraje			
(kg MS/100 kg PV/día)	2	82.39	75.02
	5	76.20	78.39
	8	64.27	70.72
	11	58.90	64.97
	14	63.11	65.26
3) Fertilización fosfatada			
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	68.28	71.96
	50	70.47	74.10
	100	69.08	67.08
	150	64.63	69.26
	200	72.40	72.20

literatura (31, 58, 77), donde se indica que los períodos de descanso cortos y altas presiones de pastoreo afectan negativamente a las especies de porte alto, debido a que, mediante el pastoreo frecuente e intenso se cosecha mayor proporción de tejido de estas plantas, dejando poca o ninguna superficie fotosintetizante, por lo que los rebrotes posteriores se realizan a expensas de las reservas de las plantas, lo que al repetirse frecuentemente no deja oportunidad para la recuperación, por lo que la planta pierde vigor y termina por desaparecer del pastizal. Por el contrario, las plantas estoloníferas, por su hábito de crecimiento postrado tienden a dominar en tales condiciones, pues el bovino no las cosecha totalmente, quedando suficiente área foliar que garantiza un rebrote, sin el completo uso de las reservas de la planta.

b) Componente Leguminosa

Los resultados determinados para el componente leguminosa se presentan en el Cuadro 4, notándose en general un incremento de los valores al final del experimento con relación a los iniciales. Así mismo, puede observarse que los períodos de descanso de 21, 49 y 77 días, provocaron los mayores incrementos en el porcentaje de leguminosas, mientras que los intervalos de 35 y 63 no causaron mucha variación. Los resultados obtenidos con 35 y 63 días de descanso pueden estar influenciados por el hecho de que a estos tratamientos corresponde la presión de pastoreo equivalente a una disponibilidad de 5 kg MS/100 kg PV/día, la cual produjo una acentuada disminución sobre la población de leguminosas en la pradera.

CUADRO 4. Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de leguminosas en la pradera.

Variables	Niveles	% Promedio de leguminosas	
		Inicial	Final
1) Período de descanso			
(días)	21	5.11	8.54
	35	9.02	10.37
	49	7.26	13.74
	63	10.88	10.36
	77	9.95	16.70
2) Disponibilidad de forraje			
(kg MS/100 kg PV/día)	2	2.2	3.12
	5	8.31	3.50
	8	9.07	15.13
	11	11.59	17.24
	14	11.59	19.94
3) Fertilización fosfatada			
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	6.41	11.42
	50	8.95	13.96
	100	8.46	15.82
	150	10.91	6.79
	200	7.44	10.95

Jul. de Mayo 97 a finales de 1998

El efecto de la presión de pastoreo sobre el porcentaje de leguminosa es más claro que el del período de descanso, observándose un descenso aproximado de 58% del componente leguminosa con la presión de pastoreo equivalente a 5 kg MS/100 kg PV/día; resultados que aparentemente estuvieron influenciados por el azar, ya que en la distribución de tratamientos a tres de los cuatro potreros con la mencionada disponibilidad les correspondieron áreas de la pradera, donde la incidencia de leguminosas antes y durante el período experimental fue mínima y de poco desarrollo. Así mismo, es importante mencionar el efecto benéfico en la recuperación de las leguminosas que se obtuvo con las disponibilidades de forraje igual o mayores a 8 kg MS/100 kg PV/día, con las cuales se obtienen porcentajes hasta de 20% aproximadamente, que pueden considerarse buenos si se comparan con algunos descritos en la literatura (69, 100), además de tomar en cuenta la corta duración del período experimental.

El incremento en el aporte de la leguminosa con las disponibilidades de forraje iguales o mayores a 8 kg MS/100 kg PV/día, puede explicarse porque con estas presiones de pastoreo, las leguminosas no son defoliadas completamente y tienen oportunidad de recuperarse, mientras que con una **defoliación** intensa y frecuente, no alcanzan a recuperarse y desaparecen, ya que no pueden competir ventajosamente con otras especies de gramíneas o de malezas presentes en el pastizal (31, 44, 46, 70).

Los mayores efectos de la fertilización fosfatada se lograron con aplicaciones hasta de 100 kg P_2O_5 /ha, incluso con el nivel

de 150 kg P_2O_5 , se produjo una reducción en la proporción de leguminosas (Cuadro 4). Este resultado es lógico si se toma en cuenta que las leguminosas nativas de clima tropical se han adaptado a vivir en condiciones de baja fertilidad de suelos, especialmente baja concentración de fósforo (23, 64, 65), por lo que aplicaciones por encima de 100 kg P_2O_5 /ha no tuvieron mayores efectos.

Es importante señalar que aún sin aplicaciones de fósforo, existe un incremento en la contribución de las leguminosas en comparación al inicial, lo que refleja que para las condiciones del presente trabajo, hay un mayor efecto de los factores de manejo, presión de pastoreo y período de descanso sobre el componente leguminosa, aspecto que posiblemente se explique por el carácter altamente fijador del fósforo que poseen estos suelos (15, 47); además que dadas las condiciones de humedad y temperatura existentes hay una constante mineralización de la materia orgánica del suelo, la que probablemente puede suplir las necesidades de fósforo de estas leguminosas (15, 32, 47).

El análisis de abundancia (Cuadros 10A, 11A y 12A, apéndice), indican que las especies que contribuyeron más al componente leguminosa son: *Centrosema* sp., *Rhynchosia* sp. y *Calopogonium mucunoides* y de acuerdo al número de plantas promedio obtenidos por efecto de los diferentes factores reafirma fielmente la misma tendencia señalada para la composición porcentual.

CUADRO 5. Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre el contenido promedio de malezas en la pradera.

Variables	Niveles	% Promedio de malezas	
		Inicial	Final
1) Período de descanso			
(días)	21	20.71	20.16
	35	25.21	16.10
	49	27.59	17.92
	63	19.79	19.80
	77	19.81	12.49
2) Disponibilidad de forraje			
(kg MS/100 kg PV/día)	2	15.42	21.91
	5	15.49	18.11
	8	26.57	13.87
	11	29.51	17.49
	14	25.85	14.79
3) Fertilización fosfatada			
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	25.31	16.68
	50	20.57	11.94
	100	22.63	17.05
	150	24.43	27.96
	200	20.17	16.85

c) Componente Maleza

En lo que se refiere al componente maleza (Cuadro 5), sólo existe una cierta tendencia a disminuir con aumento en la disponibilidad de forraje, posiblemente porque con presiones de pastoreo livianas hay recuperación de gramíneas de porte alto que pueden servir para controlar malezas, sobre todo las de porte bajo (4, 36).

En el caso de la fertilización fosfatada, la respuesta en la proporción de malezas es inversa a la observada en el componente leguminosa, lo cual hace pensar que se favorece el desarrollo de las últimas con detrimento de las primeras.

Las malezas más abundantes durante el período experimental y su variación en abundancia, aparecen en los cuadros 10A, 11A y 12A.

4.1.2. Tasa de Crecimiento

Los resultados obtenidos para la tasa de crecimiento, los cuales aparecen graficados en la Figura 1. y promediados en el Cuadro 1A del apéndice, indican que el período de descanso y la presión de pastoreo no afectaron la tasa de crecimiento en forma independiente, sino en interacción ($P < 0.01$), observándose una tendencia decreciente a medida que el período de descanso es mayor y que este efecto es más marcado cuando se incrementa la disponibilidad de forraje por animal.

Con períodos de descanso cortos (21 y 35 días), la tasa de crecimiento se incrementa con el aumento progresivo del área foliar que

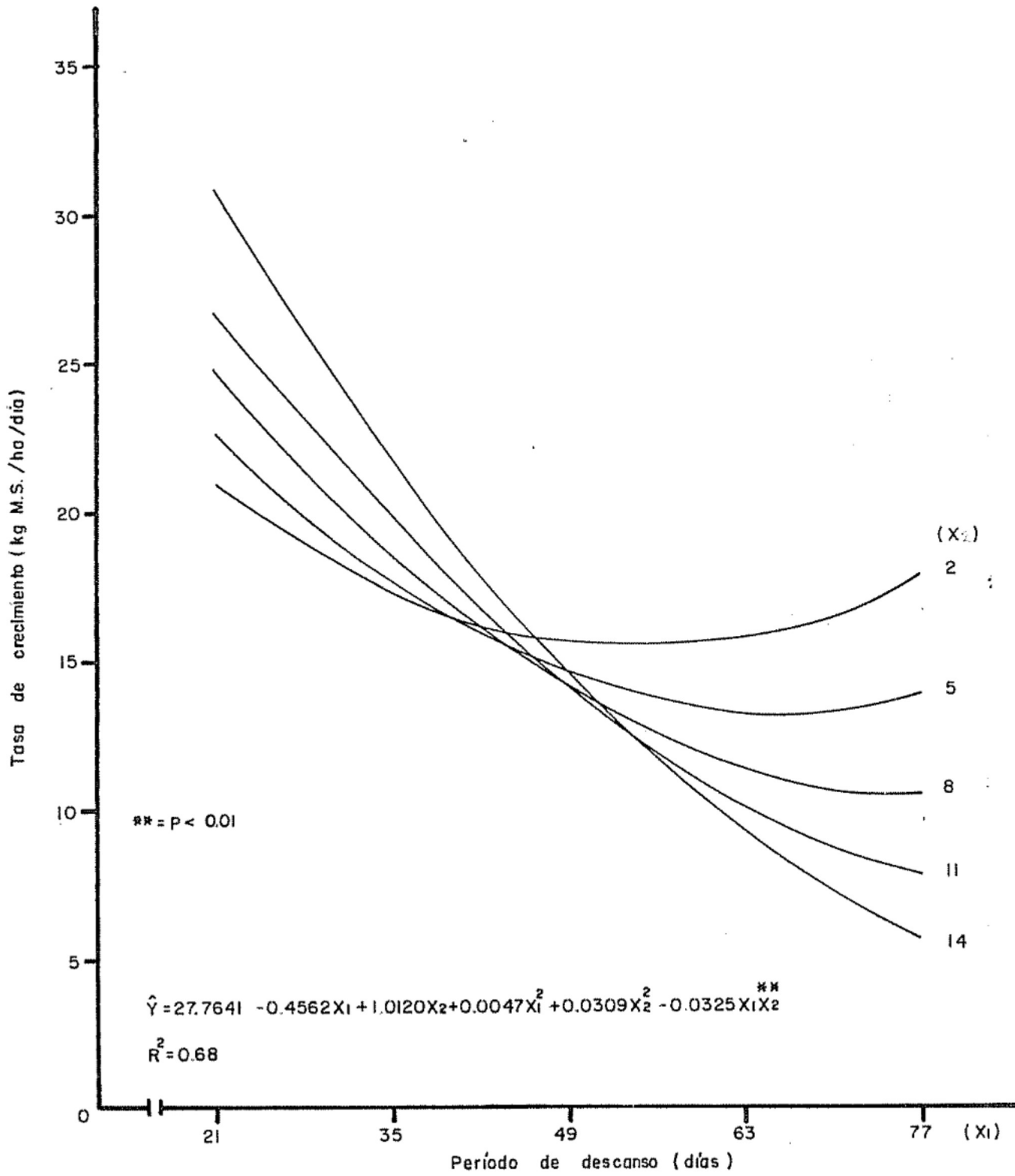


Fig.1 Efecto del período de descanso (X₁) y la presión de pastoreo (X₂) sobre la tasa de crecimiento

el animal deja, el cual garantiza una recuperación más rápida del pastizal por existir una intercepción de luz más eficiente y por tanto una mayor tasa fotosintética (51).

La disminución de la tasa de crecimiento con disponibilidades de forraje mayores a 8 kg MS/100 kg PV/día, fue más pronunciada a medida que el período de descanso fue mayor, lo que es explicado por el acúmulo de material viejo y de rechazo que se produce con estos tratamientos, material que es fotosintéticamente menos eficiente, además de que interfiere en la penetración de luz al pastizal y en consecuencia con una adecuada tasa de fotosíntesis y recuperación de las plantas. En la Figura 1 se observa también el poco efecto del período de descanso sobre la tasa de crecimiento a bajas disponibilidades de forraje, hecho que puede relacionarse con la aparición de especies de porte bajo en la pradera, las cuales se adaptan bien a altas intensidades de pastoreo, inclusive con períodos de descanso cortos, ya que su hábito de crecimiento no le permite al animal realizar una cosecha total de las mismas y siempre existirá un área foliar que le permita a la planta recuperarse, aunque la producción de biomasa sea baja. Los resultados obtenidos son comparables a los obtenidos por Coimbra (26), y Zañartu (123), quienes trabajaron en las mismas condiciones, pero con pastizales mejorados.

4.1.3. Materia seca ofrecida

El modelo de mejor ajuste obtenido para la materia seca ofrecida aparece descrito y representado gráficamente en la Figura 2.

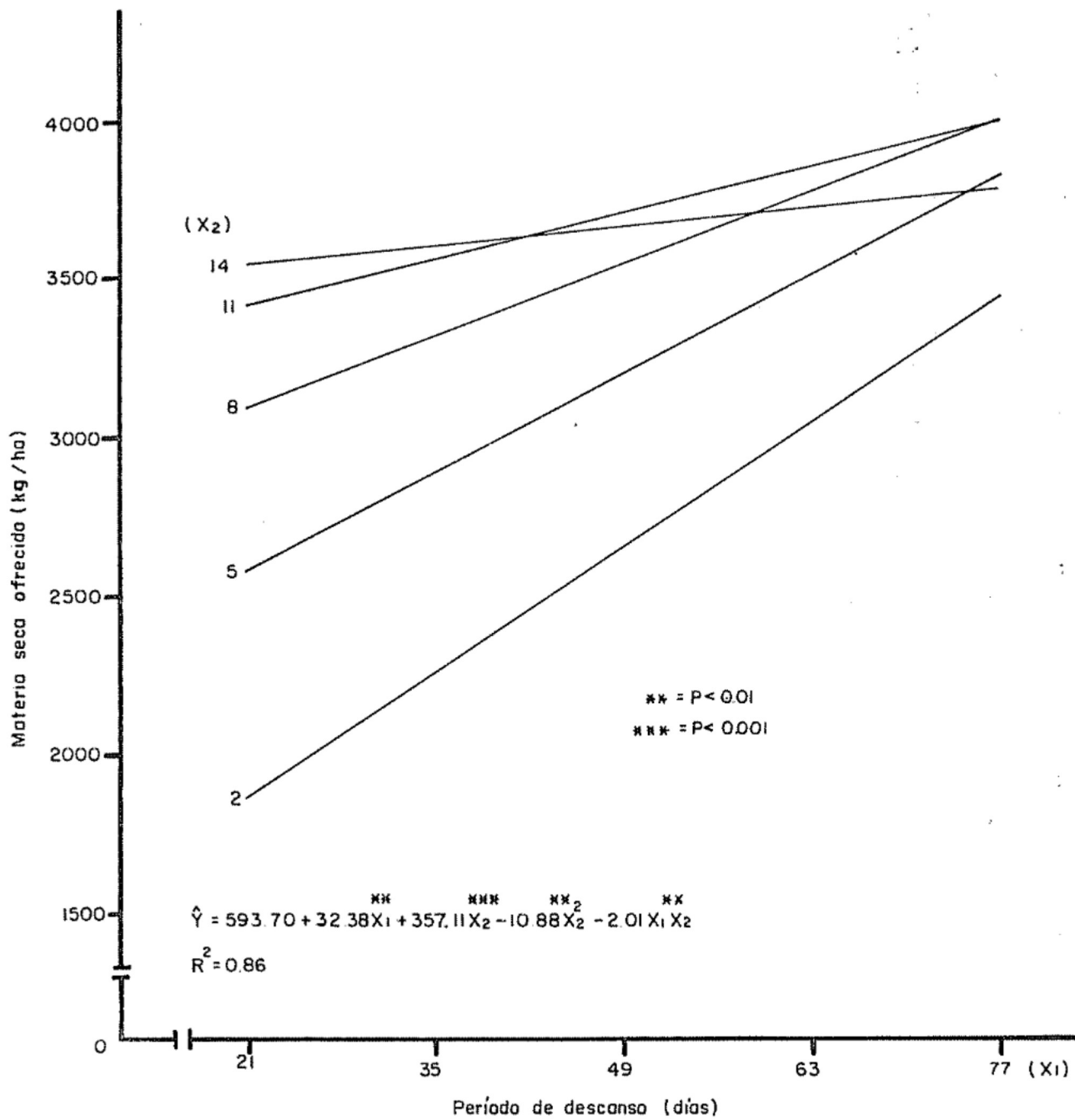


Fig. 2 Efecto del período de descanso (X_1) y la presión de pastoreo (X_2) sobre la cantidad de materia seca ofrecida

Se observa que el período de descanso (X_1), afectó lineal y significativamente ($P < 0.01$) a la cantidad de materia seca ofrecida, la cual tiende a incrementarse a medida que el intervalo de descanso es mayor.

Este resultado probablemente se deba a que el área bajo estudio anteriormente era pastoreada en forma continua y, al establecerse un pastoreo rotacional, períodos de descanso largos determinaron una recuperación de la pradera, la cual se reflejó en mayor producción a medida que dicho período de descanso fue mayor. Así mismo, de acuerdo a lo discutido para la composición botánica (Cuadro 10A, apéndice), los intervalos de descanso de 49 días o más favorecieron la recuperación de gramináceas, tales como guinea (*Panicum maximum*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), así como de algunas leguminosas espontáneas de los generos

, las cuales habían disminuido de manera sustancial como consecuencia del manejo anterior; de manera que al brindárseles oportunidad de recuperarse, contribuyeron positivamente a la producción de forraje y en consecuencia al total de materia seca ofrecida por hectárea, lo cual coincide con los resultados de otros investigadores (36, 105, 118).

Por otro lado, el porcentaje de materia seca es mayor a medida que se alarga el período de descanso (3, 39), lo cual probablemente haya contribuido al incremento en la materia seca ofrecida por hectárea.

La presión de pastoreo tuvo un efecto significativo ($P < 0.01$) tanto lineal como cuadrático, lo que indica que a medida que la disponibilidad de forraje por unidad de peso es mayor, la materia seca ofrecida aumenta hasta un punto a partir del cual empieza a disminuir. En el caso

de este experimento, la máxima cantidad de materia seca ofrecida por hectárea varía con el largo del período de descanso, entre disponibilidades de 14.5 kg MS/100 kg PV/día para 21 días de descanso y 9.3 kg MS/100 kg PV/día para 77 días. Esto posiblemente se explique porque al ofrecer cantidades de materia seca crecientes los animales van teniendo mayor oportunidad de seleccionar su dieta y por tanto se acumula material de rechazo que interfiere la actividad fotosintética de las plantas, determinando un descenso cada vez mayor en la tasa de crecimiento y en consecuencia una disminución en la producción de materia seca (99, 107).

La interacción del período de descanso con la presión de pastoreo tuvo un efecto significativo ($P < 0.01$), lo que se nota claramente en los niveles mayores de estos factores (Fig. 2), donde la disminución de los incrementos de materia seca ofrecida son más pronunciados e incluso se tornan negativos a partir de las disponibilidades de forraje superiores a 8 kg MS/100 kg PV/día en los períodos de descanso mayores de 49 días.

Este hecho puede explicarse por el acúmulo de material viejo con períodos de descanso largos y el rechazo existente a bajas presiones de pastoreo, los cuales tienen un efecto conjunto mayor sobre la tasa fotosintética del pastizal y en consecuencia sobre la producción de materia seca.

En general, los resultados obtenidos son muy similares a los conseguidos por otros investigadores en las mismas condiciones (26, 117, 123), hecho que reviste gran importancia si se toma en cuenta que

los experimentos antes citados se efectuaron en praderas establecidas con pastos mejorados.

4.1.4. Materia seca consumida

Tanto el efecto lineal como el cuadrático del período de descanso sobre la materia seca consumida por hectárea resultaron significativos ($P < 0.001$ y $P < 0.01$, respectivamente), existiendo una tendencia a aumentar el consumo por hectárea a medida que los intervalos de descanso son más largos, exceptuando el período de 77 días (Fig. 3 y Cuadro 3A).

Este incremento es explicable si se toma en cuenta que la cantidad de materia seca ofrecida también aumenta a medida que el período de descanso es mayor. Además, de acuerdo a lo discutido en el aparte correspondiente a la composición botánica (Cuadros 2 y 10 A), con períodos de descanso más largos se recuperaron especies de mayor aceptabilidad por parte del ganado, lo que se reflejó en un mayor consumo. Por otro lado, puede notarse que los incrementos en la materia seca consumida son decrecientes, lo que posiblemente se relacione con una disminución en la calidad del material por efecto de la edad (83, 84, 121).

La presión de pastoreo no tuvo efecto significativo (Fig. 3 y Cuadro 3A). Sin embargo, hay una tendencia general a disminuir la cantidad de materia seca consumida a medida que la disponibilidad de pasto

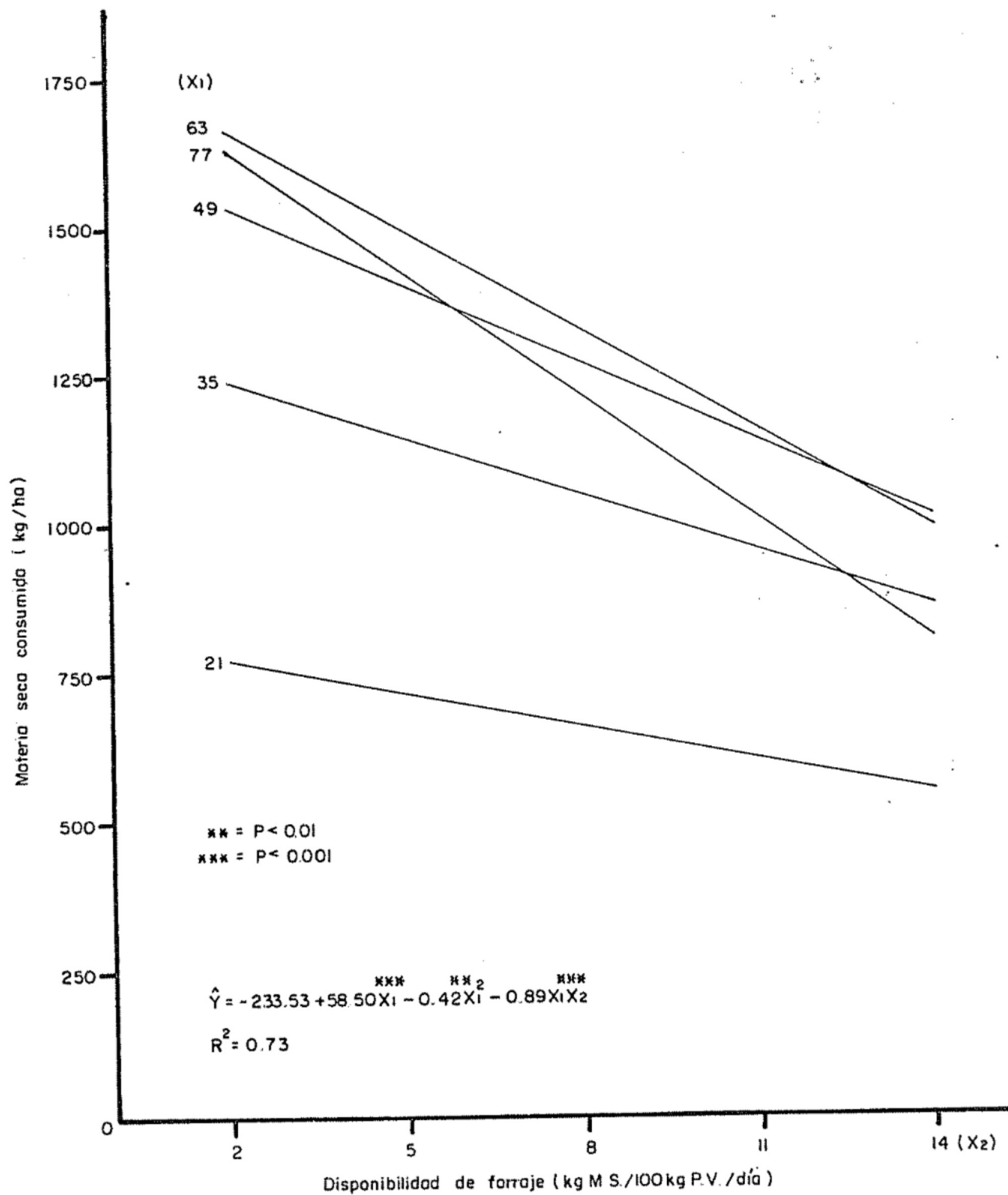


Fig. 3 Efecto del período de descanso (X_1) y la presión de pastoreo (X_2) sobre la cantidad de materia seca consumida

es mayor, lo que puede estar relacionado con el menor número de animales que, según los tratamientos, existen para consumir la cantidad de forraje disponible.

El efecto más importante que hay que destacar con relación a la materia seca consumida, es la interacción significativa ($P < 0.001$) entre el período de descanso y la presión de pastoreo, la cual se observa claramente en la Figura 3, donde, a períodos de descanso más largos (63 y 77 días) con disponibilidades mayores a 5 kg MS/100 kg PV/día, el descenso en la materia seca consumida es más pronunciado, lo que quizás se deba al efecto conjunto de baja calidad del forraje ofrecido con una alta selectividad, la cual ocasiona un alto rechazo, que se va a reflejar negativamente sobre el consumo por hectárea de materia seca (62, 121).

4.1.5. Consumo de materia seca por 100 kg de peso vivo por día

Sólo los coeficientes lineal y cuadrático del período de descanso en la función que describe el consumo de materia seca por 100 kg de peso vivo por día (Fig. 4) resultaron significativos ($P < 0.01$). El consumo por unidad de peso se incrementó a medida que el período de descanso fue mayor, alcanzando un valor máximo a los 51 días.

Esta tendencia en el consumo está de acuerdo con el aumento de materia seca ofrecida obtenido con el período de descanso (Fig. 2) y de hecho, con la materia seca consumida por hectárea (Fig. 3). Estos resultados son lógicos teniendo en cuenta que a medida que el período de

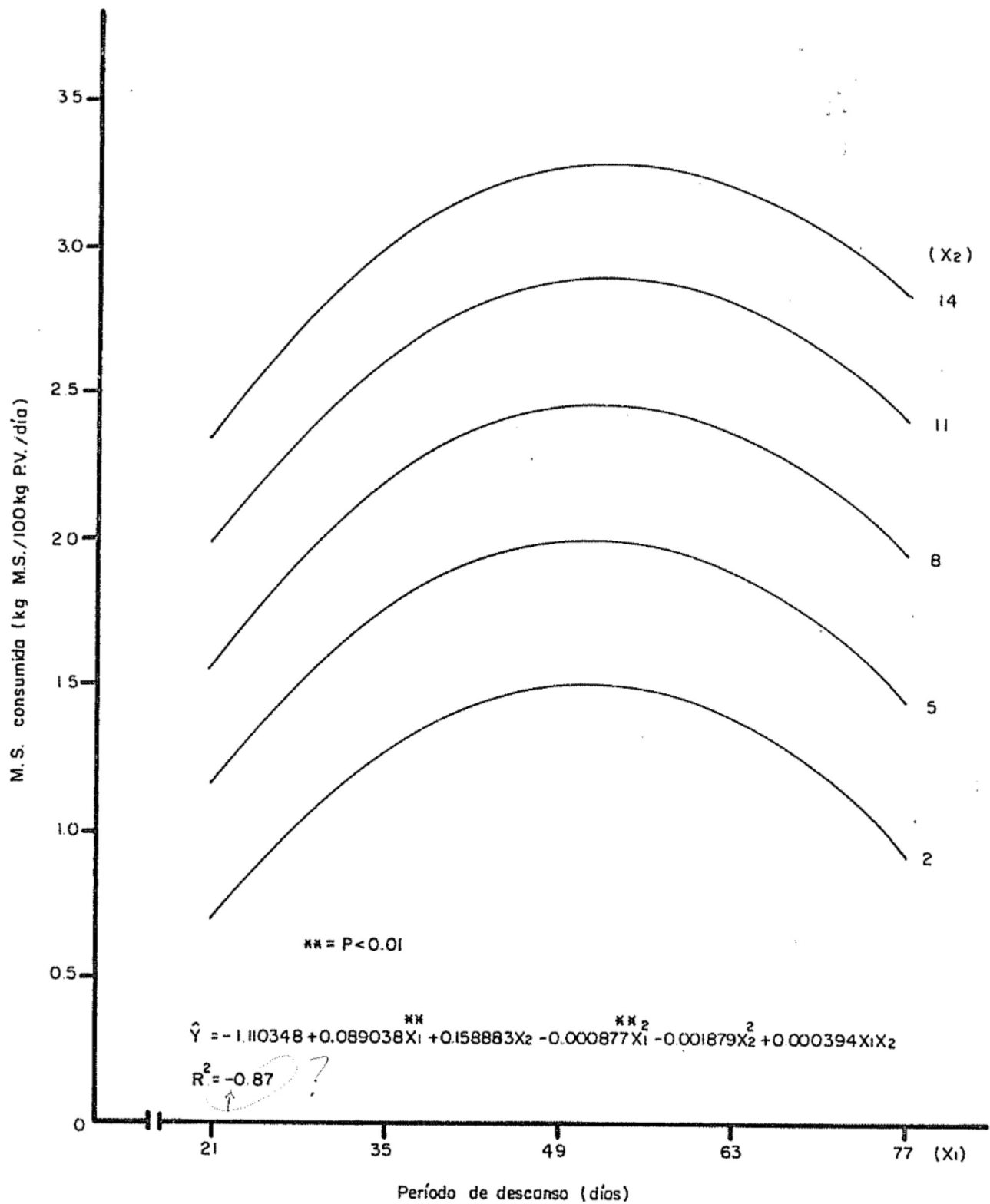


Fig. 4 Efecto del período de descanso (X₁) y la presión de pastoreo (X₂) sobre el consumo de materia seca

descanso se hizo más largo, el aporte de materia seca de especies de mayor aceptabilidad (guinea, jaragua) aumentó, por lo que el consumo siguió la misma tendencia, aunque la digestibilidad de éstas fue menor (Fig. 5). La aceptabilidad de las especies es un factor determinante en praderas tan heterogéneas, y se ha demostrado que especies como las antes mencionadas son preferidas por el animal cuando se comparan con *Axonopus compressus* o con *Homolepsis aturensis* (9, 22, 35).

Aunque la presión de pastoreo no resultó significativa, puede señalarse que entre los límites de forraje disponible estudiados como tratamientos (21 y 14 kg MS/100 kg PV/día), se determinó una tendencia a aumentar el consumo por 100 kg de peso vivo a medida que la disponibilidad de forraje fue mayor. Esta tendencia es lógica, ya que el animal tiende a llenar sus requerimientos conforme aumenta la disponibilidad de forraje; sin embargo, una vez alcanzado este punto, el consumo se estabiliza o disminuye según sea la calidad del forraje ofrecido (5, 14, 20, 26, 54, 71, 111). Aunque los incrementos del consumo obtenidos con aumento de la disponibilidad son decrecientes (Fig. 4 y Cuadro 4A), el consumo por 100 kg de PV/día no alcanzó a estabilizarse, lo que probablemente indique que la disponibilidad mayor considerada en el experimento (14 kg MS/100 kg PV/día) no fue suficiente para que esto sucediera. Además, hay que tomar en cuenta que en praderas de tan variada composición botánica, la selectividad del animal tanto por especie como por edad del forraje consumido, se intensifica y por tanto puede afectarse el consumo.

Los valores máximos de consumo por efecto del período de descanso, obtenidos en cada presión de pastoreo, son comparables a los señalados en la literatura para pasturas mejoradas (5, 71, 94) en el caso de las disponibilidades mayores o igual a 8 kg MS/100 kg PV/día; y son bajos con disponibilidades menores a las antes citadas. Esto último puede relacionarse con la menor disponibilidad de materia seca de estos tratamientos, lo que induce a la aparición de especies cuyo hábito de crecimiento limita el consumo por el animal, aspecto que es mejor observado con intervalos frecuentes.

4.1.6. Contenido de proteína en la materia seca consumida

Ninguno de los factores estudiados tuvo efecto significativo sobre el contenido de proteína de la materia seca consumida, sin embargo, en los datos que se presentan en el Cuadro 6, que conforman los resultados promedios obtenidos por efecto de los factores en estudio, hay una leve tendencia a incrementar a disponibilidades superiores a 8 kg MS/100 kg PV/día, lo cual es coincidente con la tendencia mostrada para la proporción de leguminosas (Cuadro 4). Este aspecto es importante, ya que vislumbra la posibilidad de que las leguminosas hayan contribuido positivamente en la dieta de los animales, sobre todo en el período de descanso de 77 días y disponibilidades superiores a 5 kg MS/100 kg PV/día, ya que a estos niveles de tratamiento, la proporción de leguminosas en la pradera fue mayor. Este resultado parece confirmarse si se observa el Cuadro 13A, donde se muestran los contenidos de proteína

CUADRO 6. Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada sobre el porcentaje de proteína de la materia seca consumida.

Variables	Niveles	Porcentaje de proteína
1) Período de descanso		
(días)	21	8.41
	35	9.15
	49	8.77
	63	7.97
	77	9.04
2) Disponibilidad de forraje		
(kg MS/100 kg PV/día)	2	7.90
	5	7.27
	8	7.81
	11	9.84
	14	10.45
3) Fertilización fosfatada		
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	9.83
	50	7.81
	100	8.80
	150	9.31
	200	7.59

determinados para la materia seca ofrecida, la rechazada y la estimación de la consumida; de donde se desprende que el animal tuvo que realizar una selección muy acentuada del material consumido.

4.1.7. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca consumida

La digestibilidad de la materia seca consumida fue afectada significativamente ($P < 0.05$) sólo por el período de descanso (Fig. 5). Sin embargo, el efecto lineal es negativo, lo que indica que la digestibilidad decrece a medida que los períodos de descanso son más largos, hasta un punto (45 días) donde comienza a aumentar.

La disminución de la digestibilidad en la materia seca consumida por efecto de la edad es discutida ampliamente en la literatura (2, 50, 84, 95, 121) y en muchos casos esta disminución se asocia con un aumento en los constituyentes de la pared celular (116), y en otros simplemente se relacionan con un aumento en el contenido de lignina de la planta (2). En experimentos realizados con pastizales establecidos y en condiciones parecidas (9, 99) se obtuvieron resultados similares a los encontrados en el presente trabajo.

El aumento en la digestibilidad posterior a los 45 días parece estar relacionado con el contenido de leguminosas del pastizal, el cual aumentó como ya se ha explicado en apartos anteriores y por tanto incidió positivamente en el coeficiente de digestibilidad, dado que estas especies, de manera general, son más digeribles que las gramíneas (84).

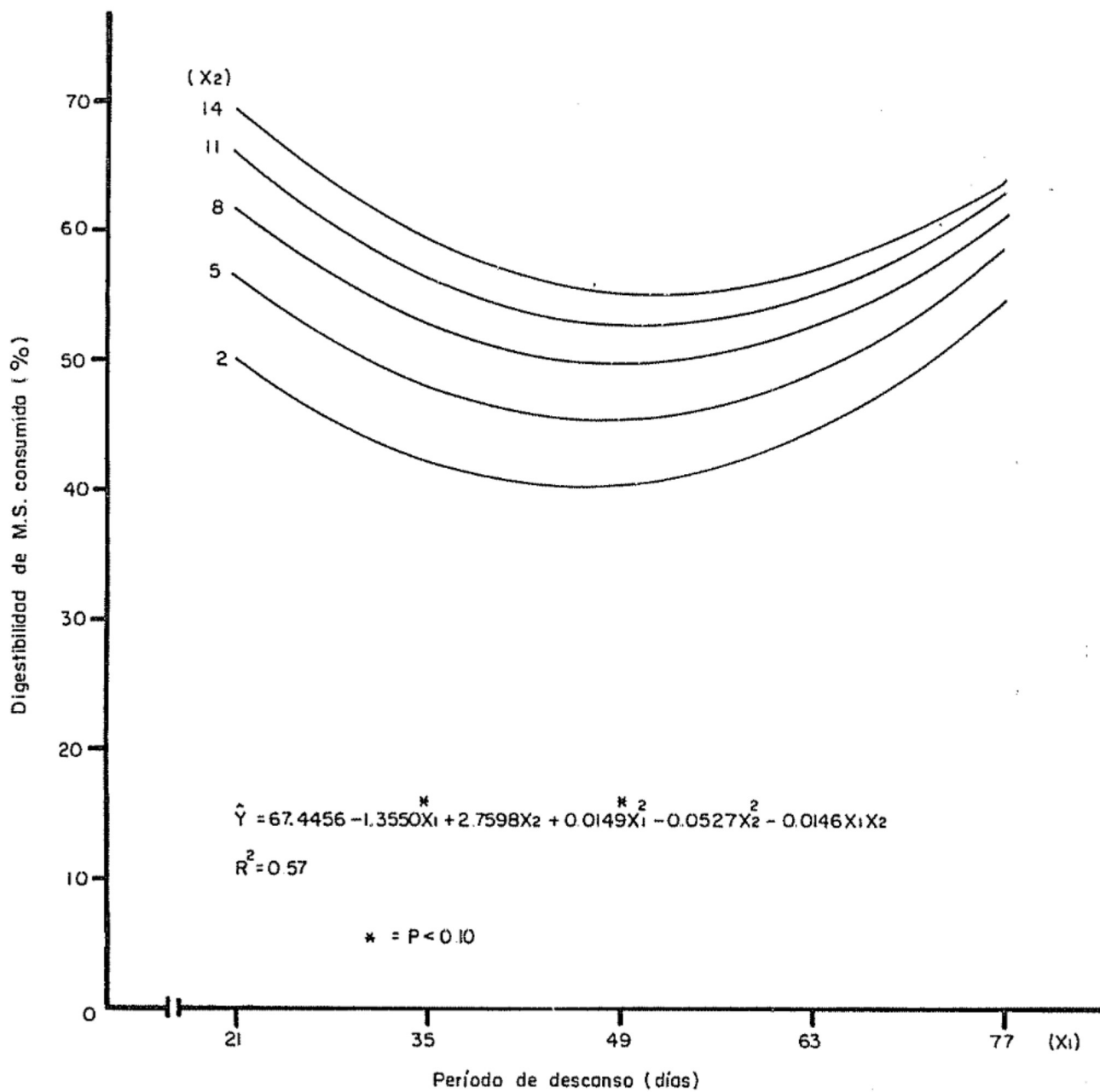


Fig. 5 Efecto del período de descanso (X1) y la presión de pastoreo (X2) sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca consumida

La presión de pastoreo no tuvo efecto significativo, pero según la Figura 5 y el Cuadro 5A, hay una leve disminución de la digestibilidad con disminución en la disponibilidad, lo que está de acuerdo con resultados de la literatura (14, 96), en el sentido de que al incrementar la carga, disminuye la posibilidad de selección por parte del animal, hay un consumo más integral de la planta y por consiguiente debe esperarse una disminución en la digestibilidad.

4.1.8. Materia seca rechazada por hectárea

La representación gráfica de la función predictiva de la cantidad de materia seca rechazada por hectárea (Fig. 6), muestra una tendencia en la cual los rechazos no sufren mayor variación hasta los 49 días de descanso y posteriormente hay un leve incremento, lo que es determinante para que sólo el efecto cuadrático del período de descanso sea significativo ($P < 0.10$) y a la vez positivo. Este resultado es esperado según lo ocurrido para las tendencias de la materia seca ofrecida (Fig. 2) y la de la materia seca consumida (Fig. 3), ya que con los tres primeros períodos de descanso hubo un incremento prácticamente constante de la materia seca ofrecida y en similar proporción la materia seca consumida. Por otro lado, a períodos más largos (63 y 77 días) hay mayores rechazos, producto de la misma edad del pastizal; lo que induce a un mayor rechazo por haber más selección del material que el animal consume.

Lógicamente, el efecto de la presión de pastoreo es significativo ($P < 0.001$ y 0.01), tanto lineal como cuadrático (Fig. 6). Lo

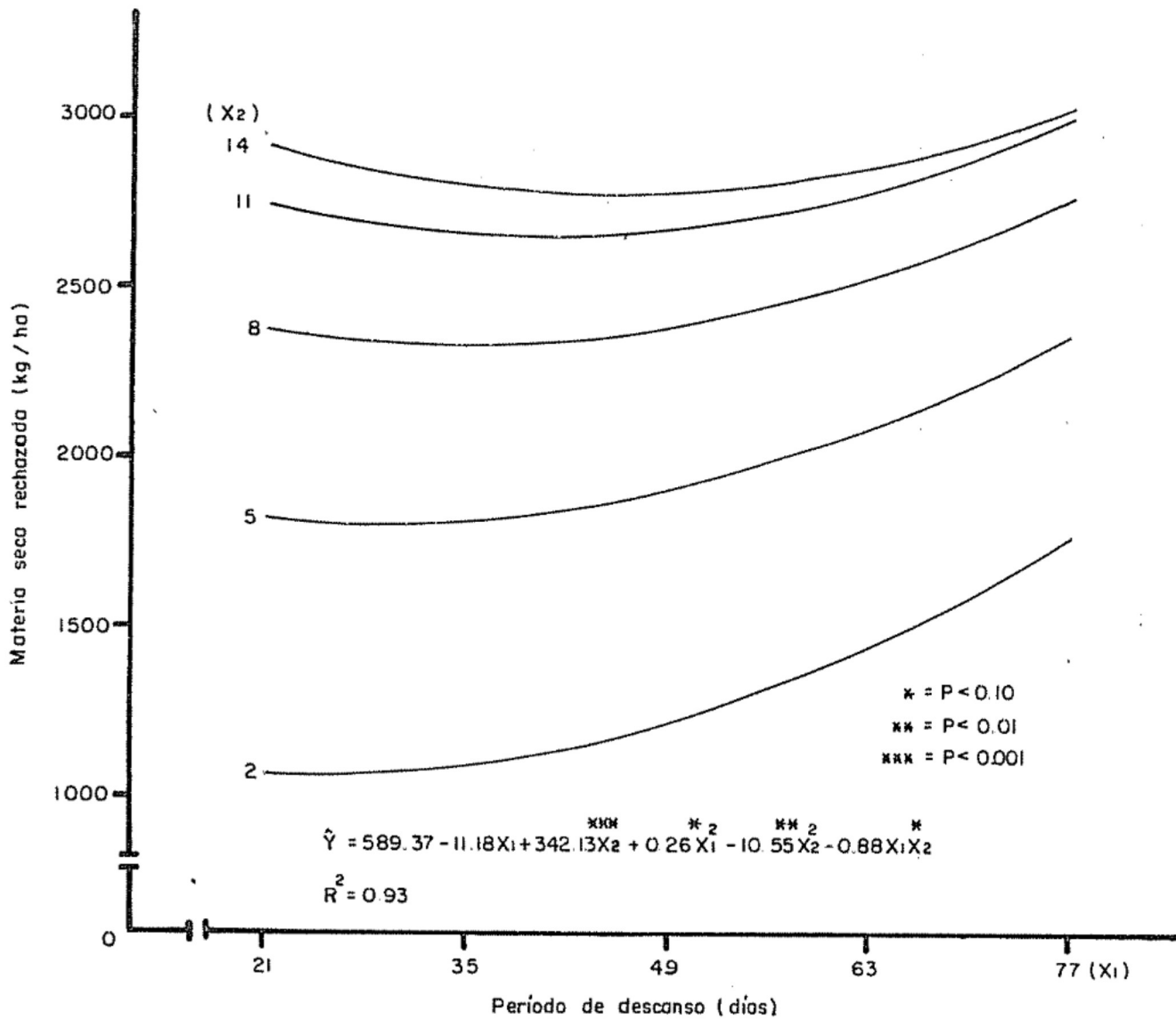


Fig. 6 Efecto del período de descanso (X₁) y la presión de pastoreo (X₂) sobre la cantidad de materia seca rechazada

que indica un incremento de los rechazos a medida que la disponibilidad de forraje es mayor; sin embargo, la diferencia en la cantidad de materia seca rechazada tiende a hacerse menor con las disponibilidades más altas (11 y 14 kg MS/100 kg PV/día), lo que es reflejo fiel de las tendencias en las materias seca ofrecida y consumida. Estos resultados son consistentes con el hecho de que a mayor disponibilidad de forraje en pradera de composición botánica heterogénea, la selectividad por parte del animal se incrementa y por tanto los rechazos tienden a ser mayores (107).

El efecto significativo de la interacción entre el período de descanso y la presión de pastoreo se observa más claramente con descansos mayores a 48 días y disponibilidades de forraje altas (11 y 14 kg de MS/100 kg PV/día), lo que es consecuencia del mayor ofrecimiento de materia seca en tales tratamientos, así como de la mayor incidencia de leguminosas y otros nuevos rebrotes que emergen en el pastizal, lo cual influye para que el animal incremente su selectividad y el rechazo también aumente. Con períodos de descanso largos (63 y 77 días), las curvas correspondientes a las disponibilidades 11 y 14 kg MS/100 kg de PV/día tienden a juntarse, lo que puede deberse a que en ambas disponibilidades el acúmulo de material de rechazo es alto e incide negativamente en la producción de la pradera.

Los valores obtenidos para la materia seca rechazada son altos, y pueden estar influenciados tanto por la heterogeneidad de la pradera, así como por la época en la que se realizó la investigación, la

cual incluyó los meses de menor precipitación (Figura 1A) que lógicamente afectaron la calidad del forraje ofrecido y en consecuencia los rechazos.

4.1.9. Utilización de la materia seca ofrecida

a) Eficiencia de utilización por pastoreo

Los resultados obtenidos para la utilización de la materia seca ofrecida por pastoreo aparecen en la Figura 7 y el Cuadro 7A del apéndice, donde se observa una tendencia cuadrática significativa ($P < 0.01$) como consecuencia tanto de la presión de pastoreo como del intervalo de descanso.

El máximo porcentaje de utilización se alcanzó con 53 días de intervalo de descanso y con 12.5 kg MS/100 kg PV/día de disponibilidad de forraje, aspecto que puede relacionarse con la aparición, a estos niveles, de especies más apetecibles para el ganado y de porte alto, las cuales, aún con mayor edad, son preferidas por los animales al compararse con otras especies de gramíneas tales como el *Axonopus compressus*, *Homolepsis aturensis* y otras (9, 22, 35).

El menor aprovechamiento de la materia seca ofrecida logrado con intervalos de descanso cortos (Fig. 7), puede deberse a que con este manejo hay dominancia de especies de crecimiento postrado, las cuales no pueden ser consumidas adecuadamente por los bovinos (53, 77). En el caso de los intervalos de descanso largos, el menor aprovechamiento

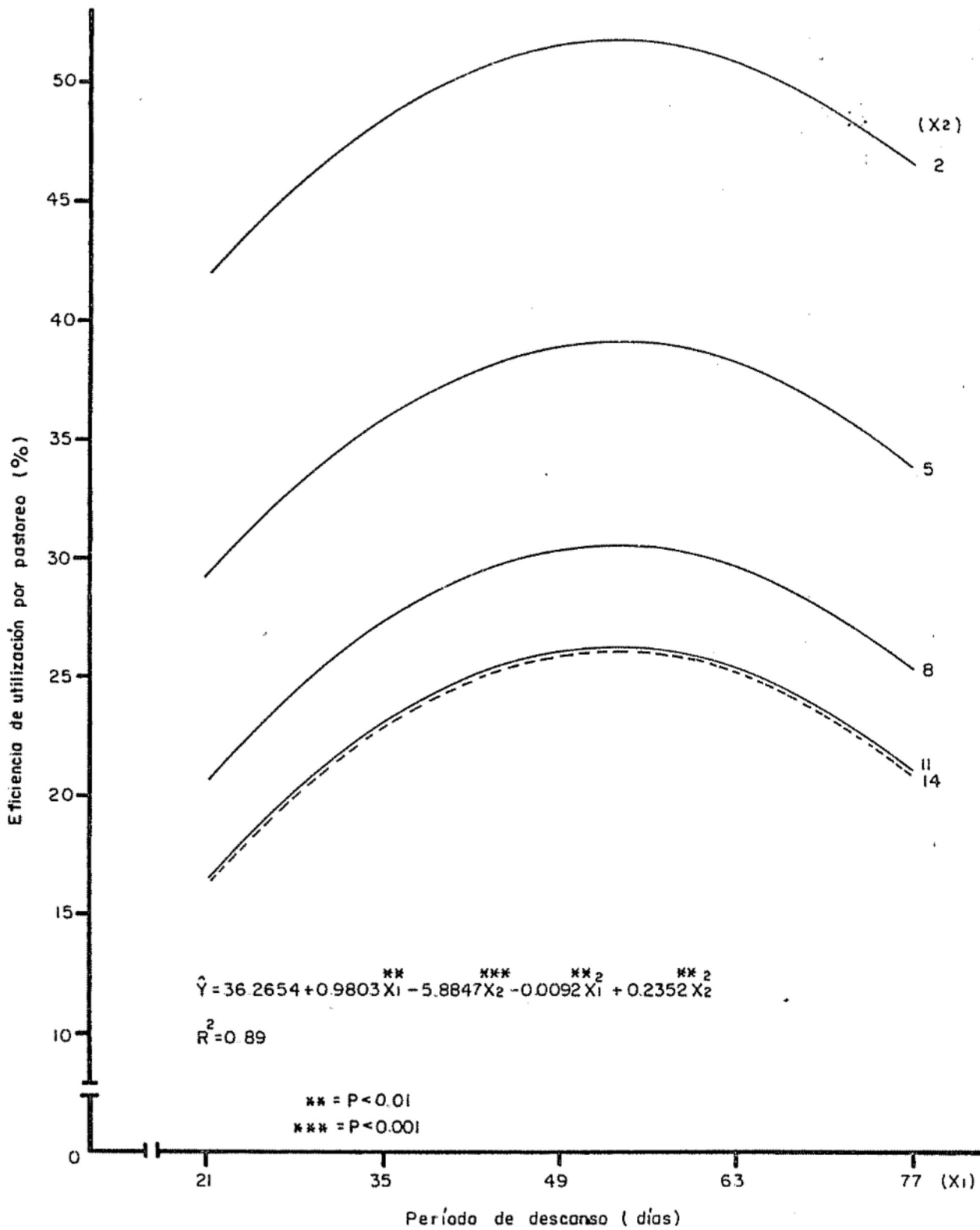


Fig.7 Efecto del período de descanso(X1) y de la presión de pastoreo(X2) sobre el porcentaje de utilización del forraje ofrecido por pastoreo

puede ser explicado por la mayor disponibilidad de forraje, la cual induce a mayores pérdidas, porque el animal, dada su capacidad física limitada, no alcanza a consumir todo lo ofrecido (14, 59, 101).

La tendencia observada en la utilización de la materia seca ofrecida por pastoreo, como consecuencia de los diferentes niveles de disponibilidad por unidad de peso es un resultado lógico y esperable, ya que según la literatura (80, 107, 108, 117), con disponibilidades de forraje por animal muy bajas, no hay oportunidad para que el animal seleccione, por tanto, éste es obligado a consumir el forraje que se ofrezca independientemente de la calidad, mientras que con altas disponibilidades sucede lo contrario.

En general, los resultados obtenidos por efecto de los factores estudiados, se consideran normales, dado el carácter heterogéneo de la pradera y la época en la cual se realizó la investigación. Además, son resultados similares a otros obtenidos en las mismas condiciones y con pastizales mejorados (26, 117).

b) Eficiencia de utilización total

El análisis estadístico detectó significancia ($P < 0.05$) en los efectos lineales y cuadráticos del período de descanso que para la presión de pastoreo sólo el efecto lineal resultó ser significativo ($P < 0.01$). La tendencia para el aprovechamiento total (Fig. 8 y Cuadro 8A) es parecida a la encontrada para el aprovechamiento por pastoreo, difiriendo lógicamente en la magnitud de los valores, debido a que este parámetro

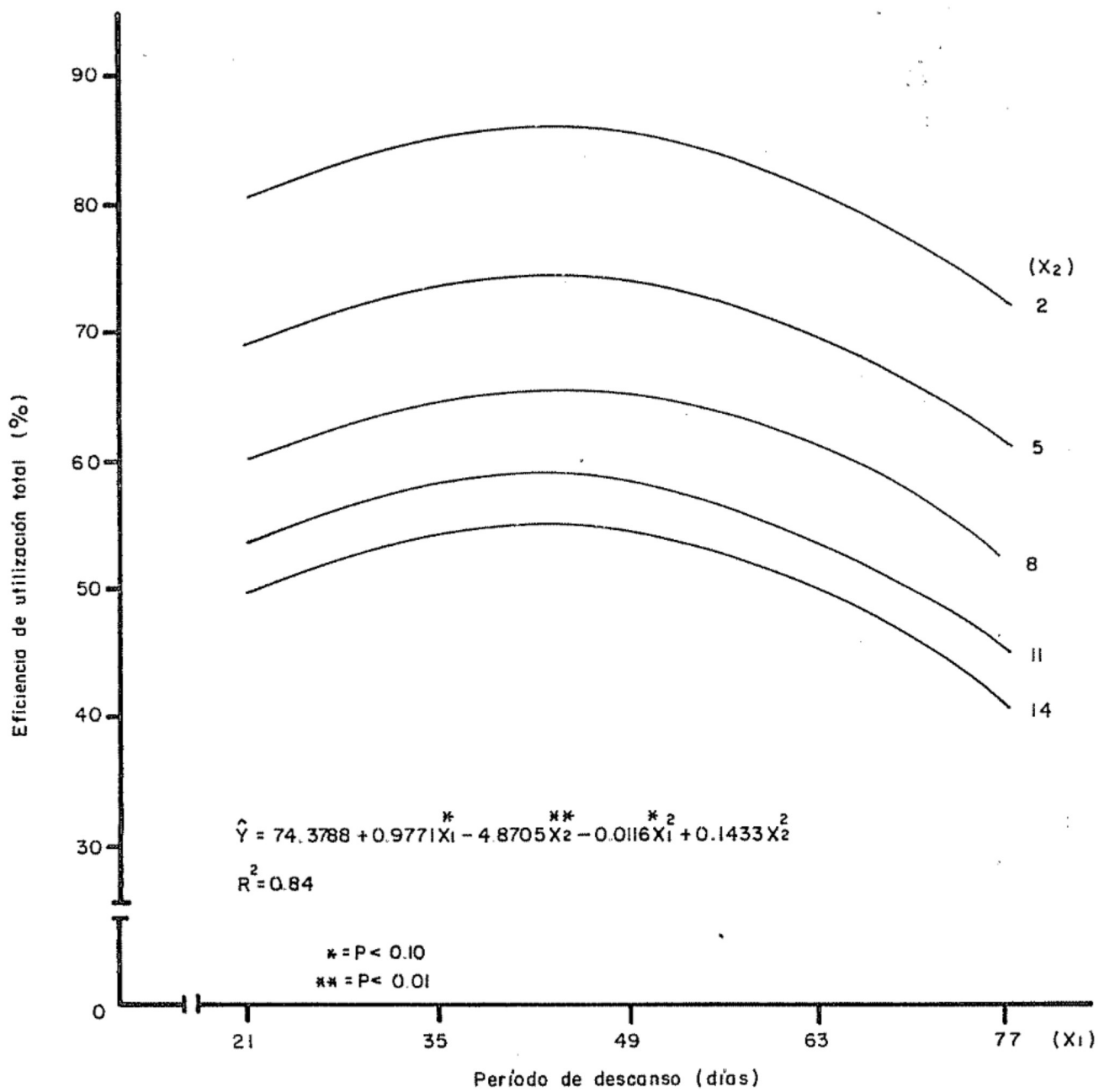


Fig. 8 Efecto del período de descanso (X_1) y la presión de pastoreo (X_2) sobre el % de utilización total de la materia seca ofrecida

expresa la eficiencia con que el animal aprovecha la materia seca total que se le ofrece durante el período experimental, no tomando en cuenta el efecto acumulativo del rechazo.

En el caso de la presión de pastoreo, el porcentaje de utilización total disminuye a medida que aumenta la disponibilidad de forraje; sin embargo, hay cierta diferenciación entre las curvas que representan el efecto del período de descanso a las disponibilidades de 11 y 14 kg MS/100 kg PV/día, lo que no sucede con las correspondientes en el aprovechamiento por pastoreo (Fig. 7), ya que al desecharse en parte, el efecto acumulativo del rechazo, las diferencias en aprovechamiento ocurridas durante las fases iniciales del experimento, se reflejan en los resultados finales.

4.1.10. Carga Animal

Se determinó un efecto lineal significativo ($P < 0.05$) del período de descanso sobre la carga animal (Fig. 9), obteniéndose una tendencia creciente de este parámetro con el incremento en la longitud del período de descanso, resultado que es consistente con la tendencia lineal creciente observada en la materia seca ofrecida (Fig. 2). Esto es lógico, si se toma en cuenta que a medida que el descanso es mayor, hay mayor producción de materia seca y por tanto el número de unidades animales que se pueden mantener por hectárea durante el período de pastoreo es también mayor.

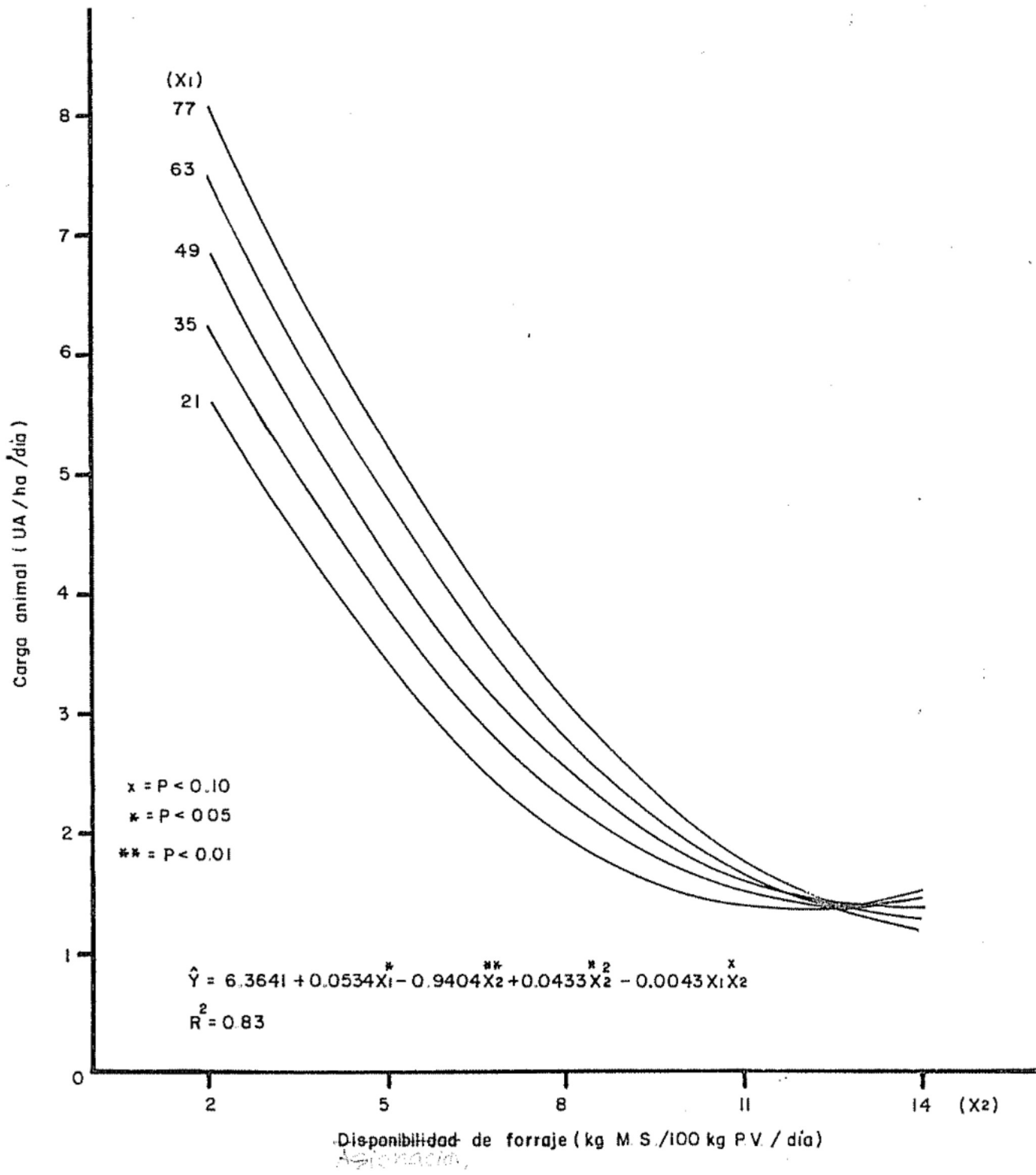


Fig.9 Efecto del período de descanso(X1) y la presión de pastoreo (X2) sobre la carga animal

Los efectos lineal y cuadrático de la presión de pastoreo sobre la carga animal (Fig. 9) son significativos ($P < 0.01$ y $P < 0.05$ respectivamente), y la tendencia determinada según el modelo de mejor ajuste es decreciente. Este resultado era esperado, dado que la presión de pastoreo es un indicativo de intensidad de pastoreo y la carga animal es una forma de expresar esa intensidad, y ambos están altamente correlacionados (Cuadro 21A), de modo que variarán según sea la disponibilidad de materia seca. Estos resultados son coincidentes con numerosas investigaciones en diferentes condiciones (20, 30, 56, 106, 114).

El efecto de la interacción fue significativo ($P < 0.10$), observándose que el intervalo de descanso ejerce mayor efecto a presiones de pastoreo más altas y luego ese efecto va desapareciendo a medida que las presiones de pastoreo son más livianas; esto se puede explicar por el mismo efecto de las disponibilidades de forraje contempladas en el experimento, las cuales al ir aumentando inducen a mayores rechazos con efectos detrimentales en la producción de materia seca, sobre todo en los intervalos de descanso más largos, efectos que se reflejan negativamente en la carga animal.

Los valores obtenidos para la carga animal son ligeramente superiores a los encontrados por Villalobos (117) y Coimbra (26) en praderas mejoradas. Aspecto que reviste particular importancia ya que se trata de una pradera que se encuentra en la etapa inicial de un proceso de recuperación y con amplias posibilidades de incrementar su capacidad de soporte animal.

4.2. Otras Determinaciones Realizadas.

4.2.1. Porcentaje de cobertura

Los resultados obtenidos (Cuadro 7), indican una disminución del porcentaje de cobertura con el intervalo de descanso más corto (21 días) y las disponibilidades de forraje más bajas (2 y 5 kg MS/100 kg PV/día); sin embargo, este efecto no fue significativo. La disminución de la cobertura con los tratamientos antes mencionados, son indicativos de los efectos negativos de los pastoreos frecuentes con altas presiones de pastoreo sobre la cobertura del suelo; aspecto importante ya que podría derivar en la exposición del suelo al efecto de factores externos degradativos (63, 110, 122).

En general, los valores estimados para la cobertura del suelo se consideran altos, tomando en cuenta que el manejo que venía recibiendo la pradera antes del experimento no era el más adecuado. Esto posiblemente sea debido a que, un pastoreo intenso y frecuente en las condiciones ecológicas de la presente investigación, a menudo determinan el establecimiento de especies de hábito rastrero, las cuales aunque producen poco, cubren bien el suelo (35, 36).

4.2.2. Resistencia a la penetración

A ninguna de las profundidades analizadas se obtuvo efecto significativo de los factores bajo estudio.

Estos resultados (Cuadro 8), posiblemente estén influenciados por la duración del período experimental analizado, el cual fue sólo

CUADRO 7. Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre la cobertura del suelo (%).

Variables	Niveles	Cobertura (%)	
		Inicial	Final
1) Período de descanso			
(días)	21	99	91
	35	100	97
	49	99	98
	63	98	96
	77	100	98
2) Presión de pastoreo			
(kg MS/100 kg PV/día)	2	98	92
	5	99	94
	8	100	97
	11	100	99
	14	100	98
3) Fertilización fosfatada			
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	100	97
	50	100	99
	100	99	96
	150	99	94
	200	99	94

CUADRO 8. Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre la resistencia a la penetración del suelo.*

Variables	Niveles	Resistencia a penetración (bares)			
		0-5 ^{1/}	5-10	10-15	15-20
1) Período de descanso					
(días)	21	12.47	12.23	13.42	14.43
	35	12.35	13.71	13.25	14.16
	49	12.27	12.66	12.44	12.39
	63	12.01	12.80	13.23	8.99
	77	12.07	13.09	13.96	12.37
2) Presión de pastoreo					
(kg MS/100 kg PV/día)	2	12.91	12.37	12.95	12.85
	5	11.93	12.93	12.39	11.19
	8	12.23	12.53	13.17	13.58
	11	12.43	13.56	11.59	11.96
	14	11.69	13.00	13.65	12.42
3) Fertilización fosfatada					
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	12.21	12.97	13.95	13.46
	50	12.95	14.64	15.23	11.61
	100	12.40	12.60	13.43	13.31
	150	11.41	11.87	11.25	11.54
	200	12.21	12.40	12.64	12.42

* Datos ajustados por covarianza

^{1/} Profundidades en cm

de 9 meses. Sin embargo, es posible que posteriormente los efectos sobre este parámetro se pongan de manifiesto (26, 73, 99), ya que la intensidad y la frecuencia de pastoreo reducen grandemente los espacios porosos del suelo y limitan la penetración de las raíces, sobre todo en condiciones de alta humedad (57).

Los valores obtenidos por efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada son considerados en la escala de aceptables según lo estipulado en la literatura (28) y coincidentes con otros obtenidos en la zona (73).

4.3.2. Características químicas del suelo

Los valores de pH determinados para las dos profundidades analizadas (Cuadro 9), indican que no fue afectado por los factores bajo estudio. Los valores promedios obtenidos ubican a este suelo en la escala de acidez media y con aptitudes para el desarrollo vegetal (47).

El porcentaje de materia orgánica (Cuadro 9) varía según la profundidad, encontrándose que en el nivel de 0 a 10 cm el contenido de materia orgánica es mayor que para la profundidad de 10 a 20 cm, lo que es factible debido a que la mayor cantidad de residuos vegetales, así como los procesos de descomposición de los mismos son realizados preferentemente en el primer nivel (12). El análisis estadístico no detectó efectos de las variables estudiadas sobre el contenido de materia orgánica. Los valores obtenidos coinciden con otros determinados en condiciones similares (1).

CUADRO 9. Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada sobre parámetros del suelo, analizados a dos diferentes profundidades (1 = 0-10cm y 2 = 10-20cm).

Variables	Niveles	Acidez (pH)		M.O. (%)		N (%)		P (*)	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1) Período de descanso (días)									
	21	5.50	5.50	9.86	6.82	0.50	0.31	11.6	7.8
	35	5.40	5.50	9.96	6.64	0.52	0.33	12.8	8.7
	49	5.40	5.50	10.13	6.42	0.51	0.33	13.4	7.0
	63	5.30	5.40	9.43	6.51	0.52	0.32	11.5	6.9
	77	5.50	5.50	9.60	6.45	0.51	0.32	13.2	7.3
2) Presión de pastoreo (kg MS/100 kg PV/día)									
	2	5.54	5.60	9.56	6.63	0.50	0.32	13.3	7.5
	5	5.35	5.40	9.59	6.45	0.52	0.32	11.5	9.2
	8	5.44	5.50	10.28	6.45	0.51	0.32	13.3	6.7
	11	5.38	5.50	9.80	6.71	0.52	0.34	12.8	6.4
	14	5.40	5.40	9.76	6.61	0.52	0.33	11.5	7.4
3) Fertilización fosfatada (kg P ₂ O ₅ /ha)									
	0	5.50	5.50	9.34	6.62	0.50	0.33	11.5	7.2
	50	5.35	5.50	9.77	6.62	0.52	0.33	12.7	9.1
	100	5.42	5.50	10.24	6.67	0.52	0.34	13.6	6.8
	150	5.36	5.50	9.61	6.54	0.52	0.32	11.7	6.5
	200	5.44	5.60	10.00	6.40	0.50	0.30	13.11	7.5

* meq/100 g.

CUÁDRO 10. Efecto del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada sobre parámetros del suelo, analizados a dos profundidades (1 = 0-10cm y 2 = 10-20cm).

Variables	Niveles	Relación C/N		Ca ^{1/}		K ^{1/}		Mg ^{1/}	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1) Período de descanso (días)	21	10.9	11.6	7.78	6.70	0.39	0.26	3.12	2.16
	35	10.8	11.3	8.14	6.97	0.48	0.28	3.40	2.43
	49	10.9	11.7	8.07	6.89	0.45	0.29	3.40	2.37
	63	10.9	11.7	7.89	6.80	0.43	0.31	3.41	2.29
	77	11.0	11.7	7.81	6.76	0.47	0.34	3.29	2.47
2) Presión de pastoreo (kg MS/100 kg PV/día)	2	10.8	11.5	8.15	6.38	0.44	0.31	3.21	2.27
	5	10.8	11.6	8.19	6.59	0.45	0.28	3.50	2.28
	8	11.0	11.9	8.08	7.40	0.45	0.27	3.30	2.34
	11	10.8	11.5	7.84	7.18	0.46	0.32	3.31	2.45
	14	11.0	11.6	7.43	6.57	0.42	0.30	3.30	2.39
3) Fertilización fosfatada (kg P ₂ O ₅ /ha)	0	10.7	11.4	7.49	6.54	0.42	0.26	3.11	2.35
	50	11.1	11.2	8.08	6.67	0.45	0.25	3.39	2.35
	100	11.0	11.5	7.95	6.77	0.48	0.29	3.45	2.35
	150	10.5	11.9	7.94	7.10	0.46	0.34	3.48	2.38
	200	11.2	12.1	8.23	7.04	0.42	0.33	3.26	2.30

^{1/} meq/100 g. suelo * Datos ajustados por covarianza

Los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio magnesio y la relación carbono/nitrógeno (Cuadro 9 y 10), tampoco fueron afectadas significativamente por los factores estudiados. No obstante, Hay una disminución del nitrógeno y el fósforo con la profundidad, lo que es lógico y esperable según la variación en el mismo sentido presentada por la materia orgánica.

Es probable que 9 meses de período experimental no hayan sido suficientes para que las variables estudiadas como tratamiento pudieran provocar cambios observables en los parámetros antes mencionados, tal como lo indican otras investigaciones realizadas en condiciones similares, las cuales, además, han obtenido valores muy parecidos para los elementos analizados en la presente investigación (1, 97).

5. DISCUSION GENERAL

De manera general, el período de descanso y la presión de pastoreo tuvieron efectos marcados sobre los parámetros medidos en la pradera. El pastoreo frecuente (21 días), indujo la aparición de especies de porte bajo tales como el *Axonopus compressus* y los mayores a 35 días favorecieron a especies de porte alto (*Panicum maximum* e *Hyparrhenia rufa*) cuya densidad se incrementó (Cuadro 10A).

Las presiones de pastoreo equivalentes a disponibilidades de 2 y 5 kg MS/100 kg PV/día (Cuadro 11A) tuvieron efectos similares sobre la flora de la pradera que el período de descanso de 21 días. Así mismo, las disponibilidades de forraje mayores de 5 kg MS/100 kg PV/día, tuvieron efectos similares a los conseguidos con períodos de descanso mayores de 35 días. Este efecto probablemente esté ligado con el grado de defoliación a que son sometidas las diferentes especies que conforman la pradera y sus distintas formas de responder a tales efectos (77, 78).

A pesar de observarse variaciones individuales sumamente importantes, el porcentaje global de gramíneas no fue afectado, mientras que el de leguminosas se incrementó un poco sobre todo con el período de descanso más largo (77 días) y disponibilidades de forraje mayores a 5 kg MS/100 kg PV/día (Cuadros 3 y 4). El incremento del porcentaje de leguminosas podría relacionarse tanto con una mayor oportunidad que tienen estas plantas de recuperarse con un período de descanso tan largo como 77 días como por la menor defoliación a que son sometidas a presiones de pastoreo bajas, las cuales favorecen su recuperación.

La recuperación de especies de porte alto, más productivas, en conjunto con la mayor oportunidad de recuperación que se le brinda a la pradera al pastorearse menos frecuentemente y con menor carga, probablemente sean algunos de los aspectos determinantes en la tendencia creciente obtenida para la materia seca ofrecida (Fig. 2). El efecto lineal del período de descanso así como los efectos lineales y cuadráticos de la presión de pastoreo fueron significativas ($P < 0.01$) sobre este parámetro.

Es importante destacar el efecto significativo de la interacción, el cual determina que la tasa de incremento lineal inducida por el largo del período de descanso se vea disminuida a disponibilidades mayores de 5 kg MS/100 kg PV/día. Este aspecto puede ser reflejo de la tasa de crecimiento (Fig. 1), la cual es menor con disponibilidades mayores de 8 kg MS/100 kg PV/día y períodos de 49 días o más, lo que posiblemente sea consecuencia de una menor tasa fotosintética por menor eficiencia en la captación de la luz solar (66, 78).

La materia seca ofrecida afecta la tendencia de la materia seca consumida (Fig. 3), la cual es decreciente a medida que las disponibilidades de forraje son mayores y creciente con intervalos de descanso más largos, exceptuando el período de 77 días, donde hay una disminución.

El descenso de la materia seca consumida a presiones de pastoreo más livianas puede asociarse con un menor número de animales, los cuales, limitados por su capacidad física, no alcanzan a consumir todo el forraje ofrecido por lo que el animal es obligado a seleccionar el material que ingiere sobre todo con períodos de descanso de 63 y 77 días (14, 63, 77).

La selectividad puede observarse más claramente cuando se analiza el consumo de MS/100 kg de PV/día (Fig. 4), ya que los valores de este parámetro se incrementan hasta 51 días y luego disminuyen, lo que posiblemente indique selección por madurez del forraje ofrecido. Igualmente, a medida que aumenta la disponibilidad, el consumo por unidad de peso aumenta, pero con incrementos decrecientes, sin llegar a estabilizarse, lo que podría atribuirse a una alta selectividad por especie, más aún si se trata de una pradera de composición botánica heterogénea y de animales como los bovinos, los cuales se caracterizan por ser altamente selectivos (76, 109).

Los criterios emitidos sobre la selectividad son reforzados por los siguientes aspectos:

a) Hubo una diferencia notoria del contenido de proteína y la digestibilidad entre los parámetros: materia seca ofrecida, consumida y rechazada (Cuadros 6, 5A y 13A).

b) Hubo una disminución del aprovechamiento de la materia seca ofrecida por pastoreo (Fig. 7) conforme las disponibilidades de forraje aumentaron, producto de mayores rechazos con bajas presiones de pastoreo combinados con períodos de descanso largos.

Todos estos resultados influenciaron conjuntamente la respuesta obtenida para la carga animal (Fig. 9), ya que controlando el pastoreo se logra variar el nivel de consumo y el grado de selección que realiza el animal, se regula la cantidad de residuo no consumido, se afecta la composición botánica y en consecuencia el rendimiento y la productividad total del pastizal (93).

La fertilización fosfatada no afectó a ninguno de los parámetros estudiados, probablemente por el alto poder fijador del fósforo que posee el suelo donde se realizó la investigación. Así mismo, es probable que el carácter espontáneo de la mayoría de las especies componentes de la pradera les permita subsistir en suelos con bajos contenidos de fósforo, dados sus menores requerimientos en este elemento. Ahora bien, el fósforo requerido puede ser suministrado por la materia orgánica, ya que las fracciones más importantes que contienen el elemento pueden ser aprovechadas por la planta (15, 47).

Por otro lado, las características físicas y químicas evaluadas en el suelo, no fueron afectadas por los factores estudiados.

En síntesis, es posible señalar que en el período experimental analizado, la presión de pastoreo y el intervalo de descanso influyeron más que la fertilización fosfatada, en la recuperación de la pradera estudiada. Estos resultados vislumbran la posibilidad de que controlando la presión de pastoreo y estableciendo un pastoreo rotacional pueda mejorarse la productividad de este tipo de pradera tan abundante en condiciones tropicales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en las condiciones de la presente investigación permiten concluir lo siguiente:

1. En orden de importancia; la presión de pastoreo y el período de descanso tuvieron mayor influencia en el comportamiento de la pradera evaluada, que la fertilización fosfatada.
2. El uso de intervalos de descanso mayores a 53 días y disponibilidades de forraje superiores a 11 kg MS/100 kg de peso vivo por día, afectan negativamente el comportamiento de praderas de composición botánica heterogénea.
3. Intervalos de descanso cortos (21 y 35 días) con poca disponibilidad de forraje (2 y 5 kg de MS/100 kg PV/día) favorecen la dominancia de gramíneas de porte bajo y poco productivas como es el caso del *Axonopus compressus*. Mientras que con intervalos mayores de 35 días y disponibilidades de forraje igual o superiores a 8 kg de MS/100 kg PV/día dan oportunidad para que se incremente la población de especies forrajeras más deseables, tales como guinea (*Panicum maximum*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y algunas leguminosas espontáneas.
4. La cobertura y las características físicas y químicas del suelo no fueron afectadas por ninguno de los factores estudiados en el período que duró el experimento.

Recomendaciones:

1. Determinar el contenido proteico y la digestibilidad del componente leguminosa con el objeto de establecer, cual es la contribución de estas plantas a la alimentación del ganado, ya que, aparentemente tuvieron cierta influencia en los resultados.
2. Continuar con las observaciones de la variación individual de las especies más importantes como indicativo más preciso de la evolución florística de la pradera en estudio.
3. Continuar las investigaciones por un período mayor a fin de observar el comportamiento de la pradera en el tiempo, lo que permitirá obtener resultados que justifiquen o no, establecer un sistema de manejo racional para este tipo de praderas tan abundantes en condiciones tropicales.

7. RESUMEN

La presente investigación fue realizada durante los meses de julio de 1978 a marzo de 1979, en la Estación Experimental Ganadera del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, con el objeto de "Evaluar el comportamiento de una pradera de baja productividad bajo los efectos del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosfatada.

Se estudiaron períodos de descanso de 21, 35, 49, 63 y 77 días; disponibilidades de forraje de 2, 5, 8, 11 y 14 kg de materia seca por cien kg de peso vivo por día y niveles de P_2O_5 /ha de 0, 50, 100, 150 y 200 kg. Se seleccionaron 23 combinaciones de tratamientos siguiendo lo establecido para un arreglo de Tratamiento de Composición Central no Rotable y la información, analizada por regresión múltiple con prueba de diferentes modelos matemáticos y escogencia del cuadrático como el de mejor ajuste.

El área experimental efectiva fue de 40.600 m² dividida en 42 potreros de superficies variables entre 200 y 3.000 m², según fuese la combinación de tratamientos correspondiente. Entre la vegetación inicial dominante se encontraban especies espontáneas de gramíneas como el *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum* y *Homolepsis aturensis*. Además, existían representantes de las familias Ciperaceae, Compositeae, Acanthaceae, Labiateae, Leguminoseae y otras.

Los efectos de tratamientos sobre la pradera fueron evaluados a través de los parámetros siguientes: Variación de la composición botánica y el porcentaje de cobertura; tasa de crecimiento de la vegetación; materias secas ofrecida, consumida y rechazada con sus respectivos coeficientes de digestibilidad y contenidos proteicos. Así mismo, se estimaron tanto los porcentajes de aprovechamiento total y por pastoreo de la materia seca ofrecida como la carga animal.

Los efectos sobre el suelo fueron evaluados a través de la variación en la resistencia a la penetración, valor de pH, contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, además de la relación carbono-nitrógeno.

Los resultados indican que el período de descanso particularmente no afectó marcadamente la tendencia encontrada para los parámetros: Tasa de crecimiento, materia seca rechazada, contenido de proteína y la composición porcentual de gramíneas, leguminosas y malezas. Sin embargo, aumentos del período de descanso hasta una duración promedio cercana a los 49 días, favoreció una tendencia creciente de la cantidad de materia seca tanto ofrecida como consumida por hectárea y por 100 kg de peso vivo por día, del aprovechamiento total y por pastoreo de la materia seca ofrecida y de la carga animal. Además, fue determinada una tendencia decreciente de la digestibilidad de la materia seca consumida.

La presión de pastoreo individualmente no afectó las tendencias presentadas por los parámetros: Tasa de crecimiento, materia seca consumida por hectárea y por 100 kg de peso vivo por día, el contenido de proteína

y el coeficiente de digestibilidad de la materia seca consumida. Mientras que aumentos en la disponibilidad de forraje determinaron incrementos de las materias seca ofrecida y rechazada y una disminución del aprovechamiento tanto total como por pastoreo y de la carga animal.

Las combinaciones de períodos de descanso largos (63 y 77 días) con altas disponibilidades de forraje (11 y 14 kg MS/100 kg PV/día), determinaron un marcado efecto negativo sobre los parámetros: Tasa de crecimiento, materias secas ofrecida, consumida, rechazada y por consiguiente sobre la carga animal estimada.

Intervalos cortos (21 y 35 días) con bajas disponibilidades de forraje (2 y 5 kg MS/100 kg PV/día), favorecieron la dominancia de especies de porte bajo, entre ellas, el *Axonopus Compressus*. Períodos mayores de 35 días con disponibilidades de forraje mayores a 8 kg de MS/100 kg PV/día, determinaron la proliferación de gramíneas de porte alto (*Panicum maximum* e *Hyparrhenia rufa*) y algunas leguminosas espontáneas.

La fertilización fosfatada no tuvo ningún efecto sobre los parámetros medidos en la pradera. Igualmente, la cobertura y los parámetros determinados en el suelo, no fueron afectados por ninguno de los factores estudiados como tratamiento.

Se recomienda continuar observando la variación individual de las especies más importantes como un indicativo más preciso de la evolución florística de la pradera en estudio. Además, mediante análisis de laboratorio, determinar un indicativo de la contribución de las leguminosas espontáneas a la alimentación animal, ya que aparentemente influyeron en los

resultados. Así mismo, es conveniente continuar el experimento por un período mayor a fin de observar el comportamiento de este tipo de pradera en el tiempo y justificar si es conveniente o no, establecer un sistema de manejo racional para las mismas, debido a su abundancia no sólo en Centro América, sino en el mundo.

resultados. Así mismo, es conveniente continuar el experimento por un período mayor a fin de observar el comportamiento de este tipo de pradera en el tiempo y justificar si es conveniente o no, establecer un sistema de manejo racional para las mismas, debido a su abundancia no sólo en Centro América, sino en el mundo.

SUMMARY

This experiment was conducted at the Experimental Farm of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), Turrialba, Costa Rica, from July 1978 to March 1979, with the purpose of evaluating the effects of different resting periods, grazing pressure and phosphate fertilization on the behaviour of an unproductive pasture.

Resting periods of 21, 35, 47, 63 and 77 days were studied, along with grazing pressures (measured as forage availability of 2, 5, 8, 11 and 14 kg of DM/100 kg of LW/day, and fertilization levels of 0, 50, 100, 150 and 200 kg of P_2O_5 /ha/year. A total of 23 treatments were applied, according to a non-rotatable central composite design. Data obtained were analysed using multiple regression analysis, where in the quadratic model resulted in the best logical fit.

An area of 40,600 m² was used, divided into 42 plots of varying between 200 and 3000 m², according to their corresponding treatments. In the initial vegetation, spontaneous species such

as Axonopus compressus, Paspalum conjugatum and Homolepsis aturensis dominated. Other species of Ciperaceae, Compositae, Acanthaceae, Labiteae and Legumonseae, were also present.

Treatment effects were evaluated by the following parameters: botanical composition, percent coverage, growth rate; dry matter production, consumption and rejection with their respective digestibility coefficients and crude protein content. Lidewise, total and partial efficiency forage utilization, as well as carrying capacity of the pasture were estimated.

Effects on soil were evaluated by changes in to resistance, penetration, pH, organic matter, nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium content, and the carbon-nitrogen ratio.

The results indicate that resting period, did not affect the following parameters: growth rate, rejected dry matter, crude protein content and the percentage of grasses, legumes and weeds. On the other hand, increasing the resting period up to 49 days favors the total amount of dry matter offered, as well as the forage consumer per hectare and per 100 kg of LW/day. Prolonged resting period also improved total and partial efficiency of forage utilization, despite

a decrease on the digestibility of the dry matter consumed.

Grazing pressure did not affect growth rate, dry matter intake/ha and per 100 kg of LW/day, nor the crude protein content nor digestibility of the forage consumed. Increased both the amount of forage offered and the amount of forage rejected; it also decreased total and partial utilization of forage as well as the stocking rate.

The combination of long resting periods (63 , 77 days) with high forage availabilities (11 and 14 kg of DM/100 kg of LW/day) had a pronounced negative effect on growth rate, dry matter consumed, offered and rejected, and consequently on the estimated stocking rate.

Short intervals (21 and 35 days) with low pasture availability (2 and 5 kg of DM/100 kg of LW/day) favoured the spread of low growing species such as Axonopus compressus. Resting periods of over 35 days with forage availabilities of over 8 kg of DM/100 kg LW/day promoted the proliferation of taller growing grasses such as Panicum maximum and Hyparrhenia rufa, as well as some volunteer legumes.

Phosphate fertilization did not affect any of the parameters, likewise, pasture coverage and all of the soil parameters were not

affected by any of the factors being studied.

The authors recommend: that observations be continued within the principal species, with special attention to flowering cycles as related to the botanical evolution of the sward. Determine the nutritional contribution of the nature volunteer legumes. Continuation of experiment during a more prolonged period in order to determine the behavior of the pasture over time, and determine the viability of establishing a rational management for such low-potential pastures.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, A. V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1971. 139 p.
2. ALLINSON, D. W. Forage lignins and their relationship to nutritive value. In National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings. Nebraska, Nebraska Center for Continuing Education. 1970. Pirr. (doc. S1-9).
3. ALPIZAR, J., PAEZ, G. y LEIVA, M. Influencia del intervalo entre corte y la fertilización en el rendimiento de *Panicum maximum* Jacq. Memoria. ALPA (México) 9:155. 1974.
4. ANDERSON, G. D. Effects of fertilizers on botanical composition and productivity of pasture on the Sandy Soils of the Tanganyica Coast. East African Agricultural and Forestry Journal 34(2):207-216. 1968.
5. ANRIQUE, R. G. Consumo de pasto guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1969. 54 p.
6. ARNOLD, G. W. Age, pasture conditions and the performance of grazing sheep. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 6:213-221. 1966.
7. ARROYO-AGUILU, J. A., et al. Valor nutritivo y consumo voluntario de las gramíneas pangola (*Digitaria decumbens*), congo (*Bracharia ruziziensis*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Memoria. ALPA (México) 8:91-106. 1973.
8. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México. Herrero, 1970. 469 p.
9. BATEMAN, J. y GARZA, R. Digestibilidad del pasto imperial (*Axonopus scoparius*) y gamalote (*Paspalum fasciculatum*). Turrialba (Costa Rica) 12(1):25-27. 1962.
10. BEWG, W. P., KYNEUR, G. W. y HART, I. B. Beef production from tropical legume-grass pastures in the Coastal ranges of South Eastern Queensland. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 8:433-438. 1970.

11. BISHOP, H. G. The response to nitrogen and phosphorus fertilizer of native pasture on the Balbirini Land System in North-West Queensland. *Tropical Grasslands* 11(3):257-262. 1977.
12. BLACK, C. B. Relaciones Planta-Suelo (I y II). Trad. Rabuffeti, A. Y Darre, S. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 1975. 866 p.
13. BLASER, R. E. Efecto del animal sobre la pastura. In Paladines, O., ed. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo, Uruguay, 1964. Simposio. Montevideo, La Estanzuela, IICA, Zona Sur, 1964. pp. 1-25.
14. BLAXTER, K. L. y WILSON, R. S. The voluntary intake of roughage by steers. *Animal Production* 4(3):351-358. 1962.
15. BORNEMISZA, E. El fósforo orgánico en suelos tropicales. *Turrialba (Costa Rica)* 16(1):33-38. 1966.
16. BROWN, D. Methods of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Agricultural Bureaux. Bulletin N° 42. 1954. 233 p.
17. BRYAN, W. W. Botanical changes following application of fertilizer and seed to run-down paspalum, kikuyu and mat grass pastures on a scrub soil at Maleny South-East Queensland. *Tropical Grasslands* 1(2):167-171. 1967.
18. BRYANT, H. T., et al. Effect of the stocking pressure on animal and acre output. *Agronomy Journal* 57(3):273-276. 1965.
19. BUTTERWORTH, M. H. The utilization of phosphorus in some Venezuelan Forages. *Turrialba (Costa Rica)* 16(3):253-256. 1966.
20. CAMPLING, R. C. The control of voluntary intake of food in cattle. *Outlook on Agriculture* 5(2):74-79. 1966.
21. CASTLE, M. E., DRISDALE, A. D. y WATSON, J. N. Effect on stocking rate and supplementary concentrate feeding on milk production. *Journal of the British Grassland Society* 23(2):137-143. 1968.
22. CATAÑO, E. O. Aceptación de varias especies de gramíneas tropicales por el ganado bovino en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1970. 46 p.
23. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURAL TROPICAL. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe anual 1973. Cali, Colombia. 1973. 284 p.
24. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños Experimentales. México, D.F., Trillas. 1965. 661 p.

25. COCHRAN, W. G. Sampling Techniques. New Yourk, Willey. 1963. 329 p.
26. COIMBRA, E. Comportamiento de la asociación de kudzu tropical (*Pueraria phasecoloides*, (Roxb) Benth) y pasto ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Ger. y Evr.) bajo el efecto de diferentes intervalos de descanso y presiones de pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1979. 96 p.
27. COOK, S. J., LAZENBY, A. y BLAIR, G. J. Pasture degeneration I. Effect on total and seasonal pasture production. Australian Journal of Agricultural Research 29(1):9-18. 1978.
28. _____, LAZENBY, A. y BLAIR, G. J. Pasture degeneration II. The importance of superphosphate, nitrogen and grazing management. Australian Journal of Agricultural Research 29(1):19-29. 1978.
29. COVA, J. R. Respuesta de la sabana natural del Estado de Monagas a la fertilización nitrogenada y a la roturación del suelo. Tesis Ing. Agr. Jusepín, Venezuela. Universidad de Oriente, Escuela de Agronomía. 1977. 60 p.
30. CUBILLOS, G. Sistemas de pastoreo en los trópicos. In Conferencia anual sobre ganadería y avicultura en América Latina 8a. Gainesville, Florida, 1974. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1974. p. irr. (doc. 32A-40A).
31. CHAMBLIS, C. G. Leguminosas para animales bajo pastoreo. In Conferencia anual sobre ganadería y avicultura en América Latina. 12a. Gainesville, Florida, 1978. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1978. P. irr. (doc. A8-A11).
32. DAVIDSON, T. Soil organic matter fluctuations in some tropical wet land soil in Turrialba. Turrialba (Costa Rica) 25(2):183-190. 1975.
33. DAVIES, H. The effect of stocking rate on the performance of steer in Central Coastal New South Wales. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 17(89):899-904. 1977.
34. DAVIES, R. O., MILTON, W. E. J. y LLOYD, J. R. Pasture productivity in mid-Wales. II. Botanical changes in the experimental plots: Palatability and efficiency of the swards. Empire Journal of Experimental Agriculture 18(71):264-270. 1950.
35. DE ALBA, J. Los potreros como productores de forrajes. In Mesa redonda regional sobre forrajes en Centro América. V. 1. Turrialba, Costa Rica, FAO-IICA. 1956. p. irr. (Forr/doc. N°8).

36. DE ALBA, J. y SEMPLE, A. J. Investigaciones sobre forrajes en Turrialba, Costa Rica. IICA, 1965. 33 p. (Publicación miscelánea 33).
37. DE ALBA, T. y TAPIA, C. Estudio comparativo de dos gramíneas forrajeras, *Axonopus compressus*, Swts y *Digitaria decumbens*, Stent. Turrialba (Costa Rica) 5(3):66-71. 1965.
38. DEMOLON, A. Principios de Agronomía II. Crecimiento de vegetales cultivados. Trad. Pérez M. J. Barcelona, Omega, 1966. 587 p.
39. DEVENDRA, C. The intake and digestibility of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) at four, five and six weeks of growth by goats and sheeps in Trinidad. Turrialba (Costa Rica) 25(3):226-231. 1975.
40. DONALD, C. M. Phosphorus in australian agriculture. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 30(2):71-105. 1964.
41. EADIE, J. Improvement of grass production and utilization on natural grassland in different climates. Journal of the British Grassland Society 22(1):21-25. 1967.
42. ELLIOT, J. G. Grassland production. Journal of the British Grassland Society 22(1):8-12. 1967.
43. ENG, P. K., KERRIDGE, P. C. y MANNETJE, L' t. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production from a guinea grass-legume pasture in Johore, Malaysia I. Dry matter yields, botanical and chemical composition. Tropical Grasslands 12(3):189-197. 1978.
44. _____, MANNETJE, L' t. y CHEN, C. P. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production from a guinea grass-legume pasture in Johore, Malaysia II. Animal live-weight change. Tropical Grasslands 12(3):198-207. 1978.
45. ESCUDER, J. Experimento con animales en pastejo. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 4(2):158-175. 1975.
46. EVANS, C. The quantitative analysis of plant growth. Studies in ecology. 1972. V.1. Univ. California Press. 733 p.
47. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José (Costa Rica), IICA. 1978. 398 p.
48. FORSYTHE, W. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. Fitotecnia Latinoamericana 4:165-176. 1967.

49. FORSYTHE, W. Manual de Laboratorio de física de suelos. San José, (Costa Rica), IICA. 1975. 212 p.
50. FRENCH, M. H. Observations on the digestibility of pasture herbage. Turrialba (Costa Rica) 11(2):78-84. 1961.
51. FUNES, F. Effect of fire and grazing in the maintenance of tropical grasslands. Cuban Journal of Agriculture Science 9(3):379-395. 1975.
52. GAMMON, D. M. y ROBERTS, B. R. Patterns of defoliation during continuous and rotational grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia. I. Selectivity of grazing. Rhodesian Journal of Agricultural Research 16(2):117-131. 1978.
53. GARZA, R., CHAPA, O. y PEREZ, V. Respuesta de gramas nativas a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el trópico húmedo. Técnica Pecuaria. (México) 18:54-61. 1971.
54. FOEBEL, C. y COOK, C. Effect of range condition on plant vigor production and nutritive value of forage. Journal of Range Management 13(5):307-313. 1960.
55. GREEN, J. O. Herbage sampling errors and grazing trials. Journal of the British Grassland Society 4(1):11-16. 1949.
56. GREENHALGH, J. F. D., REID, G. W., AITKEN, J. N. y FLORENCE, E. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production I. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 67(1):13-23. 1966.
57. HARDY, H. Algunos aspectos del suelo de praderas tropicales. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1964. 4 p. (mimeografiado).
58. HENDY, K. Review of natural pasture and their management problems on the North Coast of Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal 41(1):52-57. 1975.
59. HOLMES, W., JONES, G. W. y DRAKE B., R. M. The food intake in grazing cattle II. The influence of size of animal on feed intake. Animal Production 3(3):251-260. 1961.
60. HUFFINE, W. y ELDER, W. C. Effect of fertilization on native grass pasture in Oklahoma. Journal of Range Management 13(1):34-36. 1960.

61. HULL, J. L., et al. Studies on the influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. *Journal of Animal Science* 24(3):697-704. 1965.
62. HUMPREY, R. Range ecology. New York, Ronald Press. 1962. 233 p.
63. HUMPREYS, L. R. Potential of humid and subhumid rangelands. In Winrock International Livestock Research and Training Center. Potential of the world's forages for ruminant animal production. Winrock report. Morrilton, Arkansas, 1977. pp 29-48.
64. _____ . Tropical pastures and fodder crops. Intermediate Tropical Agriculture Series. W. J. A. Payne. Queensland, Australia. 1978. pp. 135.
65. JAMES, B. J. F. Utilización intensiva de pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 1974. 197 p.
66. KALIL, E. Estudo sobre experimentos com animais em pastejo. *Boletim de Industria Animal (Brasil)*, 25:81-109. 1968.
67. KLEMMEDSON, J. Interrelations of vegetation, soils and range conditions induced by grazing. *Journal of Range Management* 9(3):134-138. 1956.
68. KRETSCHMER, A. Leguminosas vs. fertilización con nitrógeno en los pastos tropicales. In Conferencia anual sobre ganadería y avicultura en América Latina. 7a. Gainesville, Florida, 1973. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1973. p. irr. (doc. 15A-23A).
69. _____ . Persistencia de leguminosas tropicales en pastizales permanentes. In Conferencia sobre ganadería y avicultura en América Latina 8a. Gainesville, Florida, 1974. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1974. p. irr. (doc. 12A-23A).
70. LASSO, P. M. Crecimiento de toretes de carne con diferentes niveles de proteína, energía y presión de pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1975. 93 p.
71. LEIGH, J. H. y HOLGATE, M. D. Effects of pasture availability on the composition and quality of the diet selected by sheep grazing native, degenerate and improved pastures in the upper Shoalhaven Valley new South Wales. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry* 18(92):381-390. 1978.

72. LEMUS, A. A. Producción de carne bovina en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo diferentes presiones de pastoreo y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1977. 104 p.
73. LIIV, J. Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization. In International Grassland Congress, 11th, Queensland, Australia, 1970. Proceedings. St. Lucia, Univ. Queensland Press. 1970. pp. 646-649.
74. LUDLOW, M. M. y DAVIS, R. Comparative growth physiology of tropical pasture plants. In Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Tropical Agronomy. Annual Report 1973-74. Brisbane, Australia. 1974. pp. 99-101.
75. MARTEN, G. Measurement and significance of forage palatability. In National Conference on Forage Quality Evaluation and utilization, Nebraska, 1969. Proceedings. Nebraska, Nebraska, Center for Continuing Education. 1970. P. irr. (doc. D1-43).
76. MARTIN, R. J. A review of Carpet grass (*Axonopus affinis*) in relation to the improvement of Carpet grass based pasture. Tropical Grasslands 9(1):9-17. 1975.
77. MCKAY, A. D. Rangeland productivity in Botswana. East African Agricultural and Forestry Journal 34(2):178-193. 1968.
78. McMeekan, C. P. y WALSHE, M. J. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. Journal of Agriculture Science (Cambridge) 61(1):147-163. 1963.
79. McMURPHY, W. E., DENMAN, C. E. y FUNKER, B. B. Fertilization of native grass and weeping love grass. Agronomy Journal 67(2):233-236. 1975.
80. MAY, L. H. The utilization of carbohydrate reserves in pasture plants after defoliation. Herbage Abstracts 30(4):239-245. 1960.
81. MEARS, P. T. y HUMPREYS, L. R. Nitrogen response and stocking rate of *Pennisetum clandestinum* pasture. II. Cattle Growth. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 83(3):469-478. 1974.
81. MILFORD, R. y MINSON, D. J. Determinants of feeding value of pasture and supplementary feed. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 6:319-329. 1966.

83. MINSON, D. J., et al. The digestibility and voluntary intake of 522 and H.1 Ryegrass, 5170 Tall Fescue, 548 Timothy, 5215 Meadow Fescue and Germinal Cocksfoot. *Journal of the British Grasslands Society* 19(3):298-305. 1964.
84. MOORE, J. E. Conversi3n de forraje a producto animal. In Conferencia sobre ganadería y avicultura en América Latina. 8a. Gainesville, Florida, 1974. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1974. p. irr. (doc. 36A-44A).
85. MOORE, R. M. y BIDDISCOMBE, E. F. The effects of grazing on grasslands. In Barnard, C. ed. *Grasses and Grasslands.* St. Martin's Press Inc. New York. pp. 221-235. 1964.
86. MORLEY, F. H. W. The biology of grazing management. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 6:127-136. 1966.
87. MOTT, G. O. Interpretaci3n correcta de resultados con animales en experimentos de pastoreo. In Paladines, O., ed. *Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas.* Montevideo, Uruguay, 1964. Simposio. Montevideo, La Estanzuela, IICA, Zona Sur, 1964. pp. 73-103.
88. MURTAGH, G. J. The need for alternative techniques of productivity assesment in grazing experiments. *Tropical Grasslands* 9(2):151-165. 1975.
89. NORIAN, M. J. Response of native pasture to nitrogen and phosphate fertilizer at Katherine M.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 2(4):27-34. 1962.
90. OLSON, G. L. y SANTOS, G. L. Effects of lime and fertilizer on natural pastures in Brasil. *Experimental Agriculture* 11(3):173-176. 1975.
91. PACHECO, S. R. La nutrici3n fosf3rica en dos suelos de diferente fertilidad. Tesis Ing. Agr. San Jos3, Costa Rica. UCR, Facultad de Agronomía, 1977. 42 p.
92. PALADINES, O. Sistemas de alimentaci3n en América Latina. In Reuni3n de trabajo sobre la composici3n de alimentos y sistemas de alimentaci3n animal, San Jos3, Costa Rica, 1977. Documentos y acuerdo final. San Jos3, Costa Rica, IICA, 1977. pp. 71-89. (Serie de Publicaciones Misceláneas N° 174).

93. PEREZ, F. Potencial nutritivo de los pastos tropicales para la producción de leche. La Habana, Instituto de Ciencia Animal, 1977. 26 p.
Presentado en la 6a reunión de ALPA, La Habana, 1977.
94. PFANDER, W. H. Forage intake and digestibility Research now and when? In National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization, Nebraska, 1969. Proceedings. Nebraska, Nebraska Center for Continuing Education. 1970. P. irr. (doc. H1-21).
95. PIEPER, R., COOK, G. W. y HARRIS, L. Effect of intensity of grazing upon nutritive content of the diet. *Journal of Animal Science* 18(3):1031-1037. 1959.
96. PINZON, B. R. La fertilización y el largo del ciclo de uso en la productividad del pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa* (NESS) Stapf.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1976. 75 p.
97. PLATH, C. V. El desarrollo del potencial agrícola en los trópicos húmedos de la América Central. Turrialba (Costa Rica) 19(1):21-29. 1969.
98. RAMIREZ, A. Efecto del ciclo de uso, la presión de pastoreo y la fertilización nitrogenada en la producción de praderas de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1974. 118 p.
99. RAUN, H. S. Leguminosas y asociaciones de gramíneas y leguminosas en el trópico americano. In Conferencia sobre ganadería y avicultura en América Latina. 9a., Gainesville, Florida, 1975. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1975. p. irr. (doc. 38A-45A).
100. RAYMOND, W. F. The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy* 21:1-108. 1969.
101. REPPERT, J. Forage preference and grazing habits of cattle at the Eastern Colorado Range Station. *Journal of Range Management* 13(2):58-65. 1960.
102. REYES, A. M. Respuesta de la sabana natural del Estado Monagas a la fertilización fosfatada y a la roturación del suelo. Tesis Ing. Agr. Jusepín, Venezuela, Universidad de Oriente, Escuela de Agronomía. 1977. 52 p.
103. RUELKE, O. Principios del manejo de pastizales para la producción de carne en los trópicos. In Conferencia sobre ganadería y avicultura en América Latina 12a. Gainesville, Florida, 1978. Trabajos presentados. Gainesville, Unive. of Florida, 1978. p. irr. (doc. A4-7).

104. SANTHIRASEGARAM, K. Manejo de praderas de leguminosas y gramíneas en un ecosistema de selva lluviosa tropical en Perú. In Bornemisza, E. y Alvarado, A., eds. Manejo de suelos en la América Tropical. Raleigh, N. C. University consortium on soils of the tropics, 1974. pp. 445-463.
105. SMITH, M. V. The effect of stocking rate and grazing management on the liveweight and wool production of wethers grazing dryland Lucerne pastures. Proceedings of Australian Society of Animal Production 8:460-465. 1970.
106. STOBBS, T. H. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 17(89):892-898. 1977.
107. _____. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. I. Stocking rate. II. Grazing frequency. Tropical Agriculture 46(3):187-200. 1969.
108. _____. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. III. Rotational and continuous grazing. IV. Selective grazing. Tropical Agriculture 46(4):293-309. 1969.
109. STODDART, L. A. Determining correct stocking rate on Range Land. Journal of Range Management 13(5):251-255. 1960.
110. STUTH, J. y KIRBY, D. Botanical composition of Central Texas Rangeland influences quality of winter cows diets. Journal of Range Management 32(1):4-7. 1979.
111. TERGAS, L. Factores que afectan la persistencia de las leguminosas en asociaciones de leguminosas y gramíneas tropicales. In Conferencia sobre ganadería y avicultura en América Latina. 9a. Gainesville, Florida, 1975. Trabajos presentados. Gainesville, Univ. of Florida, 1975. p. irr. (doc. 23A-29A).
112. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A. Two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 13:104-111. 1963.
113. TOMANEK, G. W. y ALBERTSON, F. W. Some effects of different intensities of grazing on mixed prairies near Hays; Kansas. Journal of Range Management 6(5):299-306. 1953.

114. TREVIÑO, M., GARZA, R. y ROBLES, C. Producción anual de carne por hectárea en gramas nativas (*Axonopus y Paspalum*) en pastoreo rotacional con fertilización al pastizal y suplementación al ganado. *Técnica Pecuaria (México)* 30:7-11. 1976.
115. VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24(3):834-843. 1965.
116. VAVRA, M., RICE, R. W. y BEMENT, R. E. Chemical composition on the diet, intake and gain of yearling cattle on different grazing intensities. *Journal of Animal Science* 36(2):411-414. 1973.
117. VILLALOBOS, J. Efecto del intervalo de descanso y la presión de pastoreo sobre el comportamiento de la asociación de kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth) y pasto ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain y Evrard). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 103 p.
118. WALKER, B. Grazing Experiments at Ukiriguru, Tanzania. I. II. III. *East African Agricultural and Forestry Journal* 34(2):224-255. 1968.
119. WEIR, C. C. Phosphate fixation in Jamaican Latosolic soils. *Tropical Agriculture* 54(1):87-93. 1977.
120. WHEELER, J. L. Experimentation in grazing management. *Herbage Abstracts* 32(1):1-7. 1962.
121. WILLOUGHBY, W. M. Feeding value and utilization of pasture. *Proceedings of Australian Society of Animal Production* 8:415-421. 1970.
122. WOOLFOLK, J., SEARS, P. D. y WORK, S. H. Manejo de pasturas. Buenos aires, Hemisferio Sur. 1957. 220 p.
123. ZAÑARTU, D. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de carne en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*, Vand, var *nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 99 p.

A P E N D I C E

CUADRO 1A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día).

VARIABLES	NIVELES	TASA DE CRECIMIENTO (kg MS/ha/día)
1) Período de descanso (días)	21	25.43
	35	19.10
	49	14.61
	63	11.98
	77	11.19
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	17.55
	5	16.45
	8	15.91
	11	15.92
	14	16.49

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	27.764073	-----
b 1	-0.456188	0.376
b 2	1.012028	1.407
b 4	0.004717	0.004
b 5	0.030921	0.081
b 7	-0.032540	0.010

$$1/ \hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día).

CUADRO 2A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca ofrecida (kg MS/ha).

VARIABLES	NIVELES	PROMEDIOS (kg/ha)
1) Período de descanso (días)	21	2900.24
	35	3128.41
	49	3356.05
	63	3584.42
	77	3811.87
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	2653.69
	5	3200.96
	8	3551.91
	11	3707.71
	14	3666.72

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROF. ESTANDAR
b 0	593.700839	-----
b 1	32.375323	5.002
b 2	357.114379	63.118
b 5	-10.881284	3.508
b 7	-2.013759	0.530

$$1/ \hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_5 X_2^2 + b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 3A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de MS consumida (kg/ha).

VARIABLES	NIVELES	PROMEDIOS DE CONSUMO (kg MS/ha)
1) Período de descanso (días)	21	659.23
	35	1048.73
	49	1271.52
	63	1332.29
	77	1223.15
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	1368.55
	5	1239.15
	8	1106.18
	11	977.02
	14	844.01

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	-233.530032	-----
b 1	58.499530	13.417
b 4	-0.422217	0.134
b 7	-0.894028	0.192

$$\frac{1}{\hat{Y}} = -b_0 + b_1 X_1 - b_4 X_1^2 - b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 4A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el consumo de materia seca/100 kg PV/día.

VARIABLES	NIVELES	PROMEDIOS DE CONSUMO (kg MS/100 kg PV/día)
1) Período de descanso (días)	21	1.56
	35	2.16
	49	2.42
	63	2.33
	77	1.91
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	1.15
	5	1.65
	8	2.11
	11	2.54
	14	2.93

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	-1.110348	-----
b 1	0.089038	0.025
b 2	0.158883	0.092
b 4	-0.000877	0.000
b 5	-0.001879	0.005
b 7	0.000394	0.001

$$\frac{1}{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 5A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el porcentaje de digestibilidad del forraje consumido.

VARIABLES	NIVELES	DIGESTIBILIDAD PROMEDIO (%)
1) Período de descanso (días)	21	60.86
	35	51.90
	49	48.77
	63	51.47
	77	60.00
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	46.44
	5	51.48
	8	55.55
	11	58.68
	14	60.86

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	67.445609	-----
b 1	-1.355068	0.531
b 2	2.759771	1.990
b 4	0.014864	0.005
b 5	-0.052687	0.114
b 7	-0.014596	0.015

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2 + b_7X_1X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 6A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la cantidad de materia seca rechazada (kg/ha).

VARIABLES	NIVELES	PROMEDIOS (kg MS/ha)
1) Período de descanso (días)	21	2192.18
	35	2139.27
	49	2187.44
	63	2336.70
	77	2587.05
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	1317.62
	5	1993.02
	8	2478.47
	11	2773.98
	14	2879.55

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	589.366469	-----
b 1	-11.178824	14.114
b 2	342.125296	52.865
b 4	0.257868	0.139
b 5	-10.552393	3.028
b 7	-0.880128	0.389

$$\frac{1}{\hat{Y}} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 7A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre el porcentaje de utilización parcial del forraje ofrecido.

VARIABLES	NIVELES	APROVECHAMIENTO PARCIAL PROM. (%)
1) Período de descanso (días)	21	25.02
	35	31.55
	49	34.49
	63	33.83
	77	29.57
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	47.85
	5	35.14
	8	26.66
	11	22.41
	14	22.40

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	36.265358	-----
b 1	0.980277	0.281
b 2	-5.884658	1.006
b 4	-0.009173	0.003
b 5	0.235226	0.062

$$\frac{1}{\hat{y}} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_4 X_2^2 + b_5 X_2^2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 8A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la eficiencia de utilización total.

VARIABLES	NIVELES	APROVECHAMIENTO TOTAL PROM. (%)
1) Período de descanso (días)	21	62.57
	35	67.16
	49	67.20
	63	62.70
	77	53.65
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	80.70
	5	69.10
	8	60.08
	11	53.64
	14	49.77

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	74.378775	-----
b 1	0.977116	0.424
b 2	-4.870540	1.519
b 4	-0.011596	0.004
b 5	0.143306	0.093

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg FV/día)

CUADRO 9A. Efecto del período de descanso y de la presión de pastoreo sobre la carga animal (UA/ha/día).

VARIABLES	NIVELES	CARGA ANIMAL PROMEDIO (UA/ha/día)
1) Período de descanso (días)	21	2.79
	35	3.06
	49	3.33
	63	3.59
	77	3.86
2) Disponibilidad de forraje (kg de MS/100 kg de peso vivo)	2	6.85
	5	4.31
	8	2.55
	11	1.56
	14	1.36

COEFICIENTES DE REGRESION ^{1/}		ERROR ESTANDAR
b 0	6.364120	-----
b 1	0.053393	0.021
b 2	-0.940407	0.272
b 5	0.043281	0.015
b 7	-0.004286	0.002

$$\frac{1}{\hat{y}} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_5 X_2^2 + b_7 X_1 X_2$$

donde:

X_1 = Período de descanso (días)

X_2 = Disponibilidad de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

CUADRO 10A. Efecto del período de descanso, la presión de pastoreo y la fertilización fosfatada sobre los porcentajes de proteína y digestibilidad de las materias secas ofrecida y rechazada.

Variables	Niveles	Proteína en MS		Digestibilidad de MS	
		Ofrecida	Rechazada	Ofrecida	Rechazada
1) Período de descanso					
(días)	21	6.67	6.15	44.50	40.71
	35	6.90	6.15	46.73	43.48
	49	7.07	5.99	43.89	39.99
	63	6.13	5.48	42.35	37.22
	77	7.00	6.32	48.47	41.11
2) Disponib. de forraje					
(kg MS/100 kg PV/día)	2	7.03	6.33	45.61	42.53
	5	6.38	6.13	44.87	40.92
	8	6.85	6.26	45.16	40.23
	11	6.67	5.49	44.21	39.78
	14	6.86	5.85	46.08	39.04
3) Fertiliz. Fosfatada					
(kg P ₂ O ₅ /ha)	0	7.27	6.37	46.23	39.88
	50	6.26	5.53	44.14	39.88
	100	6.83	5.92	45.32	41.58
	150	5.77	6.10	44.93	40.83
	200	6.64	6.13	45.31	40.34

CUADRO 11A. Efecto del período de descanso sobre la densidad (planta/m²) de las especies más importantes durante el período experimental.

Período de descanso (días)	GRAMINEAS										LEGUMINOSAS					MALEZAS				
	Axonopus compressus	Homo lepis aturensis	Paspalum conjugatum	Paspalum notatum	Sporobolus indicus	Paspalum fasciculatum	Panicum maximum	Hyparrhenia rugosa	Centrosema pubescens	Phynchosia sp.	Calopogonium mucunoides	Scleria nitens	Pachyrrhiza distachya	Koeleria gracilis	Hypochaeris sp.	Pseudelephantopus spicatus	Eriochloa sp.			
21	1/	4.10	0.70	1.50	0.30	0.80	0.10	0.90	4.60	1.50	0.80	0.20	1.0	1.80	0.0	0.40	1.60	2.50		
	2/	6.60	2.30	1.20	0.0	1.0	0.80	2.30	3.60	2.90	1.40	0.0	1.20	1.10	0.40	2.10	1.70	4.80		
35	1/	4.50	0.40	2.25	0.50	0.50	1.25	0.50	0.50	2.75	0.50	0.25	0.50	0.75	3.0	2.0	2.0	2.0		
	2/	5.0	0.75	0.75	0.75	1.0	1.25	1.0	0.0	2.25	1.0	0.50	0.50	0.0	1.25	2.0	3.0	3.50		
49	1/	4.85	2.50	2.55	0.0	0.90	0.25	0.70	1.0	2.70	0.60	0.20	0.55	1.20	1.50	0.60	1.60	1.70		
	2/	2.40	1.20	0.60	0.0	0.90	0.60	2.45	2.20	3.0	1.30	0.20	1.75	1.0	0.10	0.70	1.20	2.60		
63	1/	3.75	1.75	1.0	0.0	1.50	0.50	0.50	1.25	3.0	0.50	0.50	0.50	3.50	1.25	0.50	1.50	1.0		
	2/	3.25	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.75	4.0	3.50	2.50	0.50	0.0	0.50	2.25	1.50	3.75		
77	1/	5.3	2.30	1.30	0.30	0.20	0.80	0.70	0.70	2.50	0.70	0.20	0.80	3.10	1.0	1.10	0.80	0.40		
	2/	3.20	0.90	0.30	0.40	0.20	0.0	2.20	2.50	2.30	2.10	0.40	1.0	0.80	0.0	0.90	0.20	0.70		

1/ Estudio inicial

2/ Estudio final

CUADRO 12A. Efecto de la presión de pastoreo sobre la densidad (plantas por m²) de las especies más importantes durante el período experimental.

Disponib. de forraje (kg/MS/100kg PV/día)	Axonopus com- prensus	Homolepis atunensis	Paspalum conjugatum	Paspalum notatum	Sporobolus indicus	Paspalum fasciculatum	Panicum maximum	Hyparrhenia rufa	LEGUMINOSAS			MAIZAS								
									Centrosema pubescens	Rhynchosia sp.	Calopogonium mucunoides	Securita pterosa	Dichromaena ciliata	Killinga brevifolia	Hypis sp.	Pseudelephan- topus spicat	Elitharia sp			
2	3.1	0.80	1.0	0.30	0.20	0.20	0.10	1.40	0.80	0.0	0.20	0.20	0.20	2.5	0.0	0.30	0.30	0.30	0.30	0.60
2	4.50	0.0	0.70	0.4	0.60	0.0	0.30	1.60	0.40	0.0	0.0	0.0	0.80	0.40	0.0	0.40	0.90	0.90	1.80	
5	3.0	1.25	0.50	0.50	1.25	0.0	0.75	0.75	2.75	0.50	0.50	1.0	1.0	1.25	0.50	1.25	1.0	1.0	0.50	
2	4.50	0.50	0.75	0.75	0.50	0.0	0.75	0.75	1.0	1.25	0.25	0.50	0.50	0.0	0.50	0.50	0.0	0.0	0.0	2.75
8	4.70	1.30	2.05	0.0	1.0	1.75	1.30	2.40	2.70	0.70	0.0	5.50	2.70	1.60	1.60	0.90	1.30	1.30	1.30	
2	3.0	1.0	0.80	0.0	0.2	1.40	2.45	3.10	2.60	1.50	0.80	0.85	0.80	0.50	0.50	1.40	0.60	2.60	2.60	
11	4.75	1.0	2.75	0.0	0.75	1.75	1.0	1.0	3.0	0.50	0.25	0.0	3.0	3.0	3.75	1.25	2.50	2.50	2.50	
2	4.75	1.0	0.0	0.0	0.50	1.25	2.25	2.0	5.25	3.25	0.50	0.50	0.50	0.0	1.25	3.75	4.50	4.50	4.50	
14	6.50	3.0	2.30	0.30	0.70	0.1	0.90	2.50	3.20	1.40	0.60	1.60	1.50	1.0	1.0	1.10	2.30	2.70	2.70	
2	4.70	3.40	0.60	0.0	1.30	0.90	4.20	3.40	5.20	3.10	0.0	2.3	1.70	0.0	1.90	2.10	2.10	1.90	1.90	

1/ Estudio inicial

2/ Estudio final

CUADRO 13A. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la densidad (plantas/m²) de las especies más importantes durante el período experimental

Fertilización (kg P ₂ O ₅ /ha)	GRAMINEAS										LEGUMINOSAS			MALEZAS				
	Anonopus compressus	HomoLeptalis atuvensis	Paspalum canjugatum	Paspalum notatum	Sporobolus indicus	Paspalum fasciculatum	Panicum maximum	Hyparrhenia rufa	Centrosema pubescens	Rhynchosia sp.	Calopogonium mucunoides	Scleria pterosa	Dichromena ciliata	Killinga brevifolia	Hypochaeris sp.	Pseudelephantus spicatus	Eletharia sp.	
0	1/ 4.9	1.4	2.5	0.3	0.0	0.0	0.7	2.0	1.70	0.50	6.20	0.90	1.20	0.30	0.40	1.80	1.60	
2/	4.6	1.80	0.80	0.0	0.0	0.0	3.0	2.40	3.20	1.70	0.0	0.90	0.80	0.0	1.50	0.80	2.90	
50	1/ 4.50	0.75	1.50	0.0	1.75	0.0	0.75	1.0	2.75	0.25	0.25	0.0	3.0	0.0	1.25	3.0	1.50	
2/ 4.50	4.50	4.50	0.0	0.0	0.50	0.0	1.75	2.00	2.25	2.75	0.50	0.0	0.0	0.75	3.25	3.50	4.0	
100	1/ 4.20	2.20	1.75	0.0	0.50	1.85	1.30	1.90	2.50	1.6	0.20	0.35	1.60	2.30	1.10	1.50	1.90	
2/ 3.70	2.0	1.0	0.0	0.0	0.70	1.60	1.65	2.10	2.50	1.50	0.40	1.25	1.80	0.50	0.80	0.90	3.50	
150	1/ 3.75	1.50	1.75	0.50	0.23	1.75	0.50	0.60	3.0	0.75	0.25	1.0	1.0	4.25	1.25	0.50	1.50	
2/ 4.75	0.25	0.75	0.75	0.75	0.50	1.25	1.25	0.75	4.0	1.75	0.50	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	3.25	
200	1/ 4.9	1.5	1.1	0.3	1.4	0.2	0.3	2.4	2.5	1.20	0.40	1.1	2.90	0.0	0.60	0.70	0.90	
2/ 3.90	0.60	0.40	0.40	0.40	1.40	0.40	2.30	3.60	2.50	2.10	0.20	1.80	0.7	0.0	1.20	1.90	1.90	

1/ Estudio inicial

2/ Estudio final

CUADRO 14A. Datos originales de la composición botánica de la pradera bajo estudio

TRATAMIENTOS	% GRAMINEAS		% LEGUMINOSAS		% MALEZAS	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
21-2-0	78.55	72.84	00.00	00.00	21.46	27.17
21-2-200	95.68	86.00	4.33	00.00	00.00	13.92
21-8-0	67.72	66.22	8.99	13.86	23.30	19.93
21-14-0	63.42	68.91	6.33	15.50	30.25	15.60
21-14-200	65.61	62.52	5.85	13.33	28.52	24.16
35-5-50	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35-5-150	61.61	78.22	13.54	0.00	24.85	21.78
35-11-50	45.59	48.11	12.62	29.30	41.79	22.59
35-11-150	55.87	67.83	9.92	12.16	34.21	20.01
49-2-100	83.22	68.23	0.00	3.96	16.78	27.87
49-8-0	60.18	78.01	8.50	12.67	31.32	8.56
49-8-100	58.07	63.47	5.79	17.93	26.98	17.16
49-8-200	57.05	71.26	8.28	9.01	34.68	19.73
49-14-100	58.08	62.45	13.73	21.19	28.20	16.35
63-5-50	63.00	71.69	11.68	13.99	23.31	14.32
63-5-150	78.19	63.66	8.01	0.00	13.80	36.32
63-11-50	71.31	76.61	11.51	12.53	17.18	10.86
63-11-150	62.83	67.21	12.31	14.98	24.85	17.75
77-2-0	76.00	74.81	0.00	6.26	24.01	19.15
77-2-200	78.49	73.15	6.67	5.38	14.85	21.47
77-8-100	69.31	73.86	13.80	22.16	17.90	3.97
77-14-0	63.25	64.42	17.26	22.68	19.49	12.90
77-14-200	65.19	68.02	12.03	27.02	22.78	4.96

CUADRO 15A. Resultados originales promedio obtenidos de los parámetros medidos en el suelo.

TRATAM.	MS Ofrecida (kg/ha)	MS Rechaz. (kg/ha)	MS Consum. (kg/ha)	MS Consumida 100kgPV/día	Carga Animal UA/ha	Tasa de Crecim. kgMS/ha/día	Aprovech/Pastoreo (%)
21-2-0	1948.40	1047.13	901.27	0.95	4.97	25.84	47.54
21-2-200	2089.79	1243.32	846.47	0.84	5.34	22.15	41.65
21-8-100	3031.43	2346.57	684.52	1.60	1.94	20.43	19.93
21-14-0	3355.43	2721.85	634.14	2.50	1.22	30.68	17.87
21-14-200	3831.27	3224.96	606.13	2.07	1.40	28.15	14.75
35-5-50	2648.34	1579.80	1068.58	1.90	2.70	21.12	38.01
35-5-150	2531.89	1620.71	911.18	1.35	7.97	7.29	26.88
35-11-50	3446.18	2621.68	774.50	2.44	1.60	22.17	22.14
35-11-150	3496.17	2813.74	678.42	2.21	1.62	24.70	20.12
49-2-100	2412.75	1297.88	1127.38	0.91	6.19	8.84	45.30
49-8-0	3601.77	2275.15	1326.14	2.71	2.30	20.15	33.85
49-8-100	3681.07	2329.85	1319.56	2.79	2.35	20.03	34.87
49-8-200	3572.49	2411.29	1460.71	2.38	2.28	15.13	29.74
49-14-100	3655.00	2559.38	1090.62	4.05	1.34	17.73	32.45
63-5-50	4096.63	2380.38	1724.25	1.86	4.19	16.75	37.14
63-5-150	3621.31	2046.56	1724.75	2.06	3.70	8.92	41.09
63-11-50	4301.97	3132.57	1669.41	2.76	2.00	5.54	25.12
63-11-150	3776.94	2806.35	970.60	2.57	1.76	3.08	23.37
77-2-0	3562.63	1857.34	1687.29	0.94	9.09	19.38	46.98
77-2-200	3241.25	1559.17	1604.17	1.02	8.27	19.50	47.96
77-8-100	3652.40	2674.80	977.60	2.12	2.33	11.35	26.50
77-14-0	3707.15	3014.17	692.98	2.59	1.36	6.47	18.50
77-14-200	3718.88	2982.61	736.27	2.71	1.36	5.66	19.33

CUADRO 16A. Resultados originales promedio de parámetros medidos en la pradera.

TRATAMIENTOS	APROVECHAMIENTO		DIGESTIBILIDAD	
	TOTAL (%)	PROTEINA (%)		(%)
21-2-0	82.96	7.57		43.85
21-200	83.01	8.07		47.95
21-8-100	63.03	9.21		68.25
21-14-0	52.88	8.57		56.77
21-14-200	48.81	8.52		78.01
35-5-50	70.66	6.98		56.72
35-5-150	76.06	8.89		49.15
35-11-50	53.23	11.96		49.22
35-11-150	46.69	8.76		66.62
49-2-100	80.88	8.01		43.11
49-8-0	60.43	9.25		55.51
49-8-100	61.80	7.83		52.65
49-8-200	62.30	6.28		40.76
49-14-100	57.98	12.49		55.23
63-5-50	70.43	6.74		45.55
63-5-150	82.43	6.48		46.19
63-11-50	62.04	5.55		44.35
63-11-150	60.98	13.09		55.79
77-2-0	70.94	8.42		54.87
77-2-200	66.72	7.44		57.44
77-8-100	47.33	6.46		57.49
77-14-0	36.90	15.24		69.90
77-14-200	40.67	7.62		64.94

CUADRO 17A. Datos ajustados por covarianza de parámetros medidos en la pradera y en el suelo.

TRATAMIENTOS	LEGUMINOSAS	GRAMINEAS	MALEZAS	COMPACT. (BARES) A LOS NIVELES			
				0-5	5-10	10-15	15-20
21-2-0	67.27	9.68	27.17	10.84	11.84	12.54	13.24
21-2-200	70.86	4.64	13.92	12.24	10.24	12.03	13.14
21-8-100	66.75	13.07	19.93	14.70	13.39	15.42	16.95
21-14-0	71.86	17.81	15.60	11.31	11.04	12.80	14.20
21-14-200	64.24	16.16	24.16	13.32	14.63	14.29	14.62
35-5-50	82.35	9.68	00.00	14.44	13.00	11.93	11.26
35-5-150	82.19	-6.09	21.70	10.12	12.33	11.31	12.61
35-11-50	61.10	24.28	22.59	14.69	16.10	16.06	18.12
35-11-150	75.03	10.29	20.01	12.13	13.42	13.67	14.63
49-2-100	60.04	13.64	27.82	14.52	13.87	13.22	11.77
49-8-0	83.59	12.45	8.56	12.51	12.97	12.04	12.63
49-8-100	69.43	20.87	17.16	10.53	11.40	12.15	13.25
49-8-200	77.80	9.05	19.73	12.47	12.80	12.85	12.39
49-14-100	68.41	14.88	16.35	11.33	12.25	12.96	11.93
63-5-50	73.75	10.07	14.32	11.65	14.88	15.73	13.36
63-5-150	58.31	0.35	36.32	13.51	11.61	10.58	7.51
63-11-50	75.12	8.80	10.86	13.00	14.53	17.19	3.71
63-11-150	70.59	10.32	17.71	9.88	10.12	9.43	11.39
77-2-0	70.68	15.94	19.15	15.41	14.93	16.03	14.94
77-2-200	67.62	7.29	21.47	11.52	10.95	12.14	12.90
77-8-100	74.06	15.77	3.97	10.93	12.09	13.39	12.67
77-14-0	67.47	12.26	12.90	11.00	14.09	16.35	12.29
77-14-200	69.98	22.69	4.96	11.48	13.38	11.87	9.04

CUADRO 18A. Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados en el suelo del área experimental a dos profundidades.^{1/}

TRATAMIENTOS	pH ₁	pH ₂	% MO(a)	% MO(2)	% N ₁	% N ₂
21-2-0	5.6	5.52	9.04	6.92	0.48	0.32
21-2-200	5.5	5.52	10.37	6.58	0.46	0.29
21-8-100	5.6	5.73	10.94	7.74	0.53	0.33
21-14-200	5.4	5.36	9.14	6.52	0.51	0.32
21-14-200	5.4	5.63	9.80	6.35	0.53	0.31
35-5-50	5.5	5.43	9.27	6.52	0.53	0.32
35-5-150	5.4	5.50	9.64	6.40	0.52	0.32
35-11-50	5.3	5.41	10.77	6.82	0.50	0.35
35-11-150	5.4	5.63	10.14	6.82	0.52	0.32
49-2-100	5.4	5.43	9.24	6.75	0.51	0.34
49-8-0	5.5	5.60	9.97	6.30	0.51	0.33
49-8-100	5.4	5.40	10.27	5.37	0.50	0.35
49-8-200	5.3	5.43	10.30	6.52	0.49	0.27
49-14-100	5.3	5.41	10.87	7.16	0.55	0.38
63-5-50	5.1	5.41	9.47	6.60	0.53	0.32
63-5-150	5.4	5.39	9.97	6.26	0.51	0.30
63-11-50	5.5	5.53	9.57	6.53	0.53	0.32
63-11-150	5.3	5.30	8.70	6.66	0.51	0.35
77-2-0	5.6	5.62	9.30	6.82	0.51	0.37
77-2-200	5.6	5.70	9.84	6.06	0.51	0.30
77-8-100	5.4	5.36	9.90	6.33	0.50	0.30
77-14-0	5.4	5.36	9.27	6.54	0.52	0.30
77-14-200	5.4	5.46	9.70	6.49	0.49	0.35

^{1/} 0 - 10 y 10 -20 cm.

CUADRO 19A. Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados a dos profundidades^{1/} en el suelo del área experimental.

TRATAMIENTOS	C/N ₁	C/N ₂	P ₁	P ₂	Ca(1)	Ca(2)
21-2-0	10.81	11.80	9.76	6.66	7.78	6.48
21-2-200	9.84	11.10	16.50	8.52	9.40	6.31
21-8-100	11.53	11.29	12.65	5.66	8.26	7.29
21-14-0	10.23	11.05	8.90	5.66	6.40	5.75
21-14-200	12.02	12.76	10.00	9.02	7.06	7.65
35-5-50	11.31	10.90	13.08	15.75	7.93	7.01
35-5-150	10.44	11.59	10.14	6.44	8.30	6.31
35-11-50	10.93	11.38	13.81	6.39	8.50	7.40
35-11-150	10.35	11.43	14.27	6.17	6.82	7.16
49-2-100	11.31	11.03	13.47	7.16	7.65	5.80
49-8-0	10.99	11.20	13.17	7.02	8.51	7.06
49-8-100	10.65	12.11	14.01	6.25	8.17	7.21
49-8-200	10.97	13.01	12.71	7.02	7.92	8.16
49-14-100	10.47	11.21	13.66	7.62	8.10	6.23
63-5-50	11.27	11.55	13.31	7.66	8.50	5.97
63-5-150	10.34	12.25	9.64	7.02	8.02	7.06
63-11-50	11.06	10.84	10.54	6.66	7.40	6.30
63-11-150	10.87	12.22	12.67	6.39	7.63	7.86
77-2-0	11.09	11.43	13.76	9.14	7.01	6.86
77-2-200	11.09	12.06	13.01	5.91	8.91	6.45
77-8-100	10.94	11.91	13.04	6.52	7.55	7.30
77-14-0	10.20	11.48	11.76	7.66	7.75	6.55
77-14-200	11.84	11.49	13.33	7.16	7.85	6.65

^{1/} 0 - 10 y 10 - 20 cm.

CUADRO 20A. Resultados ajustados por covarianza de parámetros evaluados a dos profundidades^{1/} en el suelo del área experimental.

TRATAMIENTOS	K ₁	K ₂	Mg ₁	Mg ₂
21-2-0	0.31	0.13	2.97	2.25
21-2-200	0.45	0.34	3.20	2.02
21-8-100	0.46	0.24	3.27	2.30
21-14-0	0.39	0.22	2.59	2.00
21-14-200	0.33	0.36	3.56	2.23
35-5-50	0.46	0.14	3.39	2.16
35-5-150	0.50	0.27	3.60	2.43
35-11-50	0.47	0.27	3.37	2.68
35-11-150	0.49	0.43	3.24	2.45
49-2-100	0.51	0.37	3.29	2.15
4-8-0	0.45	0.25	3.27	2.30
49-8-100	0.48	0.29	3.25	2.61
49-8-200	0.37	0.28	3.26	2.30
49-14-100	0.46	0.25	3.95	2.50
63-5-50	0.42	0.28	3.30	2.12
63-5-150	0.43	0.41	3.70	2.39
63-11-50	0.45	0.30	3.51	2.42
63-11-150	0.42	0.26	3.12	2.23
77-2-0	0.47	0.40	3.40	2.77
77-2-200	0.47	0.31	3.20	2.18
77-8-100	0.48	0.31	3.47	2.18
77-14-0	0.46	0.36	3.32	2.46
77-14-200	0.48	0.35	3.08	2.76

^{1/} 0 - 10 y 10 - 20 cm.

CUADRO 21A. Matriz de correlación de los factores estudiados con los parámetros determinados en la pradera.

Covariables	M.S. Ofrec.	M.S. Rechaz. Y ₁	M.S. Consum. Y ₃	Cons/100 kg PV/día Y ₄	Carga animal Y ₅	Tasa de crecim. Y ₆	Aprovech. por past. Y ₇	Aprovech. total Y ₈	Cont. de proteína Y ₉	Digestibilidad Y ₁₀
P. desc. X ₁	0.5443	0.2276	0.5315	0.1617	0.1617	-0.6627	0.1568	-0.2048	0.0199	-0.0326
P. past. X ₂	0.6067	0.9002	-0.4871	0.8229	-0.8304	-0.0490	-0.8768	-0.8490	0.4673	0.5524
P. fosf. X ₃	-0.0263	0.0277	-0.0737	-0.082	0.051	-0.175	-0.096	0.010	-0.211	0.123
Y ₁		0.842	-0.308	0.665	0.165	-0.253	-0.455	-0.606	0.085	0.254
Y ₂			-0.226	0.738	-0.749	-0.160	-0.840	-0.849	0.286	0.519
Y ₃				-0.088	0.436	-0.256	0.631	0.462	-0.467	0.519
Y ₄					-0.792	-0.153	-0.553	-0.620	0.360	0.202
Y ₅						-0.047	0.734	0.666	-0.276	-0.371
Y ₆							0.058	0.031	-0.115	0.199
Y ₇								0.793	-0.368	-0.599
Y ₈									-0.107	-0.693
Y ₉										0.387
Y ₁₀										

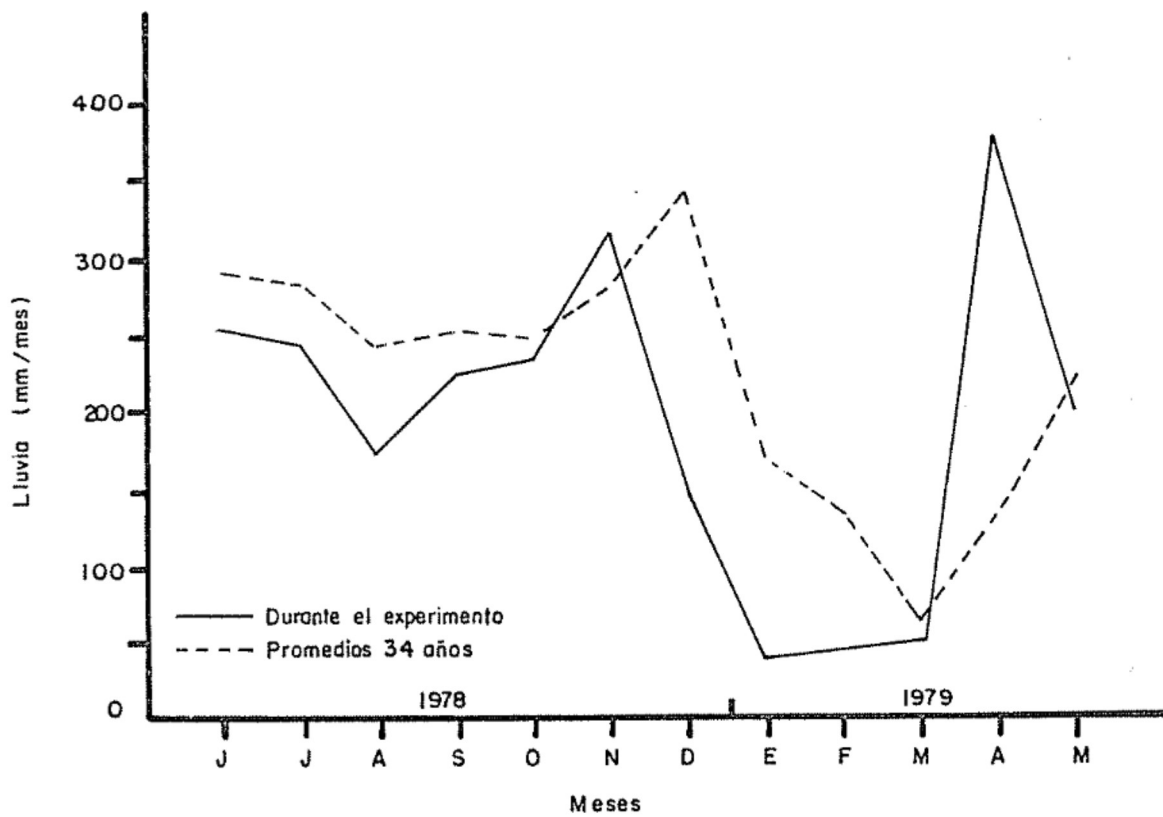


Fig. 1 A Distribución de la precipitación promedio de 34 años y durante el experimento