

EFFECTO DEL PERÍODO DE DESCANSO Y LA DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PRADERAS DE PASTO FARAGUA (*Hyparrhenia rufa* (NEES) STAPFT). II. EVOLUCIÓN DE LA PRADERA Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Bolívar Pinzón\*  
Gustavo Cubillos\*\*  
Javier González\*\*\*  
Rubén Montenegro\*\*\*

Se estudió por tres años el efecto de dosis crecientes de nitrógeno 0, 60, 120 y 180 kg/ha ( $X_1$ ) y períodos de descanso de 0, 14, 28 y 42 días ( $X_2$ ) en la composición botánica y química de la pradera de Faragua bajo condiciones de pastoreo, así como el efecto sobre la composición química y física del suelo. Hubo una disminución significativa ( $P < .05$ ) del pasto Faragua entre el inicio de mayo 1976 y el final de diciembre 1978. Los mayores porcentajes de pérdidas de Faragua ocurrieron en los períodos de descanso de 0 y 14 días, asociado con la dosis máxima de nitrógeno, 180 kg/ha/año, lo que indica que dosis altas de este elemento son perjudiciales al pasto Faragua. A medida que el período de descanso sobrepasa los 28 días, el porcentaje de forraje en la pradera aumenta. El uso

---

\* M.Sc., Especialista en fertilización de suelos. Sub-Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

\*\* Ph.D., Agrostólogo. Especialista en Investigación Agropecuaria del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Guatemala, Guatemala.

\*\*\* Agrónomo, Asistente, Sub-Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

de dosis moderadas como 60 kg N/ha/año, con intervalos de descanso de 42 días y una presión de pastoreo de 5 kg MS/100 kg de peso vivo indicó que la pradera tiende a mantener su estabilidad en cuanto al contenido de Faragua. Las dosis de nitrógeno y los períodos de descanso afectaron significativamente ( $P < .05$ ) los contenidos de proteína cruda, no así los contenidos de fósforo en el forraje. La composición química del suelo no fue afectada significativamente ( $P > .05$ ) con las dosis de nitrógeno y los períodos de descanso; los cambios ocurridos obedecen a otros factores. Los valores de densidad aparente en términos de compactación del suelo tampoco fueron afectados significativamente ( $P > .05$ ); sin embargo, su tendencia fue la de aumentar hacia el final del experimento de pastoreo.

Las praderas debido a las relaciones que tienen entre sus componentes como son el suelo, las plantas y los animales, no son entes estáticos, sino que se encuentran en constante evolución. Por ello, es importante conocer el impacto que factores de manejo tienen sobre la evolución de la misma, ya que éstos son controlados por el hombre. La evolución de la pradera se mide en términos de la presencia o ausencia de uno o más componentes de interés, ya que en un ecosistema los componentes del mismo tienen dos características: compiten dentro de la pradera o son excluidos por la competencia (Rhodes y Stern, 1978).

Existen diversos factores de manejo que tienen diferentes impactos sobre la persistencia de las especies, pero debido a que éstos no tienen efecto instantáneo se requiere estudiar la evolución en el tiempo del comportamiento de la pradera en su conjunto.

La producción de las plantas que constituyen una pradera es también afectada por la composición y constitución del suelo, que es un componente menos dinámico. Por lo tanto, se requiere caracterizarlo al inicio del estudio y seguir su comportamiento para explicar los cambios en la productividad de las praderas que crecen sobre ellos.

En este trabajo se estudia la evolución de las praderas de Faragua y del suelo en que ellas crecen para conocer el efecto que los factores de manejo tienen sobre la producción, y observar las tendencias sobre los diferentes parámetros en estudio. Esto es necesario debido a que algunos cambios no ocurren en forma muy rápida sino que pueden tomar varios años para que se aprecien sus efectos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Composición botánica de la pradera

La composición botánica se determinó al inicio y al final del período de lluvias (mayo-diciembre) de cada año, en términos de porcentaje de Faragua. Se usó el método de doble muestreo, para lo cual se tomaron al azar 20 observaciones reales cosechadas al ras del suelo en un área de 0.25 m x 0.25 m, y 80 observaciones visuales en cada parcela. Las muestras reales se llevaron al laboratorio para determinar, por separación manual, el contenido en base seca del pasto Faragua y otros componentes. Las correcciones correspondientes se hicieron por medio de la ecuación  $Y = a + bX$  (Cochran y Cox, 1965).

### Composición química del forraje

Las muestras de pasto para el análisis químico se tomaron al momento de cada muestreo de disponibilidad; se hizo una muestra por cada cinco submuestras en cada parcela. En éstas se determinó la materia seca (AOAC, 1970), y proteína cruda mediante el método modificado de Micro-Kjeldahl (Bremner, 1965). Los extractos foliares para la determinación del fósforo se obtuvieron mediante el método de Harris (1970). El fósforo se determinó por colorimetría empleando el método de Olsen (1965).

### Composición química y física del suelo

La composición química del suelo es afectada por una gran diversidad de factores. En este ensayo se estudió el posible

efecto que ejercen la dosis de nitrógeno (N) y el período de descanso sobre la composición química del suelo.

En cada tratamiento se muestreó el suelo, al inicio, mayo 1976 y al final del ensayo, diciembre 1978, a una profundidad de 15 cm con la finalidad de determinar su composición química por el método de Hunter (1975). El pH se determinó por el método del potenciómetro, usando una relación suelo:agua de 1.0 a 2.5. El aluminio intercambiable se extrajo con KCl 1N y determinado por titulación con NaOH 0.1 N; el calcio (Ca) y magnesio (Mg), por absorción atómica, luego de ser extraído con una solución de KCl 1N. El fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) se extrajeron con la solución extractora de Carolina del Norte (0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). El P se determinó por colorimetría, el K por fotometría de llama y el Fe, Mn, Zn y Cu por absorción atómica.

#### Densidad aparente

Para determinar la densidad aparente, se usó un cilindro metálico y muestra de suelo no alterado de acuerdo al método de Forsythe (1972). Se escogió al azar cinco sitios diferentes de cada parcela, de las cuales se sacó una muestra de volumen conocido a través de la introducción a presión de un cilindro por medio de golpes con un martillo. Esta determinación se realizó al inicio y al final del período de lluvia (mayo y diciembre) de cada año.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los parámetros de mayor importancia en todo sistema de producción, ya sea de carne o de leche, es conocer como se afecta la disponibilidad de forraje en la pradera a de los años.

Los análisis estadísticos de los porcentajes de Faragua indican que hubo una disminución significativa de este pasto ( $P < .05$ ) a través de los años de estudio, mayo 1976 vs diciembre 1976, mayo 1977 vs diciembre 1977, y entre inicios, mayo 1976 vs final diciembre 1978.

En el Cuadro 1 se presentan los valores ajustados para la proporción inicial y final de Faragua en la pradera y su disminución porcentual en las combinaciones estudiadas. Se observa que a medida que el período de descanso es más corto, la disminución porcentual del pasto Faragua se incrementa. Los mayores valores se obtuvieron en los períodos de 0 y 14 días, asociado con la dosis máxima de nitrógeno.

Cuadro 1. Valores ajustados para la proporción inicial y final de Faragua en la pradera y disminución porcentual de las combinaciones estudiadas.

Período de descanso, días	Dosis de nitrógeno, kg/ha	Porcentaje de Faragua Inicial (1976)	Porcentaje de Faragua Final (1978)	Disminución Porcentual, %
0	0	69.3	7.9	88.6
0	180	65.2	6.6	89.9
14	60	83.6	39.3	53.0
14	120	76.8	22.6	70.6
28	60	93.0	67.6	27.3
28	120	86.0	47.0	45.4
42	0	91.4	80.2	12.3
42	180	86.1	44.3	48.6
Promedio		81.4 a	39.4 b	

En la Figura 1 se observa que el porcentaje de Faragua al inicio del experimento era uniforme, y al final del mismo aquellas parcelas de Faragua sometidas a intervalos cortos de descanso y altas dosis de nitrógeno se afectaron severamente, como el caso de la dosis de nitrógeno de 180 kg/ha/año.

La ecuación de predicción del porcentaje de Faragua al final del experimento está dada por:

$$\hat{Y} = 7.955 - 0.742 X_1 + 3.741 X_2 + 9.865 \sqrt{X_1} - 3.106 \sqrt{X_2} - 0.004 X_1 X_2 \quad R^2 = 0.95 \quad (P < .01)$$

donde,

$X_1$  = Dosis de N/kg/ha

$X_2$  = Período de descanso, días

$$\hat{Y} \text{ Inicial} = 69.32 - 0.340X_1 + 1.059X_2 + 4.255\sqrt{X_1} - 3.455\sqrt{X_2} - 0.00015X_1 X_2 \quad R^2 = .97 (P < .01)$$

$$\hat{Y} \text{ Final} = 7.955 - 0.742X_1 + 3.741X_2 + 9.865\sqrt{X_1} - 3.106\sqrt{X_2} - 0.004X_1 X_2 \quad R^2 = .95 (P < .01)$$

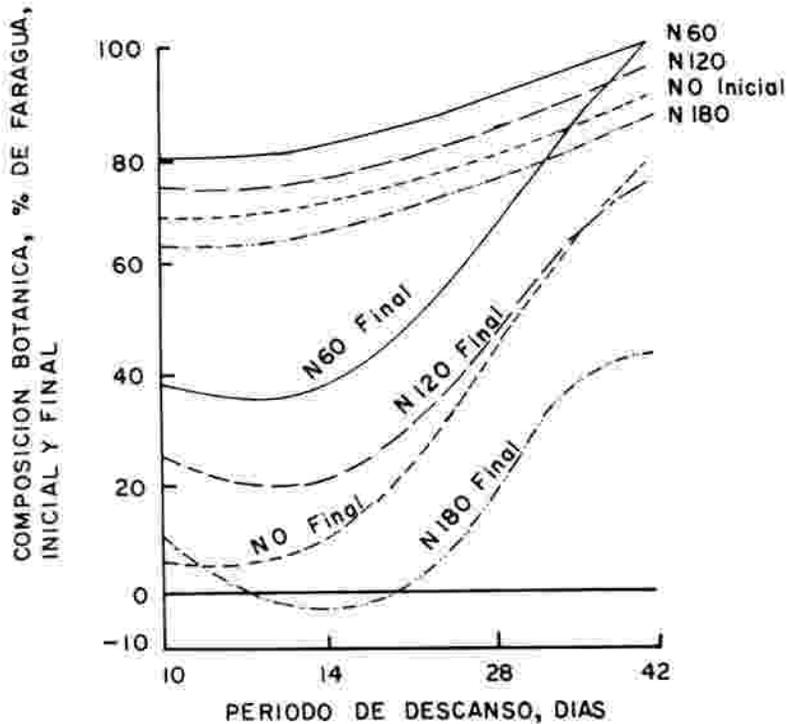


Figura 1. Efecto de las dosis de nitrógeno ( $X_1$ ) y el período de descanso ( $X_2$ ) sobre la composición botánica de praderas de pasto Faragua. Promedio de tres años, 1976-1978.

Esto indica que el nitrógeno tuvo su efecto negativo sobre el porcentaje de Faragua, mientras que los períodos largos de descanso fueron beneficiosos para mantener este porcentaje; por lo tanto, esta herramienta de manejo se debe emplear con mucha precaución, para evitar los efectos perjudiciales que pudiera tener con dosis altas de nitrógeno (Poultney, 1973; Rattray, 1972).

El pasto Faragua es una especie de crecimiento erecto que al pastorearse muy fuertemente, los animales consumen y afectan sus puntos de crecimiento, por lo tanto, cualquier crecimiento nuevo de la planta se produce a expensas de las reservas. Una disminución constante de las reservas de la planta causa agotamiento de la misma mermando su capacidad para competir con otras especies de crecimiento más rastrero que comienzan a aparecer.

A medida que el período de descanso sobrepasa los 28 días, el porcentaje de Faragua en la pradera aumenta, lo que indicaría la necesidad de esta planta de recibir un descanso relativamente largo cuando se maneja a presiones de pastoreo de 5 kg MS/100 kg de peso vivo. Con el uso de dosis moderadas de nitrógeno como 60 kg/ha/año, y períodos de descanso relativamente largos, la pradera tiende a mantener su estabilidad en cuanto al contenido de Faragua; esto coincide con los resultados obtenidos por Poultney (1973) en Gualaca, quien encontró que con dosis altas de nitrógeno, la Faragua disminuye su producción y es invadida por *Axonopus* sp. y *Paspalum* sp.

#### Composición química del forraje

A nivel del suelo existen factores como la fertilidad, grado de acidez, humedad, temperatura y fertilización, que modifican de diversas maneras la composición química de las plantas forrajeras. Por otra parte, las plantas forrajeras difieren en la composición química, debido a la edad de la planta, a la habilidad de las raíces por absorber los elementos de la solución del suelo y a las partes de las plantas analizadas.

En el Cuadro 2 se observa el contenido de proteína cruda del pasto Faragua a través de los tres años y el efecto

producido por la aplicación de nitrógeno; se observa que los contenidos de proteína difieren significativamente ( $P < .05$ ) entre años.

Los contenidos de proteína fueron afectados significativamente ( $P < .05$ ) por las aplicaciones de nitrógeno en comparación con la no aplicación de este elemento; sin embargo, el nitrógeno no tuvo un efecto lineal, como era de esperarse de que a medida que se aumenta la dosis de nitrógeno, mayor es el contenido de proteína. Esto posiblemente se explique por el efecto de dilución.

Cuadro 2. Efecto de la dosis de nitrógeno a través de los años sobre el contenido de proteína cruda en el forraje de faragua (expresado en porcentaje).

Dosis de N kg/ha/año	A Ñ O S			Promedio $\bar{x}$
	1976	1977	1978	
0	6.57	7.90	6.20	6.89 a
60	7.30	8.65	7.91	7.95 b
120	7.27	8.64	8.16	8.02 b
180	7.31	8.85	7.79	7.98 b
Promedio	7.11 a	8.51 b	7.51 a	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativos entre sí ( $P > .05$ ).

En el Cuadro 3 se muestran los porcentajes de proteína cruda en pasto faragua a través de los tres años; se observa una disminución significativa ( $P < .05$ ) del contenido de proteína a medida que los períodos de descanso fueron más largos.

Cuadro 3. Efecto de los periodos de descanso a través de los años sobre el contenido de proteína cruda en el forraje de Faragua (expresado en porcentaje).

Periodo de descanso, días	Contenido de Proteína Cruda (%)			Promedio $\bar{x}$
	1976	1977	1978	
0	7.18	8.81	7.35	7.78 a
14	7.31	8.77	8.31	8.13 a
28	7.27	8.52	7.76	7.85 a
42	6.71	7.93	6.64	7.09 b
Promedio	7.11 a	8.51 b	7.51 b	

Promedios seguidos por la misma letra no son significativos entre sí ( $P > .05$ ).

El efecto del N sobre el contenido de P en el forraje de Faragua a través de los tres años se observa en el Cuadro 4. El contenido de P fue superior y significativo ( $P < .05$ ) para los años 1977 y 1978 sobre el año 1976. Por otro lado, el N no tuvo ningún efecto significativo ( $P > .05$ ) sobre el incremento del P en el forraje.

Cuadro 4. Efecto de las dosis de nitrógeno a través de los años sobre el contenido de fósforo en el forraje de Faragua (expresado en porcentaje).

Dosis de N kg/ha/año	A Ñ O S			Promedio $\bar{x}$
	1976	1977	1978	
0	0.17	0.23	0.22	0.21 a
60	0.19	0.24	0.26	0.23 a
120	0.18	0.24	0.27	0.23 a
180	0.18	0.24	0.25	0.23 a
Promedio	0.18 b	0.24 a	0.25 a	

Promedios seguidos por una misma letra no son significativos entre sí ( $P > .05$ ).

En el Cuadro 5 se presenta el efecto de los períodos de descanso a través de los años, los cuales no tuvieron un efecto marcado ( $P > .05$ ), sobre los contenidos de P en el forraje del pasto Faragua.

Cuadro 5. Efecto de los períodos de descanso a través de los años, sobre el contenido de fósforo en el forraje de Faragua (expresado en porcentaje).

Período de descanso, días	A Ñ O S			Promedio $\bar{x}$
	1976	1977	1978	
0	0.18	0.25	0.26	0.23 a
14	0.18	0.25	0.27	0.23 a
28	0.18	0.24	0.27	0.23 a
42	0.17	0.23	0.22	0.21
Promedio	0.18 b	0.24 a	0.25 a	

Promedios seguidos por una misma letra no son significativos entre sí ( $P > .05$ ).

Los valores de proteína cruda del forraje de la Faragua en la estación lluviosa fluctuaron entre 6.89 cuando no se fertilizó y 8.00 cuando se fertilizó con N. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Bonilla y Laredo (1983); Pinzón y González (1977), y Rattray (1972).

Por otra parte, los resultados también concuerdan con Pinzón y González (1978a), Pinzón y González (1978b) y Rattray (1972), quienes encontraron pequeños aumentos de proteína cruda al incrementarse las dosis de N en los pastos Faragua, King grass, setarias y panicum en el área de Guala-cá. Estos resultados difieren a los que reportan Tergas y Col. (1971) en Costa Rica, y Awan (1965) en Honduras, quienes aplicando al pasto Faragua dosis crecientes de N lograron incrementar significativamente los tenores de proteína cruda en el forraje.

Los contenidos de P en el forraje no se afectaron con las dosis de nitrógeno. Posiblemente los valores de fósforo del orden de 0.21 - 0.23%, se deben al efecto de la aplicación de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha cada año a todas las parcelas. Estos valores son aceptables para el requerimiento animal según el NCR (1975).

A medida que los períodos de descanso se hacían más largos, los contenidos de proteína cruda del forraje disminuían concordando estos resultados con los obtenidos por Velloso y Col. (1982); Pinzón y González (1977); Poultney (1973), y Tergas y Col. (1971).

Por otra parte, los períodos de descanso no fueron determinantes en los contenidos de P en el forraje; esto concuerda con lo obtenido por Pinzón y González (1977), quienes no encontraron ninguna variación al realizar cortes de Fara-gua a los 28, 35 y 42 días después del rebrote.

#### Composición química y física del suelo

El análisis estadístico de los valores de nutrientes al inicio (mayo de 1976) y final del experimento (diciembre de 1978) no reflejó ningún efecto significativo de las variables sobre el mismo ( $P > .05$ ).

En el Cuadro 6 se indican los valores de los nutrientes del suelo al inicio y al final del experimento, encontrándose que existió diferencias significativas ( $P < .05$ ) en los valores de P y materia orgánica, al aumentar su contenido al final del ensayo, mientras que el Ca, Mg y Cu disminuyeron ( $P < .05$ ) hacia el final del ensayo.

Posiblemente el aumento del K en el suelo se debió a la aplicación de 50 kg de  $K_2O$ /ha, por un período de tres años consecutivos. Además, pudo influir las heces y orina depositados por los animales en el suelo, no ocurriendo esto en el caso del P, a pesar de que este elemento se aplicó en el suelo todos los años (50 kg  $P_2O_5$ /ha). Esta situación se explica posiblemente por el alto poder de fijación que tienen los suelos del área de Gualaca.

La materia orgánica tendió a aumentar, atribuyéndose a que parte del material muerto del pasto Faragua (hojas y tallos) se incorporó al suelo y contribuyó al significativo aumento de los valores de la misma. También pudo contribuir, la incorporación al suelo de las heces de los animales, debido a la duración del ensayo.

Los valores de Ca + Mg disminuyeron fuertemente y posiblemente pueda deberse a pérdidas por lixiviación, ya que en el área de Guálaca la precipitación es de 3,000 mm o más por año. Además, el suelo es de reacción ácida y también aumentó el contenido de K en el complejo de intercambio, lo que produjo grandes cambios en la cobertura iónica caracterizada por una pérdida significativa del Ca y Mg (Jacob y Uexküll, 1966). La disminución del Cu en el suelo puede deberse al aumento en el contenido de materia orgánica hacia el final del experimento, y está de acuerdo con lo reportado por Elrashide y Col. (1977) y King (1974), de que ésto es muy común en suelos con altos contenidos de materia orgánica, aunque también ocurre en suelos minerales.

Cuadro 6. Composición química del suelo al inicio y al final del experimento de pastoreo en Faragua (1976-1978).

	pH	P	K	Ca+Mg	Al	M.O.	N	Fe	Zn	Cu
		ppm		Meq/100 g		%		ppm		
Inicio mayo 1976	5.3 a	1.5 a	46.6	2.6 a	0.7 a	6.1 a	9.8 a	43.8 a	0.55 a	8.5 a
Final Dic. 1978	5.4 a	1.9 a	85.2 b	1.0 b	0.6 a	8.2 b	8.0 a	45.1 a	0.95 a	4.2 b

Promedios en una misma línea vertical seguidos por la misma letra no son significativos entre sí ( $P > .05$ ).

En términos generales, este suelo es sumamente pobre en nutrimentos, a excepción de la materia orgánica y potasio, y

alto en micronutrientos (Cuadro 6). Es un suelo de reacción ácida y quizás esta acidez se deba posiblemente a las siguientes causas: a) proceso avanzado de meteorización de este suelo, b) a la alta precipitación que ocurre en el área de Gualaca, aproximadamente 3000 mm o más/año, produciendo una desbasificación del complejo coloidal; c) posible presencia de altas concentraciones de aluminio intercambiable; d) y de ácidos húmicos provenientes de la descomposición de la materia orgánica.

Por considerarlo de importancia y de gran repercusión en el suelo, este ensayo de pastoreo en Faragua cubrió el efecto que podría tener las variables dosis de nitrógeno y el período de descanso sobre la densidad aparente del suelo. En el Cuadro 7 se dan estos valores a través de los años; no existió efecto significativo ( $P > 0.05$ ) de éstos sobre la densidad aparente del suelo.

Los valores de densidad aparente registrados en los muestreos de suelo están por debajo del valor crítico (1.5 g/cc), lo que indica que no hay dificultad para la penetración de las raíces de las plantas de Faragua. Los rangos encontrados (0.664 - 1.101 g/cc) están de acuerdo a los que reportan Buckman y Brady (1970) en suelos ricos en materia orgánica y de textura franco-arcilloso. Los valores de densidad aparente son menores debido posiblemente a que en mayo el suelo contiene más agua, y la cantidad de suelo en el cilindro fue menor; en el mes de diciembre, el suelo está más seco y más compactado.

En el Cuadro 8 se muestran los valores ajustados de densidad aparente al inicio y al final del experimento para las combinaciones en este estudio; se observa las variaciones de la densidad aparente indicando cierto grado de compactación hacia el final del experimento y que puede deberse a un efecto acumulado de los pastoreos a través de los años causando esa pequeña compactación. Es posible que a largo plazo (10 - 20 años) exista una compactación severa en estos pastizales.

Cuadro 7. Valores de la densidad aparente en el suelo para las combinaciones de tratamientos en estudio a través de los años (expresada en  $g/cm^3$ )

Período de descanso, días	Dosis de nitrógeno, kg/ha	Mayo 1976	Dic. 1976	Mayo 1977	Dic. 1977	Dic. 1978
0	0	0.664	0.828	0.750	0.759	1.029
0	180	0.892	0.778	0.819	0.817	0.829
14	60	0.762	0.798	0.803	0.768	1.050
14	120	0.739	0.871	0.748	0.769	1.101
28	60	0.876	0.799	0.654	0.822	0.987
28	120	0.895	0.811	0.726	0.701	0.989
42	0	0.981	0.878	0.801	0.837	1.082
42	180	0.847	0.800	0.754	0.808	1.007

Cuadro 8. Valores ajustados de la densidad aparente al inicio y al final del experimento para las combinaciones de los tratamientos en estudio (expresada en  $g/cm^3$ ).

Período de descanso, días	Dosis de nitrógeno, kg/ha	Inicio Mayo 1976	Final Dic. 1978
0	0	0.600	1.023
0	180	0.892	0.918
14	60	0.763	1.043
14	120	0.756	1.089
28	60	0.893	0.969
28	120	0.846	1.018
42	0	0.981	1.078
42	180	0.860	0.988
Promedio		0.823 a	1.015 b

Promedios seguidos por una misma letra no son significativos entre sí ( $P > 0.05$ ).

La ecuación de los valores ajustados de densidad aparente al final del experimento está dado de la forma siguiente:

$$\hat{Y} = 1.023 + 0.004X_1 - 0.022X_2 - 0.063\sqrt{X_1} + 0.152\sqrt{X_2} + 0.000001X_1X_2 \quad R^2 = 0.92 \quad (P < .05)$$

Aunque no existió diferencia significativa, el nitrógeno tuvo un pequeño efecto positivo sobre la densidad aparente. Posiblemente se deba a que al aplicar nitrógeno al suelo, éste contribuyó a que las plantas de Faragua produjeran más raíces y por ende, mejoraría la estructura del suelo y se obtendría un valor más bajo de densidad aparente; el período de descanso tuvo un pequeño efecto negativo sobre los valores de densidad aparente debido al pisoteo de los animales por la periodicidad con que entran a las parcelas de Faragua.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo permiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El pasto Faragua demostró poca capacidad para mantenerse bajo pastoreo de 5 kg MS/100 kg de peso vivo.
2. Las especies nativas o naturalizadas que substituyen la Faragua no tienen la capacidad productiva de esta última; ésto lo demuestra la magnitud de la disponibilidad de forraje en el tercer año en las praderas que tuvieron un bajo contenido de Faragua (pastoreo continuo y pastoreo cada 14 días).
3. El pasto Faragua, durante los tres años del experimento, mantuvo niveles aceptables de proteína cruda y fósforo, por lo que es posible que la ganancia de peso obtenida por los animales (500 g/día) se deba a estos dos componentes.
4. La aplicación de fertilizantes nitrogenados al suelo ocasiona variación en la composición química del suelo.

5. Una intensificación del uso de la pradera como el usar una presión de pastoreo de 5 kg MS/100 kg de peso vivo, contribuyó al incremento en la densidad aparente del suelo, lo que implica la necesidad de conocer, en el tiempo, el efecto que puede tener la compactación del suelo sobre la productividad de la pradera.
6. Se recomienda que este tipo de experimento se mantenga por períodos de cinco años o más, sobre todo en el caso de especies como la Faragua que tiene una gran importancia a nivel nacional.

### ABSTRACT

For a period of 3 years the effect of 0, 60, 120 and 180 kg/ha ( $X_1$ ) of increasing rates of nitrogen application, and 0, 14, 28 and 42 day ( $X_2$ ) resting periods on the chemical and botanical composition of a Faragua pasture under grazing, as well as the effect on the physical, and chemical composition of the soil, was studied. Significant ( $P < .01$ ) yield reductions occurred in Faragua grass from early May 1976 to late December 1978. Greater losses in Faragua occurred with 0 and 14 day resting periods associated with the maximum 180 kg/ha/year nitrogen application, suggesting that high rates of nitrogen impair Faragua growth. As the resting period surpasses 28 days, forage yield in the pasture increases. Intermediate rates of nitrogen (60 kg/ha/year) with long resting periods (42 days), and a grazing pressure of 5 kg DM/100 kg of live-weight suggest that the Faragua pasture tends to maintain its stability. Nitrogen rates and the resting periods significantly affected ( $P < .05$ ) contents of crude protein, but not the phosphorus content in the grass. Soil chemical composition was not significantly affected ( $P > .05$ ) by any variable; variations observed were due to other reasons. Values of soil apparent density in terms of soil compactation were not significantly affected ( $P > .05$ ) as well, however an increase tendency was observed toward the end of the experiment.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Methods of analysis. 9th ed. Washington, D.C., 1959. 832 p.
- AWAN, A. B. Fertilización de viejas pasturas de Faragua en Honduras. En: International Grasslands Congress, 9th, Proceedings, Sao Paulo (Brasil), 7-20 de enero, Harico, 1965. pp. 675-676.
- BONILLA, R. V. y LAREDO, M.A. Fluctuaciones minerales en pastos tropicales. V. Puntero (*Hyparrhenia rufa*). Revista Acovez (Colombia) 7(23):21-27. 1983.
- BREMNER, J. M. Total nitrogen. In: Black, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 1171-1175.
- BUCKMAN, H. y GRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, Montaner y Simons, 1970. 590 p.
- COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales. México, Trillas, 1965. 661 p.
- CHICCO, C. F. Estudio de la nutrición mineral del ganado en la región occidental de Panamá. David, Panamá, Programa de Pastos y Forrajes, PINUD, 1977. s.p.
- ELRASHIDI, M. A.; SHEHATA, A. and WAHAB, M. Copper in some saline alkaline soils in Egypt. Agrochimica 21:226-234. 1977.
- FORSYTHE, W. M. y DIAZ, R. Manual de laboratorio de física de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 216 p.
- HARRIS, L. E. Métodos para análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Gainesville, Florida, Centro de Agricultura Tropical de Florida, 1970. p. 365.
- HUNTER, A. H. Técnicas de laboratorio e invernadero para estudios de nutrientes con miras a determinar las enmiendas del suelo requeridas para un oportuno crecimiento de las plantas. Raleigh, North Carolina, Universidad de Carolina del Norte, 1975. 176 p. (Mimeografiado)

- JACOB, A. y WEXKÜLL, H. V. Fertilización nutrición de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Traducido por L. Copez Martínez de Alva. Verlagsgesellschaft. Hannover, Alemania 1966. 626 p.
- KING, P. M. Copper deficiency symptoms in wheat. J. Agr. Austr. 77:96-99. 1974.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of domestic animals. Washington, D.C., National Academy of Science, 1976.
- OLSEN, S. R. Phosphorus in methods of soil analysis. In: Black, C.A., ed. Methods of analysis. Madison, Wisconsin American Society of Agronomy, 1965. pp. 1035-1049.
- PINZON, B. R. La fertilización y el largo del ciclo de uso en la productividad del pasto faragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapft). Turrialba, Costa Rica, CATIÉ, 1976. 75 p. (Tesis, Mag. Sci.).
- PINZON, B. R. y GONZALEZ, J. Efecto de tres intervalos de corte y tres niveles de nitrógeno y fósforo en la producción de pasto faragua (*Hyparrhenia rufa*). En: Resumen de la investigación pecuaria del Centro Experimental de Gualaca. Panamá, IDIAP, 1977. pp. 30-31.
- PINZON, B. R. y GONZALEZ, J. Evaluación del pasto elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Ciencia Agropecuaria (Panamá) (1):29-36. 1978.
- PINZON, B. R. y GONZALEZ, J. Producción de materia seca y composición química de los pastos *Panicum maximum*, *Setaria naná* y *Setaria kazungula*, bajo diferentes dosis de nitrógeno. Ciencia Agropecuaria (Panamá) (1):37-44. 1978.
- POULTNEY, R. G. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas pratenses. Informe Final. Roma, FAO, 1973. 72 p.
- QUIROZ, R. y otros. Situación mineral de bovinos en pastoreo en el distrito de Bugaba, Panamá. Ciencia Agropecuaria (Panamá) (4):29-41. 1983.
- RATTRAY, J. M. Pasture improvement in Panamá; Final report. Rome, FAO, 1972. 98 p.

- RHODES, I. and STERN, W. R. Competition for light. In: Wilson John R., ed. Plant relation in pastures. Australia, CSIRC, 1978. pp. 175-189.
- TERGAS, L. G.; BLUE, W. G. and MOUKE, J. G. Nutritive value of fertilized Jaragua Grass (*Hyparrhenia rufa*) in the west-dry Pacific region of Costa Rica. Tropical Agriculture (Trinidad) 48(1):1-8. 1971.
- VELLOSO, L.; STRAZZACAPPA, W. e PROCKNOR, M. Valor nutritivo e disponibilidade forrageira de un pasto de capim Jaragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapft). Fase II. Período de inverno. Boletín de Industria Animal (Brasil) 39(2):107 - 116. 1983.