

Efecto de la humedad del suelo y profundidad del horizonte argílico sobre el desarrollo del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.)¹

Effects of soil moisture and of the depth of argillic horizon on the development of guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.).

Julia Martínez²
Tyrone Clavero³
Angel Casanova⁴

Resumen

Con el objeto de determinar el efecto del horizonte argílico y el contenido de humedad del suelo sobre el comportamiento del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) se realizó un estudio sobre un suelo Paleustalfs ubicado en la zona El Laberinto, Estado Zulia. Se seleccionaron potreros de acuerdo a dos niveles de profundidad del argílico (30-45cm y 45-60cm) y dos niveles de suplementación (1 kg y 1.5 kg/100 kg PV) que recibían las vacas que los pastoreaban. Se hicieron mediciones del porcentaje de humedad del suelo en base a muestras tomadas cada 14 días a 10 cm por encima y dentro del argílico. Cada 28 días se cosechó el pasto antes que entraran los animales en el potrero, determinándose la producción de MS (g m^{-2}) por arriba de 40cm del perfil del pasto, altura de la planta (cm), densidad de macollas (macollas m^{-2}) y diámetro de macolla (cm). Los resultados indican la existencia de diferencias significativas ($P < .01$) del contenido de humedad del suelo en las diferentes épocas del año y entre el estrato superficial y el horizonte B de acuerdo a la profundidad del argílico. La disponibilidad de MS y crecimiento de la planta dependió de la interacción ($P < .01$) entre época del año con profundidad del argílico y del manejo del pastizal según los niveles de suplementación que recibían los animales. Las relaciones suelo-planta medida por las correlaciones entre los componentes de la planta y la humedad del suelo explican el papel del argílico menos profundo en proveer agua aprovechable por la planta en el periodo de escasas lluvias y en la recuperación del pastizal después de una prolongada sequía. En la época de lluvia (Mayo-Julio) el

Recibido el: 28-03-94 • Aceptado el: 30-05-95

1 Proyecto N° 1471-88 financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES).

2 Departamento de Agronomía. Facultad de Agronomía (LUZ). Apartado 15205. Maracaibo. 4005 ZU. Venezuela.

3 Departamento de Zootecnia.

4 Departamento de Estadística.

crecimiento de la planta depende del contenido de humedad del suelo en el estrato superficial y no del horizonte argílico.

Palabras claves: Humedad del suelo, horizonte argílico, *Panicum maximum*, materia seca.

Abstract

An study was carried out on a Paleustalfs soil located in El Laberinto area, Zulia State, Venezuela, with the objective to determine the effect of the depth of the argillic horizon and soil moisture content on guinea grass (*Panicum maximum* Jacq) behaviour. Plots were selected according to two argillic depth (30-45cm and 45-60cm) and two supplementation levels (1 and 1.5%) that cattle grazing received. Samples were taken every 14 days at 10 cm above and within argillic horizon to measure soil moisture percentage. Plants were harvested every 28 days before the grazers were allowed to get into the plots, and dry matter production ($g\ m^{-2}$) above the 40 cm of ground level, plant height (cm), plant density (plant m^{-2}) and crown diameter (cm) were determined. The results show significant differences ($P<.01$) of soil moisture content in relation to yearly season and between the superficial stratum and B horizon according to argillic depth. Dry matter availability and plant growth depended on interaction ($P<.01$) between season with argillic depth and also on grassland management (supplementation to the grazers). The soil plant relations, measured by correlations between the plant components and soil moisture content explain the role of the more superficial argillic in providing available water to the plant during dry season (August-September) and also on recovery of the grassland after the dry season. In the rainy season (May-July), plant growth depends on soil moisture content the soil superficial stratum and not on the depth of the argillic horizon.

Key words: Soil moisture, argillic horizon, *Panicum maximum*, dry matter.

Introducción

La producción de los forrajes tropicales depende primordialmente del suministro de algunos nutrimentos, del agua del suelo en el cual se cultiva y de los factores climáticos a los cuales está expuesto, de manera que la producción de pasturas, es una respuesta integral a las variables que actúan sobre ella.

Por esta razón es importante considerar la relación que existe en-

tre la cantidad de agua almacenada por el suelo a diferentes profundidades del argílico, y su efecto sobre el desarrollo de la pastura.

La zona de la altiplanicie de Maracaibo abarca una superficie total de unas 500.000 ha, subdivididas en dos zonas climáticas: una semi-árida con un régimen de humedad de los suelos Aridic, y una zona subhúmeda con régimen de humedad Us-

tic, limitando las posibilidades de uso en condiciones de secano.

El sector subhúmedo ocupa aproximadamente unas 200.000 ha del total de la planicie. Esta zona presenta un horizonte arcilloso de profundidad variable, que en ocasiones limita la producción. La región objeto de esta investigación (El Laberinto), está dedicada a la explotación de bovinos de leche y carne con alto potencial de producción. La producción de leche y carne presenta fluctuaciones atribuidas en parte a la distribución irregular de la precipitación (régimen bimodal), lo cual aunado a la capacidad de retención de humedad de los suelos, desempeña un papel importante sobre todo en los meses de sequía (11).

El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y mineralógicas del suelo son fundamentales para el uso racional de este recurso, y permite un estudio más detallado y una mayor comprensión del comportamiento de las características

presentes en el suelo. Además se pueden efectuar labores culturales de gran importancia en la forma adecuada, dentro de las cuales se incluye la conservación de aguas y suelos, riego, drenaje así como las aplicaciones de fertilizantes etc. y en general todas aquellas labores que mantengan el suelo productivo. Con frecuencia cuando se habla de productividad de un suelo, sus propiedades físicas son relegadas a un plano secundario, cuando en realidad interactúan con las condiciones químicas, constituyéndose en los factores limitantes de la producción.

Con el propósito de estudiar el efecto que tiene la profundidad del horizonte argílico y el contenido de humedad del suelo, sobre el comportamiento agronómico del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.), se plantea esta investigación, así como para aportar nueva información que permita orientar investigaciones futuras sobre este tema.

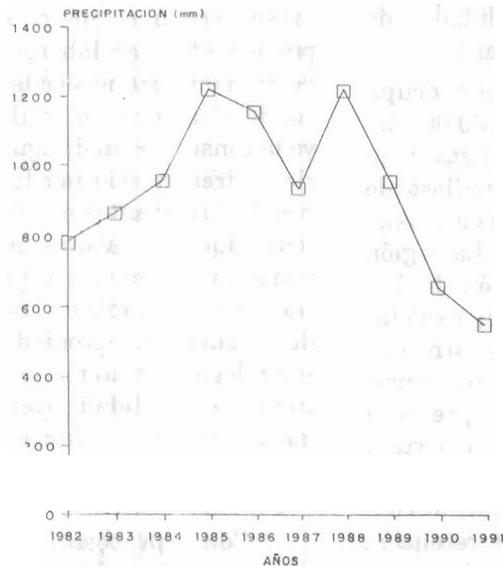
Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Finca "Santa Marta", que cuenta con una superficie de 130 ha, ubicada en el sector El Laberinto, con una situación geográfica de 10°12'30" de latitud norte.

La zona se encuentra situada dentro de la unidad geográfica de la Altiplanicie de Maracaibo, correspondiendo a la zona de vida de Bosque Seco Tropical (2). Los suelos están clasificados dentro del orden de los Alfisoles (Paleustalfs) originados

a partir de la formación geológica el Milagro. La textura varía de franco-arenosa (Fa) a Franco Arcillo-arenosa (Faa), el pH varía de 4.50 a 6.5. La saturación con bases es superior al 35%. La densidad aparente promedio es de 1.72 g/m³ (6). Es característico de la zona la acumulación de arcilla en el horizonte subsuperficial (horizonte argílico).

La distribución de las lluvias presenta un régimen bimodal (figuras 1 y 2) con una evapotranspira-



Fuente: MARNR

Figura 1. Precipitación interanual Estación El Laberinto

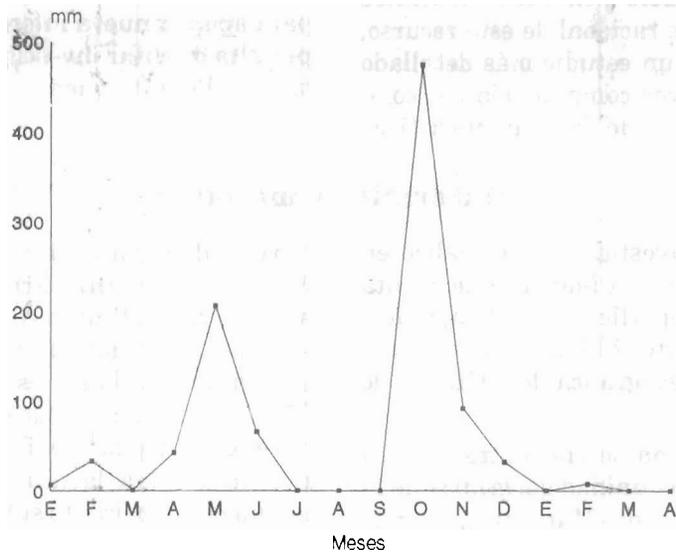


Figura 2. Curva de precipitación. Estación: El Laberinto. 1989-90.
Fuente: MARNR

ción potencial que alcanza valores promedios de 2500 mm/año. La precipitación promedio es de 900-1500 mm/año con una temperatura de 27 °C (7).

El estudio se realizó sobre un área de 50 ha sembradas de Pasto guinea. Para el momento del estudio en dicha área se realizaba un ensayo de pastoreo con vacas lecheras, donde se tenían como tratamientos dos cargas animales (2 y 3 UA/ha/año) y dos niveles de suplementación (manejo bajo: 1% PV, manejo alto: 1.5% PV).

Se definieron las profundidades del argílico. Se delimitaron dos estratos; el estrato 1 con una profundidad que varía entre 30 y 45 cm y un estrato 2 que varía entre 45 y 60 cm (figura 3) de acuerdo a esto se escogieron los potreros: a) 6 y 8 con profundidad 30-45cm pastoreados con vacas suplementadas con 1.5 kg/100 kg PV; b) 11 y 3 con profundidad 30-45 cm pastoreados con vacas suplementadas con 1.5 kg/100 kg PV; c) 32 y 33 con profundidad 45-60cm pastoreados con vacas suplementadas con 1.0 kg/100 kg P.V.; d) 36 y 37 con profundidad 45-60 cm pastoreados con vacas suplementadas con 1.5 kg/100 kg PV. La carga animal fue fija de 2 UA/ha/año. Dentro de cada potrero se demarcaron 4 parcelas de 12 m² c/u a fin de hacer mediciones de suelo y planta.

Muestreo de planta: Se estimaron parámetros de planta mediante muestras tomadas cada 28 días. En cada parcela se tomaron 3 submuestras utilizando un marco de 1 m². Las mediciones efectuadas fue-

ron: densidad de macollas, diámetro de macolla, altura y biomasa por arriba del perfil de 45 cm. La biomasa cortada fue puesta en bolsas de polietileno selladas y pesadas en el campo. Las determinaciones obtenidas se les definió como materia verde (MV) expresada en gramos y luego se determinó la materia seca (MS) en gramos.

Muestreo de Suelo: El principal parámetro estimado en el suelo fue la humedad. El muestreo se realizó regularmente 14 días antes y en el momento de cosechar el pasto del potrero respectivo.

Se tomaron 2 submuestras de suelo; una submuestra a 10 cm por encima del argílico y otra en el horizonte argílico.

Las humedades de suelo así determinadas fueron denotadas de la siguiente manera:

Hum 11 = Humedad del suelo tomada 10 cm encima del horizonte argílico y 14 días antes de la cosecha.

Hum 12 = Humedad del suelo tomada 10 cm encima del horizonte argílico y al momento de la cosecha.

Hum 21 = Humedad del suelo tomada en el horizonte argílico y 14 días antes de la cosecha.

Hum 22 = Humedad del suelo tomada en el horizonte argílico y al momento de la cosecha.

Análisis Estadístico: Los datos obtenidos para su análisis fueron acumulados por períodos mensuales y los meses se clasificaron en 4 épocas:

Epoca 1: Enero-Abril

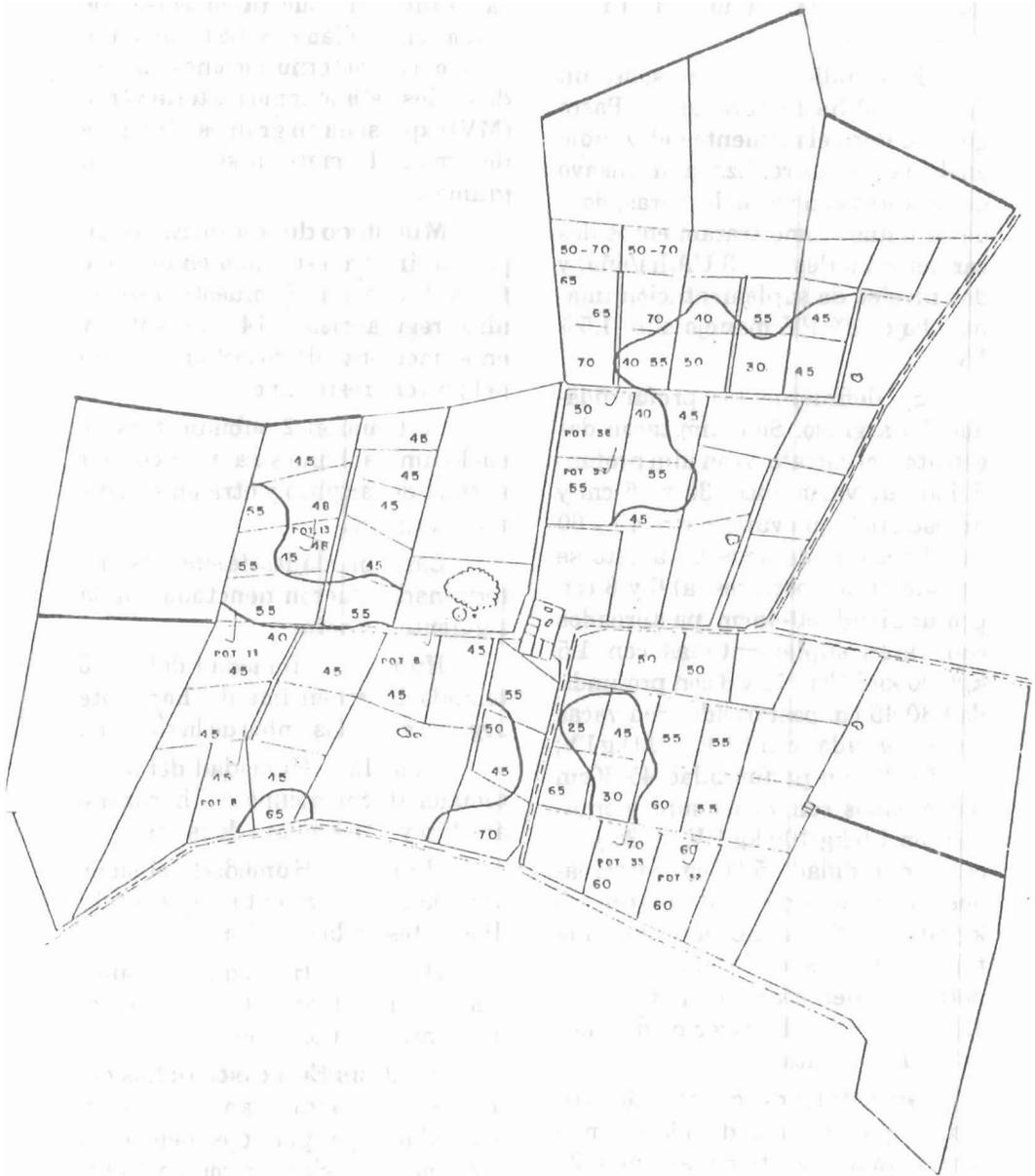


Figura 3. Profundidades del horizonte argílico. Escala: 1:2.000

Epoca 2: Mayo-Julio

Epoca 3: Agosto-Septiembre

Epoca 4: Octubre-Diciembre

Para determinar el efecto de la profundidad del horizonte argílico para las diferentes épocas se realizó

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + R_{j(i)} + E_k + PE_{ik} + M_{l(k)} + E_{ijkl}$$

donde:

- Y_{ijkl} : observación de la respuesta
 μ : media de la población general
 P_i : efecto del i-ésimo estrato de argílico
 $R_{j(i)}$: término error de repetición dentro de cada estrato de argílico.
 E_k : efecto de la k-ésima época del año
 PE_{ik} : efecto de la interacción entre

un análisis de varianza por separado para potreros con vacas sometidas a manejo de suplemento diferente (1 y 1.5 kg/100 kg P.V). El modelo lineal para describir las diferentes respuestas de la planta fue:

- la i-ésima profundidad de argílico y la k-ésima época
 $M_{l(k)}$: efecto del j-ésimo período mensual dentro de la k-ésima época.
 E_{ijkl} : término del error asociado a períodos y época

Relaciones suelo-planta.

Para determinar las relaciones entre las variables de suelo y variables de planta se establecieron correlaciones para cada profundidad del argílico y época del año.

Resultados y discusión

Humedad de suelo. La humedad del suelo muestreada a dos profundidades y en dos momentos de la cosecha de la planta fue afectada significativamente por la época ($P < .01$) y por los diferentes períodos dentro de época ($P < .01$). Una interacción significativa, profundidad del argílico x época ($P < .05$) resultó para la humedad del suelo muestreada en el argílico en el momento de la cosecha.

En el cuadro 1 se presentan los promedios de humedad del suelo para las diferentes épocas y a dos profundidades de argílico y en la figura 4 se muestran las variaciones

de los contenidos de humedad en las diferentes épocas.

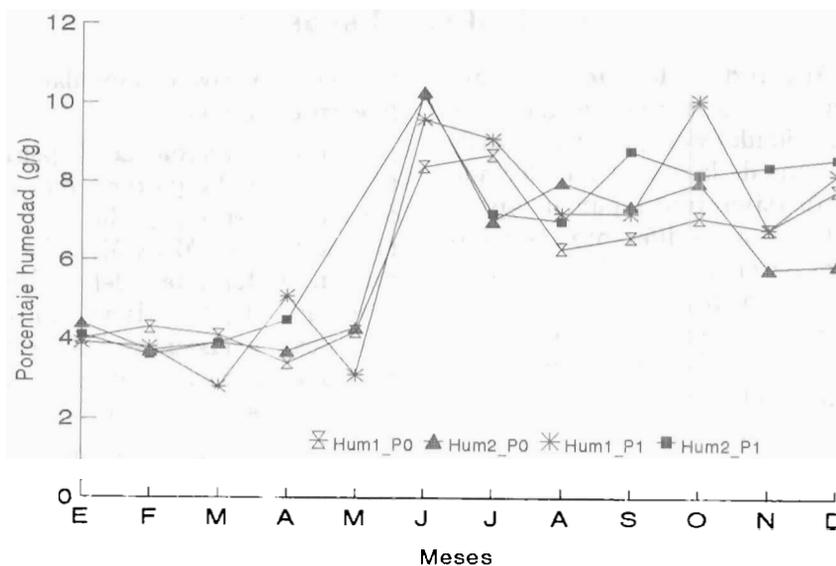
Materia seca: La disponibilidad de MS en los potreros bajo estudio fue diferente para los dos sistemas de manejo (MA y MB). La interacción profundidad del argílico x época ($P < .001$) prevaleció como efecto en los dos sistemas, los períodos dentro de época también exhibieron diferencias significativas ($P < .001$).

En la figura 5, se muestra la distribución mensual de MS para todos los períodos de cosecha (meses) durante el año.

En la época 4, la disponibilidad de materia seca fue mayor para esta profundidad del argílico (45-60 cm).

Cuadro 1. Comportamiento de la humedad del suelo (%) de acuerdo a las profundidades de argílico en diferentes épocas

PROF	Epoca	HUM11	HUM12	HUM21	HUM22
30-45	1	3.7	4.7	3.7	4.2
		± 0.44	± 0.42	± 0.43	± 0.41
45-60		3.8	4.2	3.9	4.1
30-45	2	7.3	7.0	8.1	8.4
		± 0.44	± 0.42	± 0.50	± 0.57
45-60		7.2	7.3	8.5	9.0
30-45	3	6.1	6.8	7.7	7.8
		± 0.44	± 0.41	± 0.50	± 0.5
45-60		8.2	8.5	7.8	9.0

**Figura 4. Distribución de la humedad del suelo en los diferentes periodos y a dos profundidades de argílico**

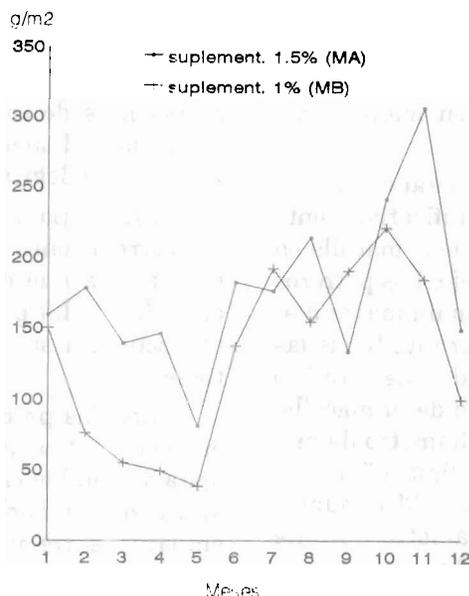


Figura 5. Producción de materia seca por diferentes períodos mensuales en potreros con dos condiciones de manejo (MB y MA)

En los potreros con nivel bajo (MB) el suelo con profundidad superficial del argílico (30-45 cm) presentó la mayor acumulación de MS, para las épocas 2, 3 y 4. Este importante hecho, puede estar vinculado con una mayor actividad fotosintética de la planta y con una mayor disponibilidad de agua en la región de las raíces en el suelo con argílico más superficial (1, 3).

En suelo de argílico profundo, por el contrario, la recuperación de la planta es más lenta por los déficit de agua y el menor acceso que tienen las plantas a la humedad almacenada en el argílico. En los potreros con MA la recuperación de la planta fue intermedia, este hecho está relacio-

nado con la cantidad de luz interceptada por la planta (6).

La época seca (Enero-Abril) fue la más crítica en la disponibilidad. La máxima disponibilidad de MS se produce en octubre para potreros con manejo bajo (MB).

Altura de plantas. El comportamiento de la altura estuvo asociada a la materia seca. En la época seca, ocurrió la mayor disminución de la altura de la planta, tanto en potreros con manejo alto (MA) y manejo bajo (MB). Sin embargo en los potreros con MA la altura fue mayor en el suelo con argílico superficial. La altura se incrementa con la aparición de las lluvias. La tendencia general fue una mayor altura de

planta en el suelo de argílico superficial y en potreros con manejo alto (MA). Sin embargo, la máxima altura se alcanza en la época 3 (Agosto-Sept), en potreros con manejo bajo (MB) (figura 6).

Diámetro de macollas. La época seca afectó significativamente ($P < .01$), el diámetro de la macolla en ambos tipos de manejo. Los potreros con MA, mantuvieron un mayor diámetro de macolla durante todas las épocas. La profundidad del argílico no afectó el diámetro de la macolla. La distribución del diámetro de macolla en los períodos, figura 7, muestra que los potreros con MA, mantuvieron un mayor diámetro durante la mayor parte del año.

Densidad de plantas: En la época seca se encontró la mayor reducción de la densidad en potreros con MB explicable por la mayor defoliación hecha por el animal produciendo un deterioro progresivo de la macolla y la muerte de la planta.

Resultados reportados por Suárez y Padilla (9), indican una reducción de aproximadamente el 50% de la densidad de plantas durante períodos secos de 32 días.

A partir de la época 2, figura 8, se produce una recuperación ascendente de la densidad de plantas. Este incremento se puede deber a plantas emergidas de semilla o recuperación de plantas aparentemente muertas.

Relación entre la humedad del suelo y las variables biológicas: Dentro de cada época y profundidad del argílico, se estimaron los coeficientes de correlación entre la humedad del suelo y el conjunto de variables biológicas, (cuadro 2).

En la época 1, no se encontraron correlaciones significativas, esto es debido a que en el suelo no hay agua disponible para las plantas y en consecuencia su crecimiento se detiene.

Con las precipitaciones caídas en la época 2, se almacena suficiente agua disponible en el perfil de suelo, alcanzando el horizonte argílico. Sin embargo, el crecimiento de la planta se produce a expensas del agua contenida en el estrato superficial.

En la época 3 (Agosto-Septiembre), a diferencia de la época 2, las correlaciones de las variables biológicas con el contenido de humedad se desplazaron a la humedad muestreada en el argílico superficial.

En la época 4 (Oct-Dic), se encontró poca correlación entre las variables biológicas y la humedad del suelo, posiblemente debido a que el pasto ha completado su crecimiento y no se produce respuesta a mayor disponibilidad de agua.

Las relaciones encontradas reflejan la dinámica de la disponibilidad de agua en el suelo a través de las diferentes épocas para el crecimiento de la planta.

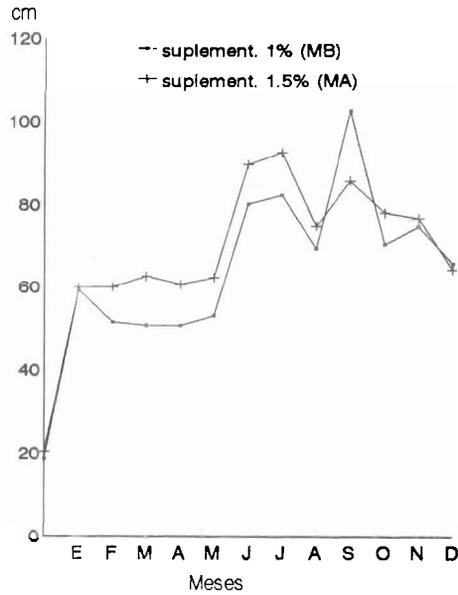


Figura 6. Altura de planta paradiferentes períodos mensuales, en potreros con dos condiciones de manejo MB y MA

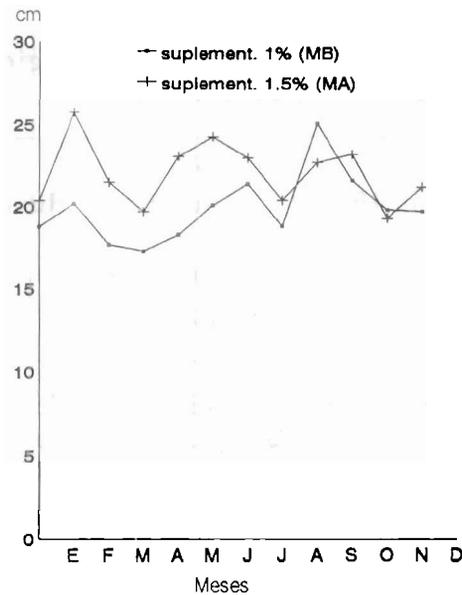


Figura 7. Distribución de macollas para diferentes períodos mensuales en potreros con dos condiciones de manejo MB y MA

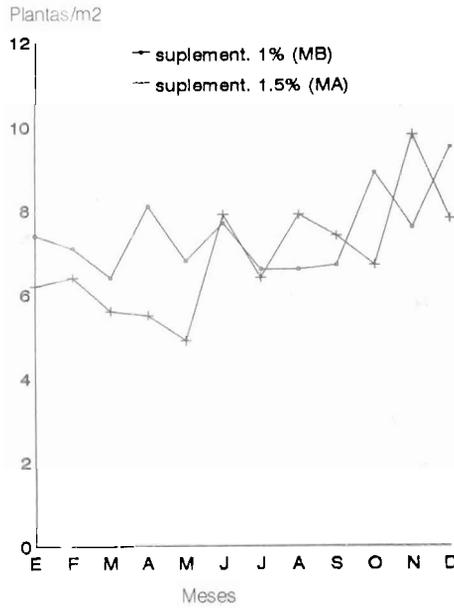


Figura 8. Densidad de planta para diferentes períodos mensuales y potreros con dos condiciones de manejo MB y MA

Cuadro 2. Correlación entre las variables biológicas y humedad del suelo en diferentes épocas del año.

Variables	Epoca 2		Epoca 3				Epoca 4			
	Hum11	Hum12	Hum21	Hum22	Hu m11	Hu m12				
	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
MS	0.75	0.64	NS	0.69	0.71	NS	NS	NS	NS	NS
Altura	0.89	0.93	0.67	0.90	NS	0.71	NS	0.85	NS	NS
Densidad	0.73	NS	0.56	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Diámetro	NS	NS	NS	NS	NS	0.63	NS	0.81	0.57	0.69

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permitieron analizar el papel que juega el horizonte argílico en el almacenamiento de agua aprovechable por las plantas y las interaccio-

nes con el manejo del pastizal en épocas críticas.

1. En la época seca, el agua retenida por el suelo tanto en el es-

trato superficial como en el horizonte argílico, se encuentra en el punto de marchitez permanente. Las variaciones encontradas en los componentes de la planta estuvieron directamente relacionadas con el manejo del pastizal. Los potreros con animales mejor suplementados mantuvieron mayor biomasa.

2. Con la primera época de lluvias (Mayo-Julio), se produce un mayor almacenamiento de agua aprovechable en el horizonte argílico. La recuperación del pastizal es más rápida en suelo con argílico superficial (30-45 cm) y potreros con mayor intensidad de defoliación en la época seca. El crecimiento de la planta depende sólo del agua disponible por la planta en el estrato superficial.

3. En la segunda época seca

(Agosto-Septiembre), de lluvias escasas e irregulares, el crecimiento de la planta depende del agua disponible en el horizonte argílico. Se produce una transferencia de agua del horizonte argílico hacia el estrato superficial.

4. En la segunda época de lluvias (Octubre-Diciembre), el agua disponible en el estrato superficial es mayor en comparación al agua aprovechable en el horizonte argílico, como producto de la mayor cantidad de precipitación que ocurre en esta época. Existe una saturación del suelo superficial y una reducción en la infiltración en el horizonte argílico. Existe mayor biomasa en plantas crecidas en suelo con argílico superficial y en potreros con animales menos suplementados.

Recomendaciones

1. La interacción entre disponibilidad de agua para la planta de acuerdo a la profundidad del argílico con el tipo de manejo del pastizal conlleva a realizar una investigación más minuciosa y por varios años a fin de promediar los cambios distribucionales de la precipitación y conocer mejor el comportamiento de la humedad del suelo.

2. Tomar en cuenta en el levantamiento de suelos, la profundidad del horizonte argílico, a fin de cono-

cer mejor el patrón de distribución y considerar también este parámetro en la planificación de experimentos de campo.

3. En posteriores investigaciones con los mismos objetivos de este trabajo mejorar las técnicas de muestreo de humedad del suelo, procurando obtener muestras en la región de las raíces y realizar el estudio del patrón radical para las diferentes profundidades del argílico.

Literatura citada

1. Bernal, J., R. Villamizar y C. Lotero. 1979. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En Pastos y Forrajes. Temas de Orientación Agropecuaria. TOA N° 45. Colombia. pp 23-38.
2. Ewel, J. Madriz. 1978. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre