

Influencia de sitio, variedad y densidad de siembra en la producción y calidad del forraje de yuca

D. F. Rosero Valencia,¹ H. Quintero Vargas,² L. F. Cadavid López,³ B. Ospina Patiño.⁴
Consorcio Latinoamericano de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

COMPENDIO

Se evaluaron tres variedades adaptadas a cada sitio (MTA18, CM4919-1 y CM4843-1 en Ayapel, Córdoba; MCOL1505, MCOL2758 y CM523-7 en Buga, y MPER183, HMC-1 y MCOL2737 en Caicedonia, Valle del Cauca) en tres distancias de siembra (0.3x0.3, 0.4x0.4 y 0.5x0.5). El diseño experimental usado fue de bloques al azar (Buga y Caicedonia) y parcelas divididas (Ayapel) con tres tratamientos y cuatro repeticiones y se tomaron setenta plantas dentro de cada parcela (5x10m) como muestra experimental; el forraje se cosechó cuatro veces, cada tres meses, y se hizo el análisis bromatológico del material producido. En Ayapel la variedad CM4843-1 produjo más de 91 t de forraje fresco/ha/año; la producción de biomasa aérea estuvo determinada por la disponibilidad de agua durante el ciclo de cultivo. El contenido químico de las variedades usadas en cada región correspondió directamente al cultivar y a la época de cosecha; sin embargo, no siempre la variedad más productora de biomasa tuvo la mejor composición química. En Buga y Caicedonia las variedades más productoras de forraje fresco fueron CM 2758 (57.48 t ha/año) y CM 2737 (56.62 t fresco/ha/año). La mejor distancia de siembra fue 0.3x0.3 m y por lo menos una variedad por cada lugar se puede considerar como forrajera; además, fue posible obtener forraje con buen contenido químico cosechando cada noventa días.

Palabras claves: Forraje, *Manihot esculenta* Crantz. Densidad de siembra. Época de cosecha. Contenido de proteína.

ABSTRACT

The test for cassava forage production (*Manihot esculenta* Crantz) tries to evaluate three different varieties, adapted to specific agroclimatic conditions of each site (MTA18, CM4919-1 and CM4843-1 in Ayapel, Cordova; MCOL1505, MCOL2758 and CM523-7 in Buga and MPER183, HMC-1 and MCOL2737 in Caicedonia, Valle), evaluated three distances of sowing (0.3x0.3, 0.4x0.4 and 0.5x0.5). The used experimental design was of blocks at random (Buga and Caicedonia) and divided parcels (Ayapel) with three treatments and four replicates and took 70 plants within each parcel (5x10m) as it experimental sample. The forage harvested four times every three months and the bromatologic analysis to the produced material was done. In Ayapel, CM4843-1 variety produced more than 91 t fresh forage/ha/year, the biomass aerial production was determined by the water availability during the culture cycle. The chemical content of the varieties used in each region responding directly with variety and time of harvest; nevertheless, not always the major producing variety of biomass had the best chemical composition. In Buga and Caicedonia, the best producing varieties of fresh forage were CM 2758 (57,48 t ha/year) and CM 2737 (56,62 t ha/year). The best distance of sowing was 0.3x0.3 m and at least one variety by each place of test can be considered like forrajera in addition, it is possible to obtain forage with good chemical content harvesting every ninety days.

Key words: Forage, *Manihot esculenta* Crantz, Sowing density, Cassava, Harvest time, Protein content.

INTRODUCCIÓN

Aunque en el neotrópico el uso humano de la yuca se ha centrado en la raíz, también es posible emplearla como producto forrajero. Las hojas de la yuca son ricas en proteínas, carotenos, vitaminas B1, B2, C y mi-

nerales (Howeler, 1983); contienen tres veces y media más grasas y el doble de fibra que las raíces tuberosas (Montaldo, 1991). Mientras que en base fresca las raíces de yuca contienen cerca del 2.3% de proteína cruda, la parte aérea y especialmente las hojas presentan contenidos entre 25-30%, comparables con los de la alfalfa y otras leguminosas (Buitrago, 2001). Dadas las cualidades de la planta de yuca y el bajo nivel nutritivo de los pastos tropicales, se presenta como una alternativa viable para la alimentación animal.

1. Ing. Agrónomo. drosero@adi.uam.es

2. Ing. Agrónomo. Profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia.

3. Ing. Agrónomo. CLAYUCA, CIAT. lfcadavi@cgiar.org

4. Ing. Agrícola. CLAYUCA. Director ejecutivo bospina@cgiar.org

La composición nutricional del follaje de yuca varía en calidad y cantidad, según el tipo de cultivar, época de corte, densidad de siembra y proporción entre hojas (lámina foliar más peciolo) y tallos (Guzmán y Pérez, 1992). A mayor edad fisiológica de la planta, disminuye la cantidad de proteínas y se incrementa el de fibra y materia seca. Estos productos determinan la calidad nutricional del follaje y sus derivados finales para la alimentación animal (Montilla, 1980; Cock, 1989).

Cuando el cultivar se destina exclusivamente a la producción de forraje, es posible obtener aproximadamente 150 t/ha/año de material fresco (Montaldo y Montilla, 1977; Ventura y Pulgar, 1990); además, se puede obtener mayor cantidad de biomasa aérea cuando se aumenta el número de plantas sembradas por unidad de área (Cadavid, comunicación personal; Ventura y Pulgar, 1990).

La yuca se clasifica en variedades dulces y amargas, según el contenido bajo o alto de HCN (ácido cianhídrico). La ingestión de variedades amargas (tanto en el hombre como en animales) podría producir intoxicaciones (Frederick, 1978), por lo cual su consumo se debe hacer previo tratamiento para eliminar la mayor cantidad de HCN posible.

En muchas regiones del mundo la producción pecuaria ha aumentado ostensiblemente, lo que ha obligado, sobre todo a nuestro país, a importar grandes cantidades de materia prima (maíz, sorgo, soya, etc.) para la elaboración de concentrados (Buitrago, 2001), lo cual ha elevado los costos de mantenimiento pecuario. De esta manera se abre una oportunidad de emplear el forraje de yuca como suplemento proteico en las dietas de muchos animales.

El Consorcio Latinoamericano de Apoyo a la Investigación del Cultivo de la Yuca (CLAYUCA) se ha dedicado a desarrollar tecnologías y mejorar de manera integral el cultivo de la yuca con el fin de aprovechar su amplio potencial industrial (pegantes, almidones, etc.) y alimenticio (para consumo humano y animal). Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el Consorcio, en cabeza de sus investigadores, se ha propuesto para el desarrollo de este trabajo los siguientes objetivos principales:

- Determinar a diferentes edades de corte y sitios de siembra, el valor nutricional, la composición química y cantidad de biomasa aérea producida por ecotipos o variedades promisorias de yuca.
- Evaluar el efecto de tres densidades de siembra en el sistema de cultivo de yuca forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en tres sitios de Colombia (Ayapel, Buga y Caicedonia), en diferentes condiciones agroclimáticas, topográficas (Tabla 1) y características fisicoquímicas de suelos (Tabla 2).

En Buga y Caicedonia se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones; en Ayapel se utilizaron parcelas divididas. En cada sitio se evaluaron tres cultivares de yuca (Tabla 3); cada uno de ellos se sembró en tres densidades: (0.3 x 0.3 m) 112.000, (0.40 x 0.40 m) 62.500 y (0.50 x 0.50 m) 40.000 plantas/ha. La cosecha de forraje se hizo manualmente cada tres meses y se evaluaron cuatro cortes. Se tomaron setenta plantas de cada parcela (5x10 m) para la evaluación de rendimiento y contenido químico de las variedades.

Tabla 1. Características de los sitios de ensayo.

Característica	Ayapel	Buga	Caicedonia
Coordenadas geográficas	Latitud 8°18' norte	3°54' norte	4°20' norte
	Longitud 75°08' oeste	76°18' oeste	75°49' oeste
Vereda	Escobilla		
Finca	Santiago de Compostela	SENA	El Carare
Altura (msnm)	22.00	967	1350
Temperatura (°C)	27.50	24	21
Precipitación media anual (mm)	2600.00	1200	2068
Relieve	Plano	Plano	Montañoso

Tabla 2. Análisis físico-químico de suelos en los sitios donde se realizaron los ensayos.

Descripción	Ayapel	Buga	Caicedonia
pH	4.8	6.4	5.54
C %	2.49	0.8	1.49
P-Bray (ppm)	3	40.2	49.9
K (meq/100g)	0.05	0.1	0.39
Ca (meq/100g)	0.3	8.3	5.42
Mg (meq/100g)	0.2	5.6	0.74
Al (meq/100g)	2.2	ND	0.21
Na (meq/100g)	ND	0.2	0.03
S (ppm)	ND	42.9	46.20
B (ppm)	0.2	0.4	0.39
Zn (ppm)	1	4.1	9.48
Arena(%)	ND	33.9	55.05
Limo(%)	ND	27.4	20.92
Arcilla(%)	ND	38.85	24.04
Textura	Arcilloso arenoso	Franco arcilloso	Franco arcilloso arenoso

ND: No Determinado

Tabla 3. Materiales de yuca y sitios de realización del ensayo.

Variedades de yuca	Sitio de ensayo		
	Ayapel (Córdoba)	Buga (Valle del Cauca)	Caicedonia (Valle del Cauca)
1	MTAI 8	MCOL 1505	MPER 183
2	CM 4919-1	MCOL 2758	HMC-1
3	CM 4843-1	CM 523-7	MCOL 2737

Las variables evaluadas en el ensayo fueron: Peso fresco de biomasa aérea (t/ha); materia seca (%); proteína cruda (%); fibra cruda (%); cenizas (%) extracto etéreo (%) (Método de Weende); HCN libre y total (ppm) (Método de Essers).

Para el análisis de la información obtenida en el ensayo se emplearon el programa estadístico SAS y la prueba de Duncan al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción y composición química de forraje de yuca en Ayapel, Córdoba, Colombia.

Los mejores rendimientos en biomasa se obtuvieron en la densidad de 0.3x0.3 m, con la variedad CM 4843-1. Las densidades de siembra más elevadas permiten mayor competencia entre plantas del cultivo, evitando la proliferación de arvenses, estimuladas por la presencia de humedad y la recepción directa de luz solar. Según el análisis de varianza, las diferencias entre variedades fueron significativas (Tabla 4), entre densidades la tendencia fue similar.

En la producción de forraje fresco se destacó la variedad CM 4843-1 (Negrita), cultivar que produce cerca de 92 t/ha/año, comparado con la variedad CM

4919-1 (casi 36 t/ha/año), en la densidad de 112.000 plantas/ha. En cuanto a la MTAI-8 se puede considerar como material potencialmente utilizable como forrajero; pensando en un manejo óptimo del sistema de cultivo (riego oportuno, adecuada fertilización, manejo de arvenses, etc.), se pueden esperar producciones superiores a 150 t/ha/año.

En el contenido de materia seca no se registraron diferencias significativas, excepto en la densidad de 62.500 plantas/ha, donde la variedad de mejor comportamiento fue CM 4843-1, seguida por la CM 4919-1 con 27.4 y 26.2 t de materia seca/ha/año respectivamente.

Como la producción de forraje fresco está estrechamente determinada por la precipitación (Figura 1), el régimen bimodal de distribución de lluvias afectó la producción de biomasa aérea fresca. Así, entre noviembre y febrero, período donde no se presentaron lluvias, la producción se redujo de 24 a casi 5 t/ha en la variedad CM 4843-1 sembrada a 0.3x0.3 m. Posiblemente la respuesta a la densidad de 112.000 plantas/ha pudo estimular el rendimiento de la variedad CM 4843-1 en condiciones de escasa precipitación, después de ser sometido a un fuerte estrés hídrico por sequía (Figura 1).

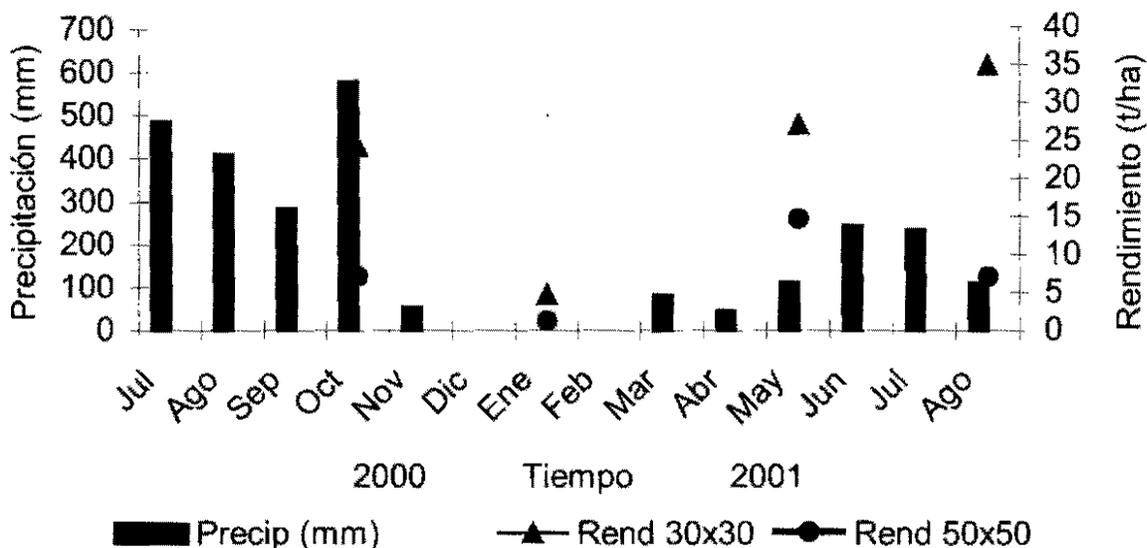


Figura 1. Efecto de la precipitación sobre el rendimiento de forraje fresco en dos densidades de siembra (112.000 y 40.000 plantas/ha) en Ayapel, Córdoba, Colombia. Variedad CM 4843-1

Tabla 4. Contenido de materia seca y rendimiento de forraje fresco, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Ayapel, Córdoba, Colombia -

Corte (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)					
		0.3x0.3 m (112.000)		0.4x0.4 m (62.500)		0.5x0.5 m(40.000)	
		M. Seca (%)	R. Fresco (t/ha)	M. Seca (%)	R. Fresco (t/ha)	M. Seca (%)	R. Fresco (t/ha)
90	MTAI-8	34.2 a	21.6 ab	32.5 a	11.9 c	21.6 a	6.0 d
	CM4919-1	32.6 a	10.6 c	27.2 ab	9.4 cd	21.8 ab	5.6 d
	CM4843-1	28.4 ab	24.5 a	33.7 a	12.0 bc	30.0 a	7.2 cd
180	MTAI-8	27.1 a	5.3 a	27.0 a	1.2 c	20.6 a	0.6 d
	CM4919-1	27.1 a	2.8 b	26.1 ab	1.8 c	22.3 ab	0.4 d
	CM4843-1	24.5 abc	4.8 a	27.8 a	1.8 c	25.9 a	1.3 c
270	MTAI-8	19.8 b	27.3 a	21.5 ab	11.6 cde	19.6 ab	10.2 de
	CM4919-1	21.5 ab	15.9 bc	25.1 a	12.1 cde	22.9 a	8.6 e
	CM 4843-1	20.7 b	27.2 a	21.9 ab	19.8 ab	21.7 ab	14.8 bed
360	MTAI-8	30.0 a	18.1 b	36.6 a	7.7 c	33.5 a	3.2 e
	CM4919-1	33.9 a	6.4 cd	34.9 a	5.9 cde	37.7 a	7.1 c
	CM4843-1	35.0 a	34.9 a	35.0 a	15.8 b	31.8 a	3.9 de
Media	MTAI-8	27.8	18.1	29.4	8.1	23.8	5.0
	CM4919-1	28.8	8.9	28.3	7.3	26.2	5.4
	CM4843-1	29.7	22.9	29.6	12.4	27.4	6.8
Total	MTAI-8	111.2	72.3	117.6	32.4	95.2	20.0
	CM4919-1	115.2	35.7	113.2	29.2	104.8	21.7
	CM 4843-1	118.8	91.4	118.4	49.4	109.6	27.2

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente al 5% según la prueba de Duncan.

En la Tabla 4 el análisis de varianza indica diferencias significativas entre las variedades CM 4843-1 y CM 4919-1 (significancia del 5 %).

Con la densidad de siembra de 0.3x0.3 m y el cultivar CM 4843-1 se obtuvieron 91.4 toneladas de forraje fresco/ha/año; mientras que con 0.4x0.4 m y 0.5x0.5 m los rendimientos decrecieron significativamente (49.4 y 27.2 t de forraje fresco/ha/año respectivamente) (Tabla 4).

La producción de proteína estuvo determinada directamente por la variedad, época de cosecha, disponibilidad de agua en el cultivo; sin embargo, la distancia entre plantas no afectó la calidad del forraje.

A los nueve meses de edad del cultivo, cuando se realizó el tercer corte, se presentaron contenidos de proteína cruda cercanos al 24% en la variedad CM4843-1. Según el análisis de varianza, sólo se registraron diferencias significativas entre variedades y densidades en el corte de nueve meses. El mejor contenido de proteína cruda se obtuvo en la variedad CM 4843-1. En general, a los doce meses de edad del cultivo (cuarto corte) disminuyó drásticamente el contenido de proteína en todas las variedades. En Ayapel se recomienda el uso de la variedad CM 4843-1, debido a su buen potencial forrajero.

Producción y composición química de forraje de yuca en Buga, Valle del Cauca, Colombia

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en el rendimiento de forraje seco entre tratamientos, y la densidad de siembra de 112.000 plantas/ha fue la más favorable y, en términos generales, sobresalió la variedad MCOL 2758. Entre las densidades de 62.500 y 40.000 plantas/ha no hubo diferencias significativas a medida que transcurrió el ciclo del cultivo (Tabla 5).

El contenido de proteína cruda descendió a medida que avanzó el ciclo del cultivo en todas las variedades e independiente de la densidad; Al primer corte de MCOL 1505 se obtuvo 19.3%, en el cuarto corte sólo 11.4% (Tabla 5). Según el análisis de varianza no hubo un efecto directo del tratamiento sobre la variedad; la proteína parece estar influenciada por la variedad y tiempo de corte.

Independiente de la densidad, en todos los cultivares hubo incremento de la fibra hasta los nueve meses (dato no mostrado); el uso de fuentes orgánicas para mantener un nivel nutritivo en el suelo por más tiempo podría ser una alternativa a la nutrición del cultivo.

Tabla 5. Rendimiento de forraje seco y contenido de proteína comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Corte (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)					
		112.000		62.500		40.000	
		R. Seco (t/ha)	Proteína (%)	R. Seco (t/ha)	Proteína (%)	R. Seco (t/ha)	Proteína (%)
3	MCOL 1505	1.5 bc	19.3 a	0.6 d	18.9 a	0.6 d	19.7 a
	MCOL 2758	2.7 a	16.4 a	1.3 bc	16.9 a	0.8 cd	16.9 a
	CM 523-7	2.2 ab	17.5 a	0.7 d	19.3 a	1.0 cd	19.5 a
6	MCOL 1505	4.8 ab	16.7 a	3.0 c	16.0 a	2.2 d	14.9 a
	MCOL 2758	6.2 a	14.6 a	3.3 bc	14.3 a	3.4 bc	14.9 a
	CM 523-7	5.4 ab	17.0 a	3.3 bc	17.3 a	2.6 cd	16.1 a
9	MCOL 1505	3.1 ab	15.6 a	2.6 b	14.1 b	2.5 b	14.0 b
	MCOL 2758	3.3 ab	12.0 ab	1.8 b	11.2 b	2.9 b	13.8 b
	CM 523-7	6.5 a	12.0 ab	2.0 b	13.7 b	3.4 b	13.1 b
12	MCOL 1505	2.8 ab	11.4 ab	1.2 bc	10.7 abc	1.3 c	10.6 abc
	MCOL 2758	3.5 a	8.9 c	2.1 ab	9.4 bc	2.0 bc	11.0 ab
	CM 523-7	3.4 a	11.9 a	1.1 c	12.4 a	2.1 bc	10.8 abc
Media	MCOL 1505	3.1	15.8	1.9	14.9	1.7	14.8
	MCOL 2758	3.9	13.0	2.1	13.0	2.3	14.2
	CM 523-7	4.4	14.6	1.8	15.7	2.3	14.9
Total	MCOL 1505	12.2	63.0	7.4	59.7	6.6	59.2
	MCOL 2758	15.6	51.9	8.4	51.8	9.1	56.6
	CM 523-7	17.4	58.4	7.0	62.7	9.1	59.5

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente al 5% según la prueba de Duncan.

Producción y composición química de forraje de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia

En la composición química se observaron diferencias significativas tanto para tratamientos como para variedades, así, la variedad MCOL 2737 sembrada a 0.3x0.3 m produjo mayor cantidad de materia seca; en cuanto a tratamientos, la mejor densidad de siembra fue 112.000 plantas/ha (Tabla 6).

La mejor variedad en producción de materia seca fue HMC-1 sembrada a 0.3x0.3 m; la variedad de mejor respuesta fue MPER 183 sembrada a 0.4x0.4 m y la MCOL 2737 cuando se sembró a 0.5x0.5 m. El mayor rendimiento de forraje seco (7.0 t/ha) se obtuvo en el segundo corte (180 dds) en la variedad MCOL 2737 (Tabla 6). El análisis estadístico en el rendimiento de forraje seco producido no mostró diferencias significativas entre variedades, pero sí entre tratamientos.

El mayor porcentaje de proteína (18.9%) se obtuvo con MPER 183 en la densidad de 62.500 plantas/ha; sin embargo, estos contenidos disminuyeron hasta los nueve meses (Tabla 6). Las mejores variedades en cuanto a cantidad de forraje producido no siempre son las mejores en su contenido químico y el análisis proxi-

mal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por la variedad y época de corte.

De acuerdo con los resultados obtenidos en campo y apoyado en el análisis estadístico, se destacan con buen potencial forrajero los cultivares CM 4843-1 (sembrada en Ayapel, Córdoba), MCOL 2758 (en Buga, Valle del Cauca) y la MCOL 2737 (en Caicedonia, Valle del Cauca); de igual manera, la densidad de siembra de 112.000 plantas/ha fue la de mejor respuesta en el sistema de cultivo de yuca forrajera, que arrojó los resultados más satisfactorios. Es importante tener en cuenta que la disponibilidad de agua a lo largo del ciclo de cultivo es un factor fundamental a la hora de mantener una curva de rendimientos estables en los cortes de forraje.

Datos como contenido de fibra cruda, cenizas y HCN no se muestran en el artículo debido a que el análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos propuestos; sin embargo, el contenido químico de las variedades está determinado por el cultivar y la época de corte (edad de la planta)

Tabla 6. Rendimiento de forraje seco y contenido de proteína, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Corte (meses)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)					
		112.000		62.500		40.000	
		R. Seco t/ha	Proteína %	R. Seco t/ha	Proteína %	R. Seco t/ha	Proteína %
3	MPER-183	3.1 a	17.9 abc	2.5 ab	18.9 ab	1.5 c	19.6 a
	HMC-1	3.0 a	17.6 abc	2.5 ab	17.6 abc	1.6 c	18.3 abc
	MCOL 2737	3.4 a	14.18 c	2.5 ab	14.6 bc	1.9 bc	14.9 bc
6	MPER-183	5.2 ab	13.5 abc	3.7 c	14.3 abc	4.0 bc	14.6 bc
	HMC-1	5.4 ab	12.4 c	4.4 bc	12.7 bc	3.2 c	14.9 a
	MCOL 2737	7.0 a	12.6 bc	5.1 bc	12.5 c	4.7 bc	13.3 abc
9	MPER-183	3.6 a	12.0 a	2.0 d	13.6 a	2.0 cd	10.1 a
	HMC-1	2.4 bcd	11.1 a	2.7 bc	11.4 a	2.0 cd	13.7 a
	MCOL2737	4.2 a	10.5 a	3.1 ab	10.3 a	2.9 ab	11.6 a
12	MPER-183	1.9 a	17.3 ab	0.9 b	18.8 a	0.9 b	18.6 ab
	HMC-1	1.7 a	13.6 c	0.9 b	16.1 b	0.9 b	16.1 b
	MCOL2737	1.4 a	13.6 c	0.8 b	16.4 ab	0.9 b	16.3 b
Media	MPER-183	3.4	15.2	2.3	16.4	2.1	15.7
	HMC-1	3.1	13.7	2.6	14.5	1.9	15.8
	MCOL2737	4.0	12.7	2.9	13.5	2.6	14.0
Total	MPER-183	13.8	60.7	9.1	65.6	8.4	62.9
	HMC-1	12.7	54.7	10.5	57.8	7.7	63.0
	MCOL2737	16.2	50.9	11.6	53.8	10.4	56.1

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente al 5% según la prueba de Duncan.

Ninguno de los ensayos presentó deficiencias nutricionales ni ataque de plagas y mucho menos enfermedades que afectaran el rendimiento de forraje, por lo que se podría pensar en la importancia de las cosechas trimestrales en la interrupción de ciclos patógenos que atacan el cultivo de la yuca.

CONCLUSIONES

- De las variedades utilizadas en cada sitio, por lo menos una se puede considerar como forrajera; en Ayapel se recomienda el uso de la variedad CM 4843-1, en Buga MCOL 2758 y en Caicedonia MCOL 2737.
- Es posible elevar el rendimiento a más de 100 ton/ha/año de forraje fresco (aproximadamente 30 ton/ha/año de materia seca) introduciendo en el itinerario técnico actividades como riegos oportunos, plan de fertilización más eficiente, manejo de arvenses, mecanización del cultivo, etc.
- La disponibilidad de agua fue un factor determinante en el rendimiento de forraje de yuca.
- Las mejores variedades en cuanto a cantidad de forraje no siempre son las mejores en su contenido químico.
- La densidad de siembra afecta la cantidad de biomasa aérea producida, y (0.30.3 m) 112.000 plantas/ha fue la de mejor respuesta.
- El análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional de forraje está direc-

tamente determinada por la variedad y época de corte.

- Mayores densidades de siembra pueden permitir mayor competencia entre plantas del cultivo, evitando la proliferación de arvenses, estimuladas por la presencia de humedad en el suelo y la recepción directa de luz solar.

BIBLIOGRAFÍA

- Buitrago, J.A. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. FENAVI, FONAV. Bogotá: 2001. 47 p.
- Cock, J.H. La yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional. Cali: CIAT, 1989. 240 p.
- Frederick, N. *Manihot esculenta* (Cassava): Cianogénesis. Ultraestructura y Germinación de semillas. Dinamarca, 1978. 260 p.
- Guzmán, N.L.; Pérez, R.A. Evaluación del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz en diferentes densidades de población en una zona del municipio de Puerto Libertador, Córdoba. Trabajo de grado. Montería: Universidad de Córdoba, 1992. 177p.
- Howeler, R.H. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales en algunos cultivos tropicales. Cali: CIAT, 1983. 28 p.
- Montaldo, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica: IICA, 1991. 407 p.
- Montaldo, A.; Montilla, J.I. Production of cassava foliage. *Tropical Root Crops Symposium*. Maracay: UCV, 1977. 142-143 p.
- Montilla, J.I. Valor actual y potencial de la raíz y el follaje de yuca en la alimentación animal. *Alcance*. No 31. Maracay: UCV, 1980. 759 p.
- Ventura, J.; Pulgar, R. Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre los componentes de la producción y follaje de yuca *Manihot esculenta* Crantz *Revista de Agronomía*: Vol. 7; 1990. 229-243.