

EVALUACION, PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE YUCA
***Manihot esculenta* Crantz CON CORTE PERIÓDICO MANUAL**

DIEGO FERNANDO ROSERO VALENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PALMIRA, VALLE DEL CAUCA
2002

EVALUACION, PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE YUCA
***Manihot esculenta* Crantz CON CORTE PERIÓDICO MANUAL.**

DIEGO FERNANDO ROSERO VALENCIA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Agrónomo**

Directores

**Luís Fernando Cadavid López I.A. M. Sc.
Heimar Quintero Vargas I.A.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PALMIRA, VALLE DEL CAUCA
2002**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

RESOLUCION No.019 DE 2002

(Mayo 10) (ACTA No.09)

"Por la cual se concede MENCIÓN de MERITORIA a un Trabajo de Grado"

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, SEDE PALMIRA,
en uso de sus atribuciones legales, y

CONSIDERANDO:

Que mediante el artículo 57 del Acuerdo 101 de 1977 de Consejo Superior Universitario, se estableció que los trabajos aprobados podrían recibir **Mención Meritoria**, la cual será otorgada por el Consejo de la Facultad a solicitud motivada y unánime del jurado calificador.

Que los jurados doctores ENRIQUE ARARAT y MANUEL SANCHEZ sustentaron la solicitud de Mención Meritoria ante el Consejo de Facultad, del Trabajo de Grado titulado: **"EVALUACION, PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE YUCA Manihot esculenta Crantz CON CORTE PERIÓDICO MANUAL"** realizado por el estudiante de la carrera de Agronomía, **DIEGO FERNANDO ROSERO VALENCIA**, bajo la dirección de los Drs. **LUIS FERNANDO CADAVID** y **HEIMAR QUINTERO**.

RESUELVE:

ARTICULO 1°:

Conceder **Mención Meritoria** al Trabajo de Grado, titulado: **"EVALUACION, PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE YUCA Manihot esculenta Crantz CON CORTE PERIÓDICO MANUAL"** realizado por el estudiante de la carrera de Agronomía, **DIEGO FERNANDO ROSERO VALENCIA**, bajo la dirección de los Drs. **LUIS FERNANDO CADAVID** y **HEIMAR QUINTERO**.

ARTICULO 2°:

Entregar la presente resolución en Nota de Estilo, al estudiante de la carrera de Agronomía, **DIEGO FERNANDO ROSERO VALENCIA**, en el acto de ceremonia de grado, que se llevará a cabo el día 7 de Junio de los corrientes en el Auditorio "Hernando Patiño Cruz".

COMUNIQUESE Y CUMPLASE

Dada en Palmira a los diez (10) días del mes de Junio de 2002.

GUSTAVO ADOLFO REYES, R.
Decano

BSA



LUIS ALEJANDRO VIDAL C.
Secretario Académico



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA
FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
SECRETARIA ACADEMICA

CONTENIDO

	Pág.
SUMMARY	
1. INTRODUCCION	1
1.1 EVALUACION, PRODUCCION Y CALIDAD DEL FORRAJE DE YUCA <i>Manihot esculenta</i> Crantz CON CORTE PERIODICO MANUAL	1
2. MARCO TEORICO	4
2.2. Fisiología del cultivo	5
2.3. Factores edafoclimáticos	6
2.4. Densidad de siembra	8
2.5. Frecuencia de corte	10
2.6. Composición nutricional en raíces y forraje de yuca	10
2.7. Contenido de HCN	13
2.8. Uso del forraje de yuca en alimentación animal	14
3. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Materiales	17
3.1.1. Localización del ensayo	17
3.1.2. Material de siembra	19
3.2. Metodología	19
3.3. Análisis de la información	21
3.4. Conducción del experimento.	21
3.4.1. Preparación de terreno	21
3.4.2. Tratamiento de la semilla	21
3.4.3. Siembra	21
3.4.4. Aplicación de herbicidas	22

3.4.5.	Fertilización	22
3.4.6.	Control de plagas y enfermedades	23
3.4.6.1.	Plagas	23
3.4.6.1.1.	Gusano cachón de la yuca	23
3.4.6.1.2.	Hormiga cortadora de hojas	23
3.4.6.2.	Enfermedades	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.	Ayapel, córdoba	25
4.1.1.	Rendimiento de forraje seco (t/ha)	25
4.1.2.	Materia seca (%)	25
4.1.3.	Rendimiento de forraje seco (t/ha)	25
4.1.4.	Contenido de proteína cruda (%)	26
4.1.5.	Contenido de ceniza (%)	29
4.2.	Buga, valle del cauca	30
4.2.1.	Rendimiento de forraje seco (t/ha)	30
4.2.2.	Materia seca (%)	30
4.2.3.	Rendimiento de forraje fresco (t/ha)	30
4.2.4.	Contenido de proteína cruda (%)	34
4.2.5.	Contenido de fibra cruda (%)	34
4.2.6.	Contenido de ceniza (%)	34
4.2.7.	Contenido de grasa (%)	37
4.2.8.	Contenido de ácido cianhídrico total (ppm)	37
4.3.	Caicedonia, valle del cauca	37
4.3.1.	Rendimiento de forraje seco (t/ha)	37
4.3.2.	Materia seca (%)	37
4.3.3.	Rendimiento de forraje fresco (t/ha)	38
4.3.4.	Contenido de proteína cruda (%)	38
4.3.5.	Contenido de fibra cruda (%)	38

4.3.6.	Contenido de ceniza (%)	38
4.3.7.	Contenido de grasa (%)	43
4.3.8.	Contenido de ácido cianhídrico total (ppm)	43
5.	CONCLUSIONES	44
6.	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos del cultivo.	7
Tabla 2. Análisis proximal de forraje y raíz de yuca.	12
Tabla 3. Composición nutricional (base seca) de algunos materiales forrajeros usados en alimentación animal.	13
Tabla 4. Calidad nutricional en la parte aérea de la planta de yuca.	15
Tabla 5. Características de los tres sitios usados en el ensayo.	17
Tabla 6. Análisis físico-químico de los suelos en los sitios donde se realizaron los ensayos. (Laboratorio de servicios analíticos de CIAT)	18
Tabla 7. Materiales usados en el ensayo.	19
Tabla 8. Distribución de fechas de corte en los tres sitios de ensayo	20
Tabla 9. Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Ayapel, Córdoba, Colombia.	28
Tabla 10. Contenido de proteína cruda y ceniza en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia.	29
Tabla 11. Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Buga, Valle del Cauca, Colombia.	32
Tabla 12. Composición química del forraje de yuca en tres variedades sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.	36

Tabla 13.	Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.	41
Tabla 14.	Composición química del forraje de yuca en tres variedades sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Suelos ácidos de la Costa norte de Colombia sembrados con yuca.	8
Figura 2. Ensayos de forraje realizados en Mondomo y Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.	9
Figura 3. Subproductos del cultivo de la yuca.	11
Figura 3A. Ensilaje de forraje.	11
Figura 3B. Alimento peletizado.	11
Figura 3C. Harina de raíces.	11
Figura 3D. Harina de forraje.	15
Figura 4. Contenido de proteína y fibra cruda (base seca) en algunos materiales usados en alimentación animal.	13
Figura 5. Preparación del silo y ensilaje de forraje.	15
Figura 6. Alimentación de rumiantes con forraje de yuca.	16
Figura 6A. Alimentación con ensilaje.	16
Figura 6B. Alimentación con forraje fresco.	16
Figura 7. Uso de harina de yuca (Forraje y raíces) en alimentación de aves como pigmentante de yema, piel y grasa subcutánea.	16
Figura 7A. Alimentación de ponedoras.	16
Figura 7B. Pigmentante natural.	16
Figura 8. Diseño de parcelas experimentales.	20
Figura 9. Preparación de terreno.	22
Figura 10. Siembra de semilla.	22
Figura 11. Gusano cachón.	24
Figura 12. Hormiga cortadora.	24

Figura 13.	Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia	27
Figura 14.	Rendimiento de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.	31
Figura 15.	Rendimiento acumulado en forraje fresco de yuca para tres variedades, sembrado a tres densidades en Buga Valle del Cauca, Colombia.	33
Figura 16.	Contenido de proteína cruda en tres variedades de yuca a lo largo del ciclo de cultivo en Buga, Valle del Cauca, Colombia.	35
Figura 17.	Rendimiento de forraje seco en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.	39
Figura 18.	Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de Yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.	40

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A.** Distribución de parcelas en lotes sembrados en Buga y Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.
- ANEXO B.** Distribución de parcelas en lote de ensayo sembrado en Ayapel, Córdoba, Colombia.
- ANEXO C.** Interacción precipitación Vs. Rendimiento de forraje fresco en Ayapel, Córdoba, Colombia. Var. CM 4843-1

AGRADECIMIENTOS

?? A CLAYUCA, en cabeza del Dr. Bernardo Ospina Patiño, por haber permitido llevar a feliz término el presente trabajo con todo su apoyo personal y logístico.

?? A CIAT, por haber hecho realidad un objetivo personal, hacer parte de tan prestigiosa institución investigativa a nivel mundial.

?? A los Ingenieros Luís Fernando Cadavid López y Heimar Quintero Vargas, por todos los aportes hechos a esta investigación y sus valiosas sugerencias a nivel profesional.

?? A mis amigos(as), aquellos que compartieron conmigo, una parte de sus vidas en esta enriquecedora experiencia.

?? A todo el equipo de trabajo del consorcio.

SUMMARY

SITES INFLUENCES, MATERIALS AND PLANTING DISTANCES IN PRODUCTION AND QUALITY OF THE CASSAVA FORAGE WITH PERIODIC CUTTING

This experiment was conducted in three regions of Colombia (Ayapel, Buga and Caicedonia) three varieties of cassava were evaluated using three different plantchip distances. Each experimental plot included seventy plants and the experimental area was 5 x 10 m. for each treatment. Every three months the plants were harvested and the material obtained was used for a bromatologic analysis. The experimental design used was completely randomized blocks in Buga and Caicedonia and divided parcels Ayapel. The data obtained was analyzed using the SAS program, estimating the Duncan level of significance of a 5%. In Ayapel, the variety CM 4843-1 produced almost 92 ton/ha/year of fresh forage. The production of biomass was determined by the disponibility of water during the growing cycle; the protein content, fiber, etc. not always, the variety that produced more biomass presented up better chemical composition. In Buga and Caicedonia, the best varieties were CM 2758 (57.48 ton/ha/year) and CM 2737 (56.62 ton/ha/year), respectively. The best planting distance was 0.3x0.3 m. and of lead a variety for each place is considered adequate for forage production; also, it is possible to obtain a good nutritional content harvesting every ninety days.

1. INTRODUCCION

1.1. Evaluación, Producción y Calidad del forraje de yuca *Manihot esculenta* Crantz con corte periódico manual.

La yuca *Manihot esculenta* Crantz es una planta perenne, perteneciente a la familia Euphorbiaceae, ideal para el uso agroindustrial debido a la producción de hidratos de carbono en las raíces tuberosas y de proteína en la parte aérea. Debido a esto, la yuca es una alternativa importante en la formulación de raciones alimenticias para animales.

La factibilidad de usar el forraje de yuca es alta, debido al contenido nutricional y a la adaptabilidad del cultivo en muchos suelos del país. Uno de los factores que afecta la capacidad de sostenimiento animal por unidad de área, es la baja calidad y cantidad de los pastizales en diferentes épocas del año, así, en verano, cuando son mayores las necesidades de materia fresca para alimentación de ganado, la yuca se convierte en una alternativa importante para tal propósito.

Uno de los productos potenciales de los sistemas de cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es la utilización del forraje como suplemento nutricional para la alimentación de monogástricos (aves y cerdos) y poligástricos (bovinos).

Las hojas de la yuca son ricas en proteínas, carotenos, vitaminas B1, B2, C y minerales; contienen además tres y media veces más grasas y el doble de fibra que las raíces tuberosas (Montaldo, 1985). 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 alfalfa y otras leguminosas. Dadas las cualidades de la planta de yuca y

el bajo nivel nutritivo de los pastos tropicales, se presenta una alternativa viable para la alimentación animal.

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 pecíolos) y tallos. A mayor edad fisiológica de la planta, se obtiene menor cantidad de proteínas y mayor contenido de fibra y materia seca. Estos productos determinan la calidad nutricional del follaje y su derivado final para la alimentación animal.

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)

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, 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 cual ha obligado sobre todo en nuestro país a importar grandes cantidades de materia prima (maíz, sorgo, soya, etc.) para la elaboración de concentrados, lo cual ha elevado los costos de mantenimiento pecuario. De ésta manera, se abre una oportunidad de emplear el forraje de yuca como suplemento proteico en las dietas de muchos animales.

Por estas razones, se decidió realizar la presente investigación encaminada a cumplir con los siguientes objetivos:

- ?? Determinar, en diferentes épocas de corte y sitios de siembra, el valor nutricional, la composición química y cantidad de biomasa aérea producida por ecotipos o materiales promisorios de yuca.

- ?? Evaluar el efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento del sistema de cultivo de yuca forrajera.

2. MARCO TEORICO

La composición química de los subproductos de la yuca (raíz y forraje) se considera de signo opuesto, mientras que las raíces son ricas fundamentalmente en carbohidratos, las hojas son uno de los materiales verdes con mayor contenido proteínico, conteniendo además ocho y media veces más grasa y el triple de fibra que las raíces tuberosas. Además, el forraje posee un contenido de humedad mucho más alto; por esto, es posible obtener ambos subproductos al mismo tiempo para ser utilizado en balance de dietas para consumo animal. Sin embargo, es recomendable destinar los cultivos para un sólo propósito con el fin de obtener el máximo rendimiento.

Al momento de comparar los contenidos de proteína y fibra cruda entre el forraje de yuca y el de otras especies forrajeras, la yuca se destaca favorablemente. Además, es importante resaltar la presencia de pigmentos carotenoides que son relevantes en la nutrición de aves para la coloración de la yema del huevo y la grasa subcutánea en la piel (Montilla, 1973).

La yuca se clasifica en variedades dulces y amargas, según el contenido de HCN, aunque se consideran algunos materiales como intermedias. El ácido cianhídrico libre no se encuentra presente en la planta, éste se forma cuando se exponen los glucósidos (linamarina y/o lotaustralina) y la enzima respectiva propios de la planta. La presencia de glucósidos cianogénicos dentro de la planta es variable, sin embargo, las concentraciones son menores en hojas que han completado el crecimiento y mayores en pecíolos jóvenes (Frederick, 1978).

2.2. FISILOGIA DEL CULTIVO

La planta de yuca presenta cuatro fases principales: Brotación de las estacas, Formación del sistema radicular, Desarrollo de tallos y hojas y engrosamiento de raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos (Montaldo, 1991). En los primeros tres meses de desarrollo, la planta ya está formada, las hojas tardan aproximadamente 11 días en adquirir su tamaño normal y permanecen en la planta de 60 a 70 días en variedades precoces y 85 a 95 días en las tardías (Montaldo, 1985)

Cuando el cultivo se somete a estrés hídrico, se afecta la producción de biomasa y aumenta la cantidad de proteína extraída del forraje, cuando la planta crece rápido debido a condiciones ambientales favorables, disminuyen los contenidos nutricionales por el “efecto de dilución”, es decir que los nutrimentos absorbidos se distribuyen en mayor cantidad de materia seca. Las variedades adaptadas en regiones templadas con buenos rendimientos que se llevan a condiciones casi a nivel del mar, son más eficientes en la producción de biomasa aérea (Howeler).¹

Después de 3 ó 4 meses, la planta comienza a engrosar las raíces, y a traslocar mayor cantidad de nutrientes a éstos órganos, retardándose el crecimiento aéreo tanto en tamaño como en la tasa de formación de hojas por ápice (Guzmán y Pérez, 1992)

La cosecha no es conveniente a finales de la época seca, debido a que la planta deberá gastar más energía en su recuperación (Ventura y Pulgar, 1990).

La planta de yuca tiene gran capacidad de recuperarse después de cada corte y puede durar 2 años y dos meses, período durante el cual es posible obtener 8 cortes trimestrales de forraje (Ruiz, 1987).

2.3. FACTORES EDAFOCLIMATICOS

La yuca es un cultivo que presenta amplia adaptabilidad a diferentes condiciones de suelos y climas de las regiones tropicales; sin embargo, para obtener óptimos rendimientos, requiere ciertas condiciones externas como pH del suelo, humedad relativa, precipitación, nutrimentos, etc.

El cultivo se establece sobre suelos de baja a alta fertilidad, con texturas arenosas, hasta arcillosos, pasando por los francos libres de inundaciones, pues este es un factor limitante en la producción de raíces tuberosas y favorece la presencia de enfermedades fungosas. Se comporta mejor en suelos francos, en altitudes sobre el nivel del mar hasta los 1800 m., temperaturas que promedian los 24°C y humedad relativa cercana al 72%. La yuca tolera condiciones de reacción del suelo desde muy ácido hasta neutro, con un óptimo de 6.5. Sin embargo, la ventaja comparativa de la yuca frente a otros cultivos más rentables es la adaptabilidad a suelos ácidos con baja fertilidad (Figura 1), en los cuales es superior el potencial de rendimiento (Sánchez, 1999).

Requiere de 500 a 2000 mm anuales, con un promedio óptimo de 1100 a 1500 mm. Este es un cultivo con gran capacidad de almacenamiento y aprovechamiento del recurso hídrico, además es bastante tolerante a las épocas prolongadas de sequía (Cadavid, 2001) (Tabla 1).

¹ Comunicación personal. r.howeler@cgiar.org. CIAT, Thailandia

Tabla 1. Requerimientos del cultivo

FACTORES AMBIENTALES		REQUERIMIENTOS
Periodo de crecimiento (días)		230-260
Altitud (msnm)		0-1800
Temperatura (T°)		25-32
Precipitación (mm)		500-2000
Humedad relativa (%)		70-80
Profundidad del suelo		1 m
Suelos	Ultisoles, Vertisoles, Oxisoles, Entisoles, etc	
pH		4.0 – 7.0
Pendiente		Planas a 15 %

(Fuente: Domínguez, 1982. Adaptado por Cadavid, 2002)

Uno de los factores más importantes en la producción de forraje es la composición nutricional del suelo. Por esto, se considera que los suelos con texturas medias, como por ejemplo, suelos francos, franco arenosos o migajón-arenoso, son óptimos por permitir al sistema radicular penetrar sin mayor problema, lo cual repercute en mayor vigor de la parte aérea de la planta (Cadavid, 2002).



Figura 1. Suelos ácidos de la costa norte de Colombia sembrados con yuca (Fuente: CLAYUCA, 2001)

En Colombia la yuca se cultiva en diversas regiones con condiciones ecológicas diferentes, desde las regiones altas lluviosas de los andes a 2000 msnm, las zonas semidesérticas de la Guajira, en suelos fértiles del Valle del Cauca y Tolima y en condiciones de casi esterilidad y acidez de los llanos orientales, hasta en la selva lluviosa del Putumayo (Cock, 1989).

2.4. DENSIDADES DE SIEMBRA

Es posible obtener más de 30 t/ha/año de materia seca, cuando se utilizan materiales con buen potencial forrajero, sembrados a distancias de 30x30cm (111.000 plantas/ha) haciendo cortes trimestrales.

La densidad de siembra afecta negativamente el peso fresco individual de cada planta y positivamente la producción de forraje total por unidad de área. Al ampliar el tiempo de corte de 3 a 5 meses, aumentó la cantidad de forraje de 20 a 23% y disminuyó el contenido de proteína cruda de 18 a 13% (Ventura y Pulgar, 1990).

La densidad de siembra no tiene efecto directo en el contenido nutricional del forraje producido, más bien está determinado por la frecuencia de corte y por la fertilización del cultivo (Ventura y Pulgar, 1990).

En ensayos con densidades de siembra en yuca para forraje, se obtuvieron los mejores resultados en material fresco (37 t/ha) en 8 cortes durante 2 años cuando se sembró a 0.60 m entre camellones y 0.15 m entre plantas (111.000 plantas/ha) (Ruiz, 1987).

Howeler y Cadavid (1985) realizaron ensayos con variedades de yuca en suelos ácidos de Mondomo y Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca, Colombia. Evaluaron densidades de siembra de 62.500, 40.000, 28.000 y 20.000 plantas/ha, correspondientes a las distancias de 40x40, 50x50, 60x60 y 70x70 cm respectivamente. Durante 2 años y con cortes periódicos cada tres meses, encontraron que la producción de forraje varió dependiendo de la variedad, registrándose efectos significativos con la distancia de siembra de 70x70 cm (Figura 2)

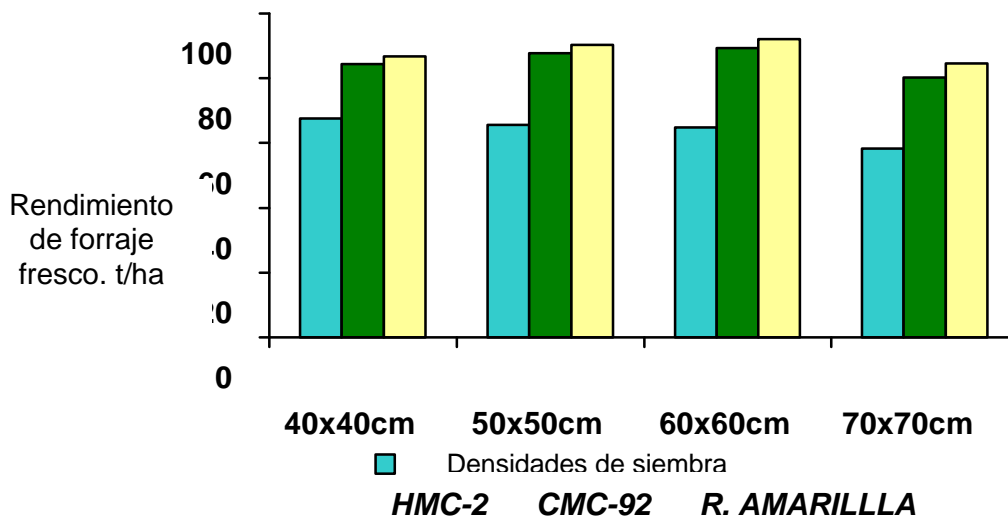


Figura 2. Ensayos de forraje realizados en Mondomo y Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. (Fuente. Howeler y Cadavid, 1985)

A medida que se han hecho ensayos tendientes a determinar la frecuencia de corte más adecuada para obtener el máximo rendimiento de forraje sin afectar

significativamente el contenido de proteína natural, se ha llegado a considerar la densidad de 112.000 plantas/ha como la más apropiada.

2.5. FRECUENCIA DE CORTE

El intervalo entre cortes no está muy unificado entre los autores. León y Tineo (1974), citados por Ventura y Pulgar (1990) determinaron que el contenido de proteína cruda en el forraje fue mayor cuando los cortes se hicieron más a menudo (23.3% en materiales cosechados a los 90 días y 17.07% en aquellos con intervalos de cosecha mayores de 90 días).

Según Buitrago (2001), cuando el cultivo se destina a la producción de forraje, es conveniente cosechar cada 2-3 meses y mantener el cultivo durante 1-2 años, ya que en estas condiciones es posible obtener un producto de mejor calidad y máximo rendimiento.

2.6. COMPOSICION NUTRICIONAL EN RAICES Y FORRAJE DE YUCA

El potencial nutritivo del cultivo de yuca, está fundamentado en proveer al animal la energía y proteína necesaria; sin embargo, el valor nutritivo del forraje depende de la cantidad de nutrientes, la eficiencia del proceso digestivo del forraje y la utilización de los productos finales, así como del consumo. El valor nutritivo de éste es variable, dependiendo de las prácticas de manejo agronómico y zootécnico.

La calidad nutricional en la parte aérea de la yuca varía dependiendo de su composición, es decir, cuando los tallos son incluidos en las mezclas, los niveles de fibra aumentan y la proteína y cenizas disminuyen, además, influye la edad de la planta al momento del corte, variedad, fertilidad de suelos, disponibilidad de agua, etc (Montaldo, 1991).

Cuando el cultivo se destina exclusivamente a la producción de follaje, es posible obtener hasta 150 t/ha/año, con 20% de proteína, obteniendo 35 t de harina de forraje con 12 % de humedad (Ventura y Pulgar, 1990)

Es posible obtener dietas balanceadas aprovechando los diferentes subproductos de la yuca, teniendo como base los altos contenidos de proteína y almidones que proporcionan el forraje y las raíces tuberosas respectivamente (Figura 3), proporcionando a las raciones energía y proteína óptimas.



Figura 3A. Ensilaje de forraje.



Figura 3B. Alimento peletizado



Figura 3C. Harina de raíces.



Figura 3D. Harina de forraje.

Figura 3. Subproductos del cultivo de la yuca
(Fuente: CLAYUCA, 2001)

Mientras que en la raíz se encuentran contenidos de proteína no mayores del 4%, en la parte aérea y particularmente en la lámina foliar, los valores pueden alcanzar hasta 30% (Montaldo,1991)

Buitrago (1990), considera la proteína, fibra, cenizas y extracto etéreo, como los elementos principales en la composición de la harina de forraje de yuca para la preparación de dietas balanceadas para animales

El contenido en nutrimentos mayores del forraje de yuca (Tabla 2) es comparable con el de algunas leguminosas como la alfalfa

Tabla 2. Análisis proximal de forraje y raíz de yuca

Nutrimentos mayores	CONTENIDOS (%)			
	En las raíces		En el forraje	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Materia seca	35.00	100.00	28.00	100.00
Proteína cruda	1.10	3.10	6.80	24.00
Fibra cruda	1.10	3.10	5.80	20.60
Cenizas	0.70	1.90	1.70	6.20
Extracto etéreo	0.47	1.3	1.80	6.50

(Fuente: Montaldo, 1990)

Aproximadamente el 75 % de la proteína cruda de las hojas de yuca se considera como verdadera (Montilla, 1980). En la tabla 3, se puede apreciar, comparativamente, que la composición nutricional del forraje de yuca es similar y en ciertos casos superior a la de algunas especies forrajeras usadas comúnmente en Colombia (Figura 4)

Tabla 3. Composición nutricional (base seca) de algunos materiales forrajeros usados en alimentación animal.

<i>Análisis proximal</i>	<i>Manihot esculenta</i> *	<i>Zea mayz</i> *	<i>Medicago sativa</i> *	<i>Cynodon plectostachyum</i> *	<i>Pueraria phaseoloides</i> *
Proteína Cruda (%)	18.1	7.3	20.2	10.9	16.3
Extracto Etéreo (%)	3.7	2.2	3.0	1.8	3.9
Cenizas (%)	11.2	6.7	11.7	10.1	8.0
Fibra Cruda (%)	21.0	33.9	25.9	34.7	37.1

(Fuente: McDowell et al, 1974)

*Parte aérea deshidratada.

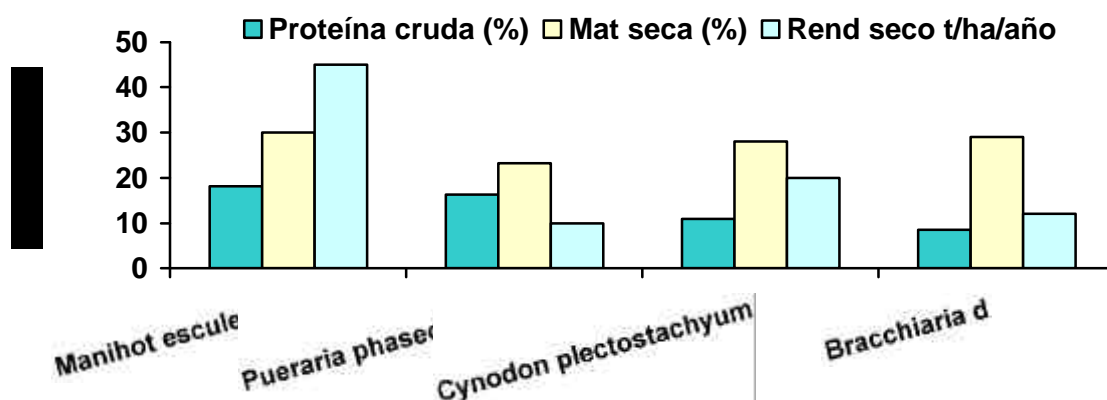


Figura 4. contenido de proteína y fibra cruda (base seca) en algunos materiales usados en alimentación animal. (Fuente McDowell et al, 1974)

2.7. CONTENIDO DE HCN

Los tejidos de la planta de yuca contienen diferentes concentraciones de glucósidos cianogénicos (linamarina y lotaustralina) que al hidrolizarse mediante la acción de la enzima linamarasa (Glicosidasa), dan origen al ácido cianhídrico libre que, en últimas es el causante de los efectos tóxicos sobre el organismo humano o animal (Buitrago, 1990)

La linamarina y la lotaustralina presentes en muchas plantas, se han considerado como precursores de la síntesis de proteínas, excretos inertes de productos en el metabolismo del nitrógeno. También se consideran estos compuestos como responsables de la repelencia que las plantas ejercen sobre algunos insectos fitófagos o herbívoros en general, lo mismo sucede en variedades consideradas como “amargas”, cuyo contenido de HCN es mayor de 100 ppm, en lo que respecta a la tolerancia a ciertas enfermedades (Frederick, 1978)

Durante el ciclo de desarrollo de la planta, las concentraciones de HCN en los diferentes tejidos fluctúa y esto depende en gran medida de factores externos como la temperatura, condiciones edáficas, variedad, edad de la planta, manejo del cultivo, altitud, deficiencia de potasio, disponibilidad de agua, etc (Barbosa, 1972) (Cadavid, 2001)

2.7. USO DEL FORRAJE DE YUCA EN ALIMENTACION ANIMAL

El uso integral de la planta de yuca, permite aprovechar hojas, tallos y raíces, bien sea en la alimentación humana, animal o en la agroindustria en extracción de alcoholes, pegantes, etc.

Las mayores reservas de proteína natural se encuentran en la yuca, las cuales son usadas en fresco para el suministro directo a los animales o secas y molidas para la formulación de dietas balanceadas en forma de harinas. Cuando los tallos se mezclan con lámina foliar y pecíolos se constituye el forraje, el cual varía en su contenido nutricional con relación al follaje (Tabla 4)

El material de cosecha se puede almacenar solo o acompañado de otros ingredientes, como los suplementos carbohidratados, para facilitar el proceso de fermentación en condiciones especiales de almacenamiento (Buitrago, 1990) (Figura 5). El forraje también puede suministrarse ensilado sobre todo para la alimentación de rumiantes y/o equinos (Figura 6).

Tabla 4. Calidad nutricional en la parte aérea de la planta de yuca.

<i>Nutriente %</i>	<i>Hojas</i>	<i>Hojas y pecíolos</i>	<i>Hojas, pecíolos y tallos tiernos</i>
Proteína	22.7	21.6	20.2
Cenizas	10.9	9.8	8.5
Grasa	6.3	6.3	5.3
Fibra	11	11.6	15.2
Calcio	1.68	1.7	1.68
Fósforo	0.29	0.24	0.28
Potasio	0.69	0.6	1.09

(Fuente, Van Poppel, 2001; Reportado por Buitrago, 2001)



Figura 5. Preparación del silo y ensilaje de forraje
(Fuente: CLAYUCA, 2001)



Figura 6A. Alimentación con ensilaje.

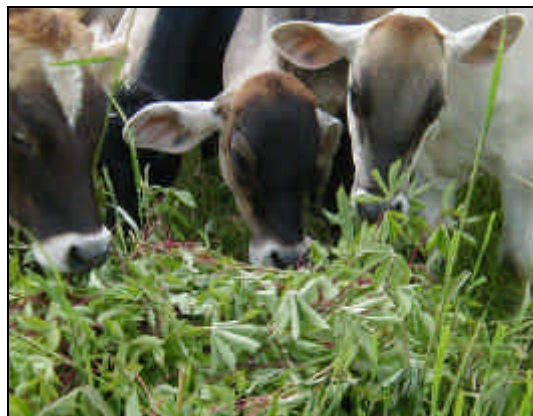


Figura 6B. Alimentación con forraje fresco.

Figura 6. Alimentación de rumiantes con forraje de yuca.
(Fuente: CLAYUCA, 2001)

El forraje de yuca puede proveer de un excelente pigmentante natural para la yema de los huevos en dietas para ponedoras (Figura 7). Además, puede sustituir totalmente la harina de alfalfa en las mismas dietas. Montaldo, (1991)



Figura 7A. Alimentación de ponedoras.



Figura 7B. Pigmentante natural.

Figura 7. Uso de harina de yuca (Forraje y raíces) en alimentación de aves como pigmentante de yema, piel y grasa subcutánea (Fuente: CLAYUCA, 2001)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del ensayo

El ensayo se sembró en 3 sitios; bajo condiciones climáticas especiales (Tabla 5), diferentes características físicas y químicas de los suelos (tabla 6) e inclusive topografías características. En Ayapel, la mayoría del relieve es plano y cenagoso, sobresalen el valle del río San Jorge y la ciénaga de Ayapel.

En Buga, su territorio pertenece al valle del río Cauca, caracterizado por poseer suelos de origen aluvial; Caicedonia, municipio situado en el norte del departamento, la mayor parte del territorio es montañoso; se califica como bosque húmedo premontano, correspondiente al flanco occidental de la cordillera central, suelos regados por los ríos Barragán, la Vieja y Pijao.

Tabla 5. Características de los 3 sitios usados en el ensayo.

Característica	Ayapel	Buga	Caicedonia
Coordenadas geográficas	8° 18' lat norte	3° 54' lat norte	4° 20' lat norte
	75° 08' lon oeste	76° 18' lon oeste	75° 49' lon oeste
Vereda	Escobilla	-	-
Finca	Santiago de Compostela	SENA	El Carare
Altura (msnm)	22	967	1050-2300
Temperatura (°C)	27.5	24	21
Precipitación media anual (mm)	2600	1200	2068

Tabla 6. Análisis físico-químico de suelos en los sitios donde se realizaron los ensayos. (Laboratorio de servicios analíticos de CIAT)

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	SD	0.21
Na (meq/100g)	SD	0.2	0.03
S (ppm)	SD	42.9	46.20
B (ppm)	0.2	0.4	0.39
Zn (ppm)	1	4.1	9.48
Arena (%)	SD	33.9	55.05
Limo (%)	SD	27.4	20.92
Arcilla (%)	SD	38.85	24.04
Textura	Arcilloso Arenoso	Franco Arcilloso	Franco Arcillo Arenoso

SD: Sin dato

3.1.2. Material de siembra

En cada sitio se evaluaron tres variedades de yuca, adaptadas en cada región y disponibles para ser usadas en el ensayo, seleccionados por sus características fenotípicas (porte de la planta, buen productor de follaje, etc.) para asegurar buen rendimiento al momento de las cosechas (Tabla 7), los factores bióticos y abióticos permitirán evaluar los cultivares de yuca que presenten buen potencial forrajero para la alimentación animal

Tabla 7. Materiales usados en el ensayo.

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

3.2. Metodología

Cada material se sembró en 3 densidades: 112.000 (0.30 x 0.30 m), 62.500 (0.40 x 0.40 m) y 40.000 plantas / ha (0.50 x 0.50 m). El diseño experimental utilizado en el ensayo fue bloques completos al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones (Anexo A); en Ayapel, se usaron parcelas divididas (Anexo B) cada bloque contenía 9 parcelas con 3 variedades y 3 densidades.

Las cosechas de forraje se hicieron con intervalos de tres meses desde el momento de la siembra y se evaluaron los 4 primeros cortes correspondientes a 1 año de edad del cultivo. (Tabla 8)

Tabla 8. Distribución de fechas de corte en los tres sitios de ensayo.

Sitio de ensayo	Fecha de siembra	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cuarto corte
AYAPEL	16/07/00	21/10/00	24/01/01	15/05/01	23/08/01
BUGA	14/10/00	16/01/01	17/04/01	09/07/01	17/10/01
CAICEDONIA	27/10/00	29/01/01	03/04/01	30/07/01	30/10/01

Se llevaron a cabo 4 cosechas de forraje de yuca en cada uno de los sitios de ensayo. Se tomaron parcelas experimentales de 70 plantas para la evaluación de los materiales de siembra (Figura 8), procurando que las plantas cosechadas coincidieran en cada corte. Se usa la parcela experimental para determinar la materia fresca y se hace la conversión a t/ha, de aquí se tomó la muestra para el laboratorio de servicios analíticos de CIAT para el correspondiente análisis proximal.

Las plantas se cortaron manualmente a 40 cm sobre el nivel del suelo, el forraje producido se destinó a la alimentación de rumiantes, bien sea de forma directa o ensilado.

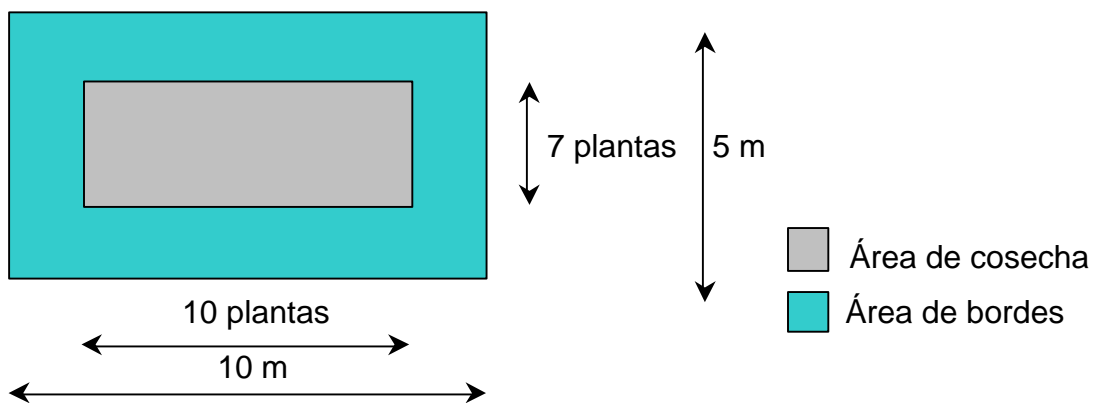


Figura 8. Diseño de parcelas experimentales

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

* **Método de Weende** + **Método de Essers**

3.3. Análisis de la información

Para el análisis de la información obtenida en el ensayo, se usó la prueba de Duncan al 5 % de significancia a demás del análisis de SAS.

3.4. Conducción del experimento

3.4.1. Preparación de terreno

No hubo necesidad de construir caballones debido a que en ninguno de los sitios hay problemas de alta humedad en el suelo, bastante limitante en la producción de yuca. Se incorporaron algunas malezas al paso del arado de rastra y se dejó el suelo en condiciones de sembrar las estacas (semilla vegetativa) (Figura 9)

3.4.2. Tratamiento de la semilla

Se protegió la semilla con insecticidas y fungicidas como el Sistemín (300 g), Benlate (300 g), Orthocide (300 cm³), Sulfato de cinc (3 kg) disueltos en 150 litros de agua. Las estacas empacadas en sacos de fique se sumergieron en la solución durante 7 minutos, se dejaron secar al sol y se sembraron.

3.4.3. Siembra

Para identificar las plantas pertenecientes a la parcela experimental, se sembraron las estacas de manera vertical (Figura 10)

3.4.4. Aplicación de herbicidas

Se aplicaron como herbicidas preemergentes Karmex (Diurón) para malezas de hoja ancha y Lazo (Alaclor) activo en gramíneas, en dosis de 1.5 kg/ha y 2.5 l/ha respectivamente.

Debido a la dificultad de controlar las malezas en las densidades de siembra del ensayo, a la imposibilidad de aplicar herbicidas sistémicos como el Round Up (Glifosato), se hizo control manual de malezas.



Figura 9. Preparación del terreno

Figura 10. Siembra de semilla

(Fuente: CLAYUCA, 2001)

3.4.5. Fertilización

Previo análisis físico y químico de suelos, se hizo una recomendación de fertilización para cada uno de los sitios del ensayo, teniendo en cuenta las reservas existentes en el suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, se efectuó un mes después de siembra de manera localizada a cada planta. Cabe destacar que se adoptó un plan de fertilización para la producción de raíces tuberosas debido a que no hay un estándar de fertilización para la yuca forrajera, se determinó estimular la producción de biomasa aérea aplicando un refuerzo de nitrógeno.

3.4.6. Control de plagas y enfermedades

3.4.6.1. Plagas

3.4.6.1.1. Gusano cachón de la yuca

La principal plaga del cultivo de yuca es el gusano cachón (*Erinnyis ello*) capaz de consumir grandes cantidades de hojas a lo largo de su ciclo de vida. Las altas poblaciones de este insecto, son perjudiciales para el mantenimiento y rendimiento de la yuca forrajera (Figura 11). Es posible mantener las poblaciones a niveles bajos mediante la implementación del control biológico con algunos himenópteros predadores como la *Polistes sp*, parasitoides de huevos como *Trichogramma spp*, *Telenomus sphingis*, *T. Dilophonotae* y *O. submetallicus*; otra opción de control es el uso de entomopatógenos como el *Baculovirus* o también el *Bacillus thuringiensis* (Bellotti, 2002)

Una de las grandes ventajas que ofrece el hecho de realizar los cortes del forraje periódicamente es, que los ciclos de reproducción de los insectos en muchos casos son interrumpidos por el daño mecánico de las posturas o por la misma eliminación de los individuos.

3.4.6.1.2. Hormiga cortadora de hojas

Cuando algunas hormigas como *Atta sp* y *Acromirmex sp* atacan el cultivo, son capaces de causar grandes pérdidas de follaje (Figura 12). Una forma de controlar este insecto es manteniendo las bocas de los nidos cubiertas con cal agrícola, aplicando insecticidas por medio de insufladoras o se pueden poner algunas hileras o barreras trampa del mismo cultivo para que el insecto sea atraído hacia ellas y no se concentre sobre el cultivo. En el desarrollo del ensayo se observó la preferencia de las hormigas por aquellas plantas con mayor porte y vigor (barreras trampa que no son cortadas periódicamente) (Bellotti, 2002)



Figura 11. Gusano cachón



Figura 12. Hormiga cortadora (Fuente:

CLAYUCA, 2001)

3.4.6.2. Enfermedades

El único caso de enfermedades que se observó fue en el ensayo de Ayapel, Córdoba donde el cultivar MTAI-8, después de la tercer cosecha presentó superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ayapel, Córdoba

4.1.1. Rendimiento de forraje seco (t/ha)

Los mejores rendimientos se obtuvieron en la densidad de 30x30 cm con la variedad CM 4843-1, seguida por la MTAI-8. Según el análisis de varianza, las diferencias entre variedades fueron significativas. (Tabla 9) Con las otras densidades, la tendencia fue similar.

4.1.2. Materia seca (%)

El análisis de varianza no permitió determinar una tendencia.

4.1.3. Rendimiento de forraje fresco (t/ha)

En la producción de forraje fresco se destacó la variedad CM 4843-1 (Negrita) como un material que produce cerca de 92 t/ha/año, comparado con la variedad CM 4919-1 (Roja) descartada por bajo rendimiento (casi 36 t/ha/año), en la densidad de 30x30 cm (Figura 13). En cuanto a la MTAI-8, se puede considerar como material potencialmente utilizable como forrajero. Pensando en un manejo óptimo del cultivo (riego oportuno, adecuada fertilización, manejo de arvenses, etc), se pueden esperar producciones superiores a 150 t/ha/año.

Como la producción de forraje fresco está estrechamente determinada por la precipitación (Anexo C), el régimen bimodal de distribución de lluvias afectó directamente la producción de biomasa aérea. 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 30x30 cm (112.000 plantas/ha)

El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias altamente significativas entre las variedades CM 4843-1 y CM 4919-1 (significancia del 5 %)

Con la densidad de siembra de 30x30 y el cultivar CM 4843-1, se obtuvo 91.41 t/ha/año mientras que con 40x40 y 50x50cm los rendimientos decrecieron (49.68 y 27.12 t/ha/año respectivamente) (tabla 9)

4.1.4. Contenido de proteína cruda (%)

La respuesta en la producción de proteína está determinada por la variedad, época de cosecha, la disponibilidad de agua en el cultivo y el estrés hídrico que sufra en el ciclo del mismo; 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, en los cortes correspondientes a seis y 12 meses, no hubo diferencias significativas entre variedades, ni entre densidades; sólo se registró diferencia en el corte de 270 días después de siembra. El mejor contenido de proteína cruda se obtuvo en la variedad CM 4843-1. A los 360 días, disminuyó drásticamente el contenido de proteína, especialmente en CM 4843-1 (Tabla 10)

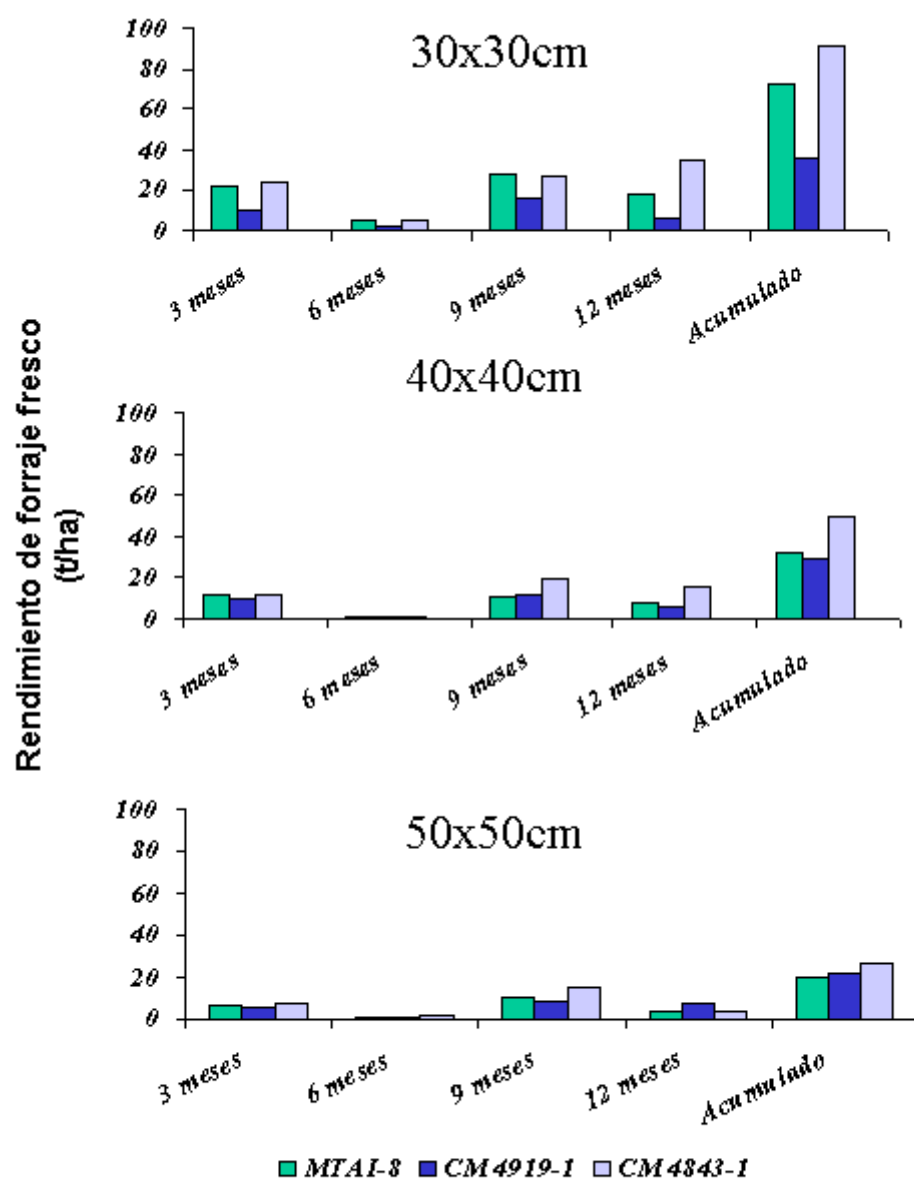


Figura 13. Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia.

Tabla 9. Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Ayapel, Córdoba, Colombia.

Cosecha (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)								
		112.000			62.500			40.000		
		M.Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha
90	MTAI-8	34.23 a	7.47 a	21.68 ab	32.51 a	3.73 abc	11.90 c	21.58 a	1.40 d	6.00 d
	CM4919-1	32.65 a	3.45 bc	10.55 c	27.29 ab	2.64 cd	9.40 cd	21.82 ab	1.20 e	5.60 d
	CM4843-1	28.43 ab	6.74 a	24.45 a	33.75 a	4.07 ab	12.2 bc	30.03 a	2.11 cd	7.2 cd
180	MTAI-8	27.06 a	1.45 a	5.25 a	27.01 a	0.34 d	1.24 c	20.58 a	0.12 e	0.59 d
	CM4919-1	27.09 a	0.74 bc	2.76 b	26.18 ab	0.48 cd	1.83 c	22.34 ab	0.09 e	0.43 d
	CM4843-1	24.57 abc	1.19 ab	4.80 a	27.85 a	0.52 cd	1.82 c	25.85 a	0.33 d	1.26 c
270	MTAI-8	19.88 b	5.65 ab	27.31 a	21.51 ab	2.49 de	11.63 cde	19.57 ab	1.97 e	10.16 de
	CM4919-1	21.52 ab	3.41 bcd	15.87 bc	25.07 a	2.99 cde	12.13 cde	22.87 a	1.95 e	8.60 e
	CM4843-1	20.75 b	5.66 a	27.20 a	21.94 ab	4.35 abc	19.81 ab	21.68 ab	3.27 cd	14.76 bcd
360	MTAI-8	30.07 a	5.43 b	18.09 b	36.62 a	2.68 c	7.76 c	33.53 a	1.03 d	3.18 e
	CM4919-1	33.95 a	2.20 c	6.44 cd	34.90 a	2.10 cd	5.94 cde	37.74 a	2.67 c	7.08 c
	CM4843-1	35.03 a	12.45 a	34.96 a	35.03 a	5.55 b	15.85 b	31.75 a	1.25 d	3.90 de
Promedio	MTAI-8	27.81	5.00	18.08	29.41	2.31	8.13	23.82	1.13	4.98
	CM4919-1	29.30	2.45	8.91	28.36	2.05	7.33	26.19	1.48	0.68
	CM4843-1	27.20	6.51	22.85	29.64	3.62	12.42	27.33	1.74	6.78
Total	MTAI-8		20.00	72.33		9.24	32.53		4.52	19.93
	CM4919-1		9.80	35.62		8.21	29.30		5.91	21.71
	CM4843-1		26.04	91.41		14.49	49.68		6.96	27.12

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

4.1.5. Contenido de ceniza (%)

Para el contenido de ceniza, hubo una leve interacción determinada por las densidades de siembra sobre las variedades. MTAI-8 fue la variedad de mejor respuesta, alcanzando valores de 6.6%, mientras que la más irregular a lo largo del ciclo de cultivo fue CM 4843-1 (Tabla 10)

El efecto principal parece estar determinado por la época de corte, siendo el tercer corte (270 dds) el más satisfactorio.

Tabla 10. Contenido de proteína cruda y ceniza en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Ayapel, Córdoba, Colombia.

Cosecha (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)					
		112.000		62.500		40.000	
		Proteína %	Ceniza %	Proteína %	Ceniza %	Proteína %	Ceniza %
90	MTAI-8 CM4919-1 CM4843-1						
180	MTAI-8	17.43 a	5.41 a	17.48 a	3.79 bc	16.95 a	5.50 a
	CM4919-1	17.63 a	4.2 abc	18.48 a	3.40 c	15.98 a	4.92 ab
	CM4843-1	18.55 a	3.09 c	18.70 a	4.23 abc	18.40 a	3.75 bc
270	MTAI-8	18.68 d	5.70 ab	20.93 bcd	6.22 ab	22.40 abc	6.64 a
	CM4919-1	20.38 bcd	5.89 ab	20.17 cd	5.61 ab	19.90 cd	5.65 ab
	CM4843-1	22.23 abc	5.13 b	23.00 ab	5.78ab	23.88 a	5.95 ab
360	MTAI-8	14.49 a	4.62 a	13.34 a	4.44 a	12.95 a	4.48 a
	CM4919-1	12.32 a	4.68 a	12.45 a	4.10 a	13.13 a	4.88 a
	CM4843-1	11.82a	3.13 b	11.59 a	3.30 b	13.60 a	4.32 a

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

4.2. Buga, Valle del Cauca

4.2.1. Rendimiento de forraje seco (t/ha)

El análisis de varianza mostró diferencias significativas en el rendimiento de forraje seco entre tratamientos, siendo la densidad de siembra de 112.000 plantas/ha la más favorable y en términos generales, sobresalió la variedad MCOL 2758. Entre las densidades de 40x40 y 50x50 cm no hubo diferencias significativas a medida que transcurrió el ciclo del cultivo. (tabla 11)

4.2.2. Materia seca (%)

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, tampoco entre variedades en las tres primeras cosechas. A los 360 dds, se pueden observar algunas diferencias entre tratamientos y variedades, siendo la más alta, la CM 523-7 sembrada a 50x50 cm (Tabla 11)

4.2.3. Rendimiento de forraje fresco (t/ha)

Al analizar el rendimiento de material fresco de las 4 cosechas, la densidad de siembra de 30x30 cm fue la mejor en todas las variedades, destacándose MCOL 2758 y CM 523-7 (Figura 14) (tabla 11). En las densidades de 40x40 y 50x50 cm, no hubo diferencias significativas. La producción de biomasa aérea en los sitios de ensayo se atribuyó principalmente a la disponibilidad de agua a lo largo del ciclo de cultivo y esta tendencia fue similar en todos los tratamientos. La variedad MCOL 2758 (Parrita) alcanzó producciones de 57.5 t/ha/año, seguido por la CM 523-7 (ICA Catumare) con 52.7 t/ha/año, la variedad MCOL 1505 (Verdecita) sólo alcanzó 42.8 t/ha/año, todas sembradas a 30x30 cm entre plantas (Figura 15)

En la cosecha realizada a los 180 dds, se presentó el mayor rendimiento (25.6 t/ha) en la variedad MCOL 2758, sembrado a 30x30 cm entre plantas.

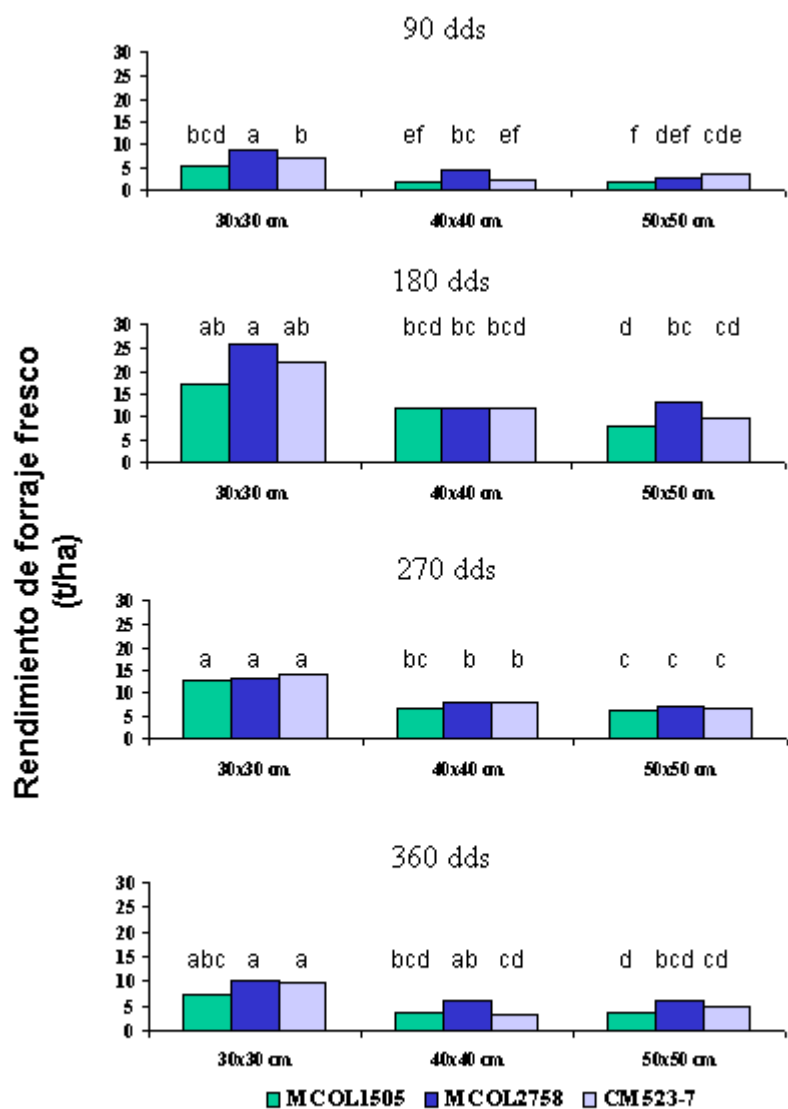


Figura 14. Rendimiento de forraje fresco en tres variedades de yuca sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Tabla 11. Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Cosecha (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)								
		112.000			62.500			40.000		
		M.Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha
90	MCOL1505	29.80 a	1.51 bc	5.13 bcd	31.12 a	0.63 d	2.02 ef	30.52 a	0.64 d	2.10 d
	MCOL2758	28.83 a	2.65 a	8.87 a	28.02 a	1.26 bc	4.93 bc	26.98 a	0.80 cd	2.97 def
	CM523-7	29.70 a	2.16 ab	7.31 b	29.08 a	0.68 d	2.31 ef	28.51 a	1.02 cd	3.51 cde
180	MCOL1505	27.92 a	4.78 ab	17.38 ab	25.60 a	2.96 c	11.72 bcd	26.87 a	2.19 d	8.00 d
	MCOL2758	24.61 a	6.18 a	25.60 a	27.10 a	3.28 bc	12.19 bc	26.07 a	3.44 bc	13.24 bc
	CM523-7	25.45 a	5.44 ab	21.88 ab	27.20 a	3.27 bc	12.02 bcd	26.06 a	2.56 cd	9.82 cd
270	MCOL1505	25.93 a	3.09 ab	12.79 a	39.38 a	2.60 b	6.70 bc	41.05 a	2.52 b	6.33 c
	MCOL2758	30.94 a	3.27 ab	12.99 a	22.61 a	1.82 b	8.13 b	40.66 a	2.85 b	7.13 c
	CM523-7	45.98 a	6.45 a	14.12 a	24.63 a	1.96 b	8.22 b	41.83 a	3.39 b	6.99 c
360	MCOL1505	38.33 ab	2.81 ab	7.50 abc	37.09 abc	1.24 bc	3.37 bcd	37.03 abc	1.26 c	3.38 d
	MCOL2758	33.63 c	3.47 a	10.02 a	35.95 abc	2.07 ab	5.68 ab	34.15 bc	1.96 bc	5.75 bcd
	CM523-7	35.07 bc	3.36 a	9.44 a	37.24 abc	1.08 c	2.93 cd	40.17 a	2.10 bc	4.97 cd
Promedio	MCOL1505	30.50	3.05	10.71	33.30	1.86	5.95	33.87	1.65	4.95
	MCOL2758	29.50	3.89	14.37	28.42	2.11	7.73	31.97	2.26	7.27
	CM523-7	34.05	4.35	13.19	29.54	1.75	6.37	34.14	2.27	6.32
Total	MCOL1505		12.19	42.8		7.43	23.81		6.61	19.81
	MCOL2758		15.57	57.48		8.43	30.93		9.05	29.09
	CM523-7		17.41	52.75		6.99	25.48		9.07	25.29

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

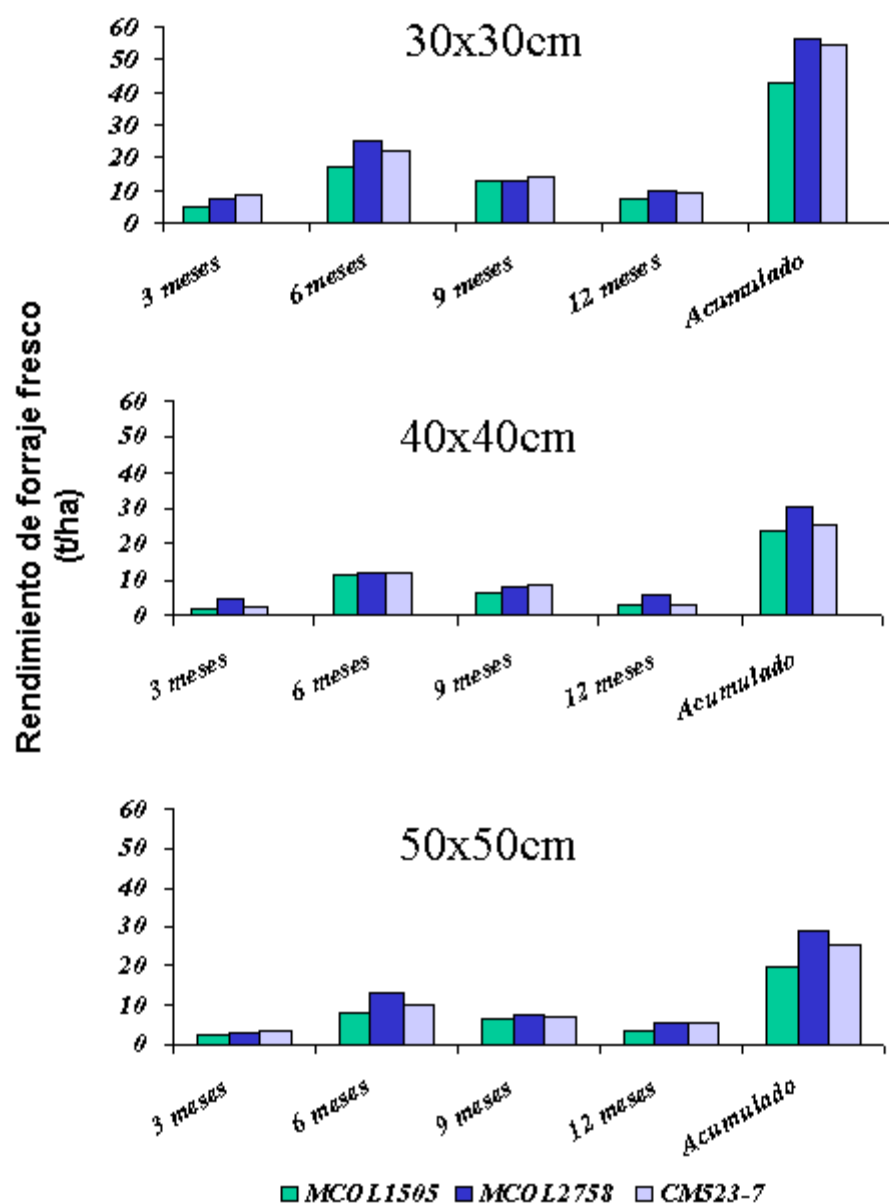


Figura 15. Rendimiento acumulado en forraje fresco de yuca para tres variedades sembrado a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

4.2.4. Contenido de proteína cruda (%)

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 19.33%, en el cuarto corte sólo 11.37% (Figura 16) 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.

No hubo diferencias significativas entre variedades, ni entre tratamientos en los 2 primeros cortes (Tabla 12)

4.2.5. Contenido de fibra cruda (%)

La mejor respuesta en cuanto al contenido de fibra se obtuvo con la variedad MCOL 2758 (Parrita) sembrada a 50x50 cm; sin embargo, no fue constante en los 4 cortes; mientras que en el segundo y tercer corte no hubo diferencias significativas a un nivel del 5%, en la cuarta cosecha la mejor variedad fue la CM 523-7 sembrada a 30x30 cm.

Independiente de la densidad, en todos los cultivares hubo incremento de la fibra hasta los 270 días; CM 523-7, presentó los valores más altos (Tabla 12)

4.2.6. Contenido de ceniza (%)

En las dos primeras cosechas, no hubo diferencias significativas entre variedades ni entre tratamientos (tabla 12)

El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre variedades, tercer y cuarto corte destacándose MCOL 1505 con valores promedios de 10 y 13% en 3ª y 4ª cosecha respectivamente.

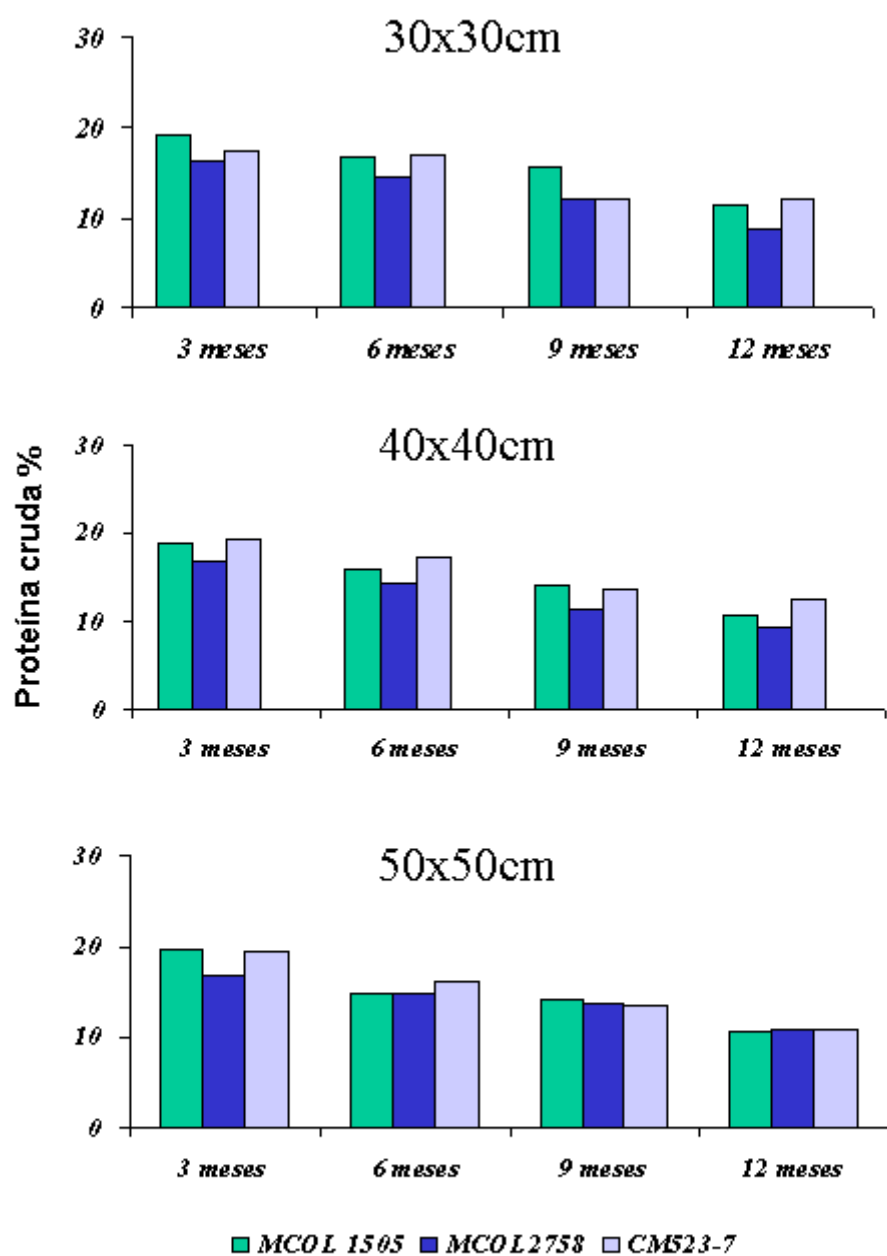


Figura 16. Contenido de proteína cruda en tres variedades de yuca a lo largo del ciclo de cultivo en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Tabla 12. Composición química del forraje de yuca en tres variedades sembradas a tres densidades en Buga, Valle del Cauca, Colombia.

SD. Sin dato

Cosecha (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)											
		112.000				62.500				40.000			
		Proteína %	Fibra %	Ceniza %	HCNT ppm	Proteína %	Fibra %	Ceniza %	HCNT ppm	Proteína %	Fibra %	Ceniza %	HCNT ppm
90	MCOL1505	19.33 a	20.83 b	8.41 a	640.33 a	18.90 a	20.80 b	9.69 a	693.67 a	19.66 a	19.90 b	9.39 a	690.33 a
	MCOL2758	16.37 a	21.47 b	9.17 a	460.67 b	16.89 a	23.13 b	9.39 a	537.67 ab	16.94 a	29.67 a	8.98 a	562.33 ab
	CM523-7	17.47 a	25.07 ab	9.21 a	636.67 a	19.28 a	23.43 b	8.70 a	650.67 a	19.49 a	22.53 b	8.63 a	651.00 ab
180	MCOL1505	16.65 a	25.55 a	10.36 a	495.00 a	16.02 a	24.88 a	9.64 a	633.00 a	14.86 a	27.03 a	10.51 a	687.67 a
	MCOL2758	14.63 a	27.38 a	9.22 a	483.33 a	14.32 a	26.85 a	9.73 a	557.67 a	14.87 a	27.20 a	8.89 a	529.00 a
	CM523-7	17.01 a	25.90 a	8.99 a	758.33 a	17.25 a	24.12 a	9.66 a	722.33 a	16.07 a	26.43 a	9.85 a	657.33 a
270	MCOL1505	15.62 a	27.96 a	10.79 a	622.33 ab	14.09 b	22.98 a	10.88 a	554.67 ab	14.01 b	25.15 a	10.59 ab	669.00 ab
	MCOL2758	11.99 ab	26.30 a	9.73 ab	228.00 a	11.23 b	28.32 a	8.92 b	386.33 bc	13.77 b	24.22 a	10.49 ab	397.3 abc
	CM523-7	12.03 ab	28.10 a	9.87 ab	587.33 ab	13.74 b	26.13 a	9.18 ab	763.00 a	13.05 b	27.03 a	9.82 ab	758.00 a
360	MCOL1505	11.37 ab	18.50 bc	13.03 bc	225.00 ab	10.73 abc	15.88 c	13.73 ab	198.00 ab	10.60 abc	15.62 c	14.74 a	156.33 b
	MCOL2758	8.90 c	21.92 a	10.23 e	203.67 ab	9.36 bc	17.07 bc	11.67 cde	168.67 ab	11.01 ab	17.23 bc	11.11 bcd	227.33 ab
	CM523-7	11.92 a	19.23 ab	11.60 cde	SD	12.42 a	16.59 bc	11.40 de	SD	10.89 abc	16.50 bc	12.33 de	SD

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

4.2.7. Contenido de grasa (%)

Aunque el contenido de grasa fue muy variable, se observaron diferencias entre variedades y entre tratamientos a un nivel del 5%.

4.2.8. Contenido de ácido cianhídrico total (ppm)

No hubo patrón de respuesta a los tratamientos en la cantidad de ácido cianhídrico total; sin embargo, el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor el HCNT a densidades de siembra más amplias. MCOL 2758 presentó valores más bajos con respecto a los otros cultivares (tabla 12)

4.3. Caicedonia, Valle del Cauca

4.3.1. Rendimiento de forraje seco (t/ha)

En esta variable se observaron diferencias significativas tanto para tratamientos como para variedades (Figura 17) Así, la variedad MCOL 2737 sembrada a 30x30 cm produjo mayor cantidad de materia seca; en cuanto a tratamientos, la mejor densidad de siembra fue 30x30 cm (Tabla 13) El rendimiento de forraje seco está íntimamente ligado a la producción de forraje fresco.

4.3.2. Materia seca (%)

La mejor variedad en producción de materia seca fue HMC-1 sembrada a 30x30 cm; a 40x40 cm la variedad de mejor respuesta fue MPER 183 y a 50x50 cm MCOL 2737. El mayor valor de materia seca (36.9%) se obtuvo en el tercer corte (270 dds), en la variedad HMC-1 (Tabla 13) El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre variedades y tratamientos.

4.3.3. Rendimiento de forraje fresco (t/ha)

La figura 18 muestra como en la densidad de 30x30 cm se destacó significativamente en la producción de MCOL 2737 (Brasilera) sobre MPER 183 (Peruana) y HMC-1 (ICA -P13).

La variedad MCOL 2737 sembrada a 30x30 cm, obtuvo un rendimiento máximo en el segundo corte (180 dds) de 23.1 t/ha, la misma variedad a 40x40 cm obtuvo 18.3 t/ha y a 50x50 cm 14.1 t/ha (tabla 13).

La variedad MCOL 2737 sobresalió al acumular biomasa aérea (casi 60 t/ha/año con la densidad de 112.000 plantas/ha), este comportamiento fue similar en todas las densidades, observándose efecto del tratamiento sobre la producción de forraje fresco, a medida que transcurrió el ciclo del cultivo (Figura 18).

4.3.4. Contenido de proteína cruda (%)

La mejor producción (18.9%) se obtuvo con MPER 183 en la densidad de 40x40 cm; sin embargo, la mejor calidad del forraje (contenido de proteína) se presentó a la distancia 50x50 cm y disminuyó hasta los 270 dds (Tabla 14).

4.3.5. Contenido de fibra cruda (%)

MCOL 2737 produjo la mejor respuesta en el contenido de fibra (35%) cuando se sembró a 30x30 cm (Tabla 14) y la peor HMC-1 sembrada a 50x50 cm (19.6%).

4.3.6. Contenido de ceniza (%)

La mejor variedad fue MPER 183 sembrada a 40x40 cm; se observaron diferencia significativas en las variedades, influenciadas por los tratamientos. El contenido aumentó en la época de corte y en promedio la variedad MPER 183 presentó los valores más altos (Tabla 14) independiente de la densidad.

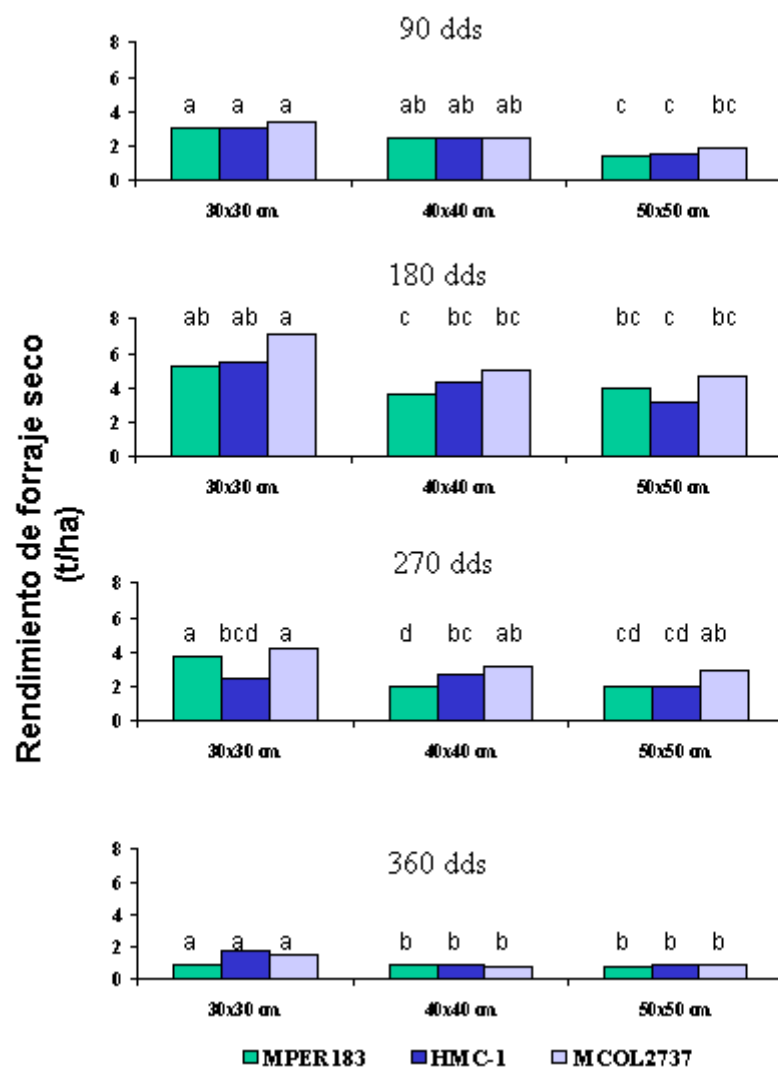


Figura 17. Rendimiento de forraje seco en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

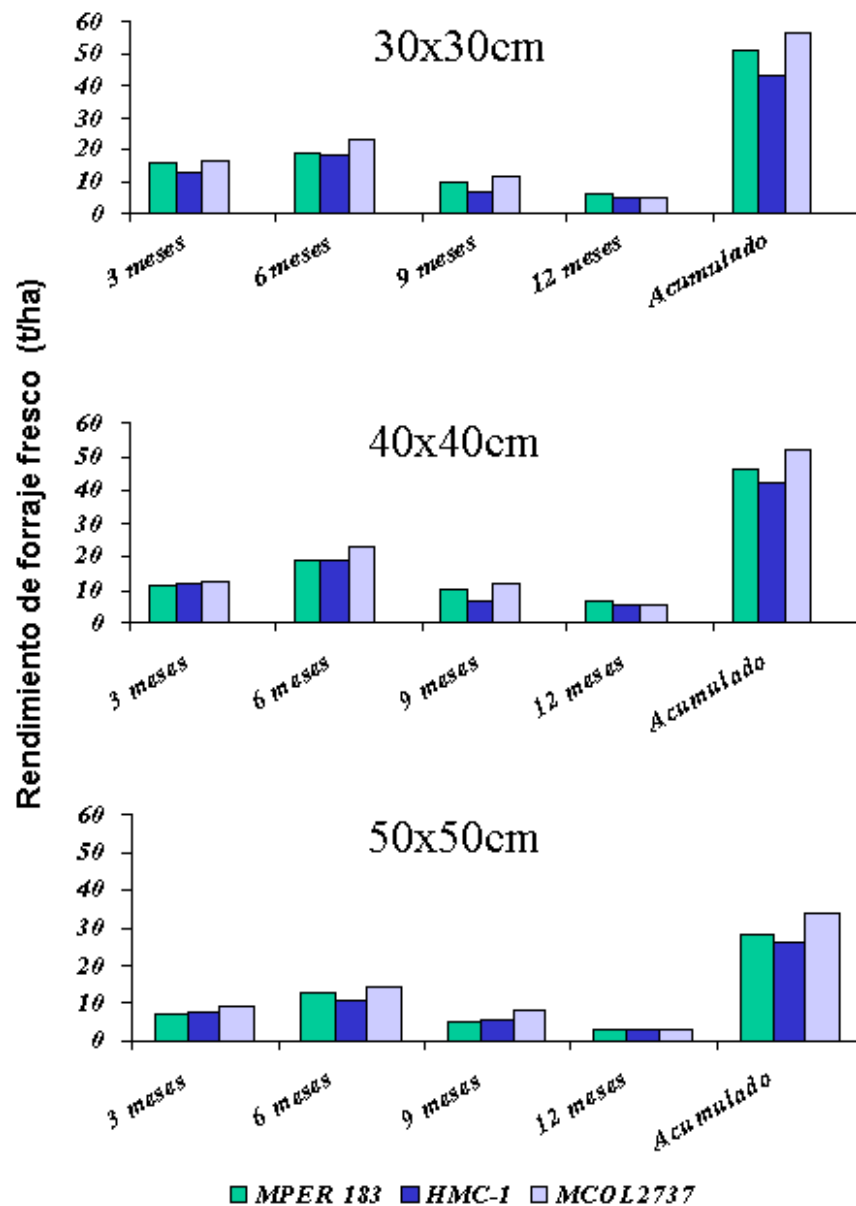


Figura 18. Rendimiento acumulado de forraje fresco en tres variedades de yuca en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Tabla 13. Rendimiento de forraje fresco, seco y contenido de materia seca, comparando variedades y densidades de siembra en un suelo de Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Cosecha (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)								
		112.000			62.500			40.000		
		M.Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha	M. Seca %	R. Seco t/ha	R. Fresco t/ha
90	MPER-183 HMC-1	19.43 b	3.08 a	15.80 ab	22.38 ab	2.49 ab	11.04 bc	21.64 ab	1.52 c	6.99 d
		24.30 ab	3.06 a	13.36 ab	20.71 ab	2.48 ab	11.95 abc	21.94 ab	1.56 c	7.13 d
	MCOL2737	20.32 a	3.41 a	16.74 a	20.58 ab	2.51 ab	12.19 abc	20.65 ab	1.88 bc	9.11 cd
180	MPER-183 HMC-1	27.60 b	5.22 ab	18.76 ab	28.16 ab	3.69 c	13.15 de	30.68 ab	3.97 bc	12.88 de
		29.48 ab	5.49 ab	18.43 abc	27.24 b	4.35 bc	16.20 bcd	29.84 ab	3.16 c	10.60 e
	MCOL2737	31.18 ab	7.09 a	23.10 a	28.29 ab	5.07 bc	18.34 bcd	32.27 a	4.66 bc	14.12 cde
270	MPER-183 HMC-1	37.77 a	3.66 a	10.16 ab	37.17 a	2.00 d	5.43 e	39.20 a	2.03 cd	5.19 e
		36.91 a	2.40 bcd	6.46 cde	36.36 a	2.70 bc	7.79 bcd	36.06 a	2.02 cd	5.54 de
	MCOL2737	37.06 a	4.26 a	11.65 a	38.51 a	3.13 ab	8.37 bcd	36.41 a	2.93 ab	8.07 abc
360	MPER-183 HMC-1	30.45 ab	1.91 a	6.24 a	30.55 ab	0.94 b	3.14 b	27.40 ab	0.87 b	3.12 b
		32.59 a	1.76 a	5.33 a	31.50 ab	0.92 b	2.94 b	30.57 ab	0.92 b	3.01 b
	MCOL2737	29.71 ab	1.49 a	5.13 a	30.46 ab	0.84 b	2.74 b	31.33 b	0.88 b	2.81 b
Promedio	MPER-183 HMC-1	28.81	3.47	12.74	29.57	2.28	8.19	29.73	2.10	7.05
		30.82	3.18	10.90	28.95	2.61	9.72	29.60	1.91	6.57
	MCOL2737	29.57	4.06	14.16	29.46	2.89	10.41	30.17	2.59	8.53
Total	MPER-183 HMC-1		13.87	50.96		9.12	32.76		8.39	28.18
			12.71	43.58		10.45	38.88		7.66	26.28
	MCOL2737		16.25	56.62		11.55	41.64		10.35	34.11

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

Tabla 14. Composición química del forraje de yuca en tres variedades sembradas a tres densidades en Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.

Corte (dds)	Variedad	Densidades de siembra (plantas/ha)														
		112.000					62.500					40.000				
		Proteín a %	Fibra %	Ceniza %	Grasa %	HCNT ppm	Proteín a %	Fibra %	Ceniza %	Grasa %	HCNT ppm	Proteín a %	Fibra %	Ceniza %	Grasa %	HCNT ppm
90	MPER-183	17.9 abc	31.3 abc	8.57 ab	4.58 bc	676.25 a	18.93 ab	26.28 c	8.33 ab	4.98 ab	743.0 a	19.59 a	26.0 c	8.6 ab	3.35 c	705.2 a
	HMC-1	17.6 abc	29.18 bc	9.70 a	6.18 a	766.00 a	17.6 abc	30.9 abc	7.30 b	4.15 bc	722.0 a	18.3 abc	29.1 bc	8.1 ab	4.7 abc	768.5 a
	MCOL273 7	14.18 c	35.18 a	8.21 ab	4.65 abc	724.25 a	14.59 bc	33.00 ab	7.09 b	5.55 ab	762.2 a	14.87 bc	32.9 ab	7.66 b	4.5 bc	643.2 a
180	MPER-183	13.5 abc	32.0 abc	8.80 ab	6.80 a	470.5 a	14.3 abc	27.28 d	9.02 a	7.18 a	450.5 a	14.64 bc	28.9 cd	9.08 a	6.60 a	488.0 a
	HMC-1	12.44 c	33.43 ab	7.96 b	6.03 a	489.50 a	12.73 bc	29.18 cd	8.53 ab	6.15 a	476.2 a	14.92 a	29.9 bcd	8.6 ab	7.45 a	541.2 a
	MCOL273 7	12.63 bc	35.50 a	8.64 ab	6.70 a	509.75 a	12.48 c	31.3 bcd	8.26 ab	6.55 a	507.5 a	13.3 abc	32.8 ac	8.4 ab	6.05 a	516.7 a
270	MPER-183	12.00 a	28.53 a	10.17 a	5.80 abc	88.25 b	13.64 a	27.73 a	10.33 a	6.10 ab	74.2 b	10.09 a	28.2 a	10.28 a	5.2 bcd	111.7 b
	HMC-1	11.11 a	27.75 a	8.75 b	4.56 cd	118.00 b	11.40 a	29.00 a	8.63 b	3.83 d	92.2 b	13.69 a	30.0 a	8.83 b	4.5 cd	216.2 a
	MCOL273 7	10.46 a	35.50 a	9.06 b	5.71 abc	126.75 b	10.28 a	31.33 a	8.93 b	6.91 a	104.2 b	11.61 a	32.8 a	8.78 b	5.3 bcd	198.7 a
360	MPER-183	17.30 ab	20.6 abc	10.52 ab	7.68 ab	288.25 a	18.75 a	21.2 abc	10.88 a	8.15 ab	326.5 a	18.55 ab	20.3 bc	10.1 ab	8.9 a	352.5 a
	HMC-1	13.55 c	20.33 bc	9.82 b	5.76 c	320.50 a	16.12 b	19.83 c	9.91 b	7.06 bc	328.5 a	16.11 b	19.6 c	10.2 ab	8.2 ab	334.7 a
	MCOL273 7	13.56 c	24.63 a	10.16 ab	6.86 bc	330.75 a	16.42 ab	22.6 abc	10.51 ab	7.06 bc	369.0 a	16.32 b	24.3 ab	10.4 ab	7.6 ab	421.7 a

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

4.3.7. Contenido de grasa (%)

Los mejores valores de grasa (6.6%) se encontraron en la variedad MPER 183 sembrada a 50x50 cm. Se presentaron diferencias significativas entre variedades y altamente significativas entre densidades, excepto en el segundo corte (180 dds) (Tabla 14)

4.3.8. Contenido de Ácido cianhídrico total (ppm)

Para esta variable, no se presentaron diferencias significativas en los cortes correspondientes a 90, 180 y 360 dds. En la cosecha realizada a los 270 dds, se presentaron diferencias entre HMC-1 y MCOL 2737, sembradas a 50x50 cm, con respecto a MPER 183 y a los otros tratamientos (Tabla 14)

Se observa un descenso significativo a medida que pasa el tiempo hasta los 270 días.

5. 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 t/ha/año de forraje fresco (aproximadamente 30 t/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 la elaboración del rendimiento de forraje de yuca.
- ✍ Las mejores variedades en cuanto a cantidad de forraje, no siempre son las mejores en calidad nutricional.
- ✍ La densidad de siembra afecta la cantidad de biomasa aérea producida, siendo (30x30cm) 112.000 plantas/ha la mejor.
- ✍ El análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por la variedad y época de corte.
- ✍ El manejo de densidades de siembra más ajustadas puede 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.

6. RECOMENDACIONES

- ✍✍ Es necesario hacer ajustes en la siembra mecanizada para facilitar posteriores labores de cosecha, fertilización y control de arvenses.
- ✍✍ Se recomienda realizar ensayos tendientes a determinar la factibilidad de utilizar abonos orgánicos para mantener un nivel nutritivo en el suelo por más tiempo.
- ✍✍ Se hace necesario buscar alternativas eficaces para el manejo de arvenses en busca de reducir los costos de control.
- ✍✍ Se recomienda evaluar variedades adaptadas a condiciones templadas, en sitios a nivel del mar para determinar su respuesta al estímulo de temperatura y el cambio ambiental.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, C. Aproveitamento da parte aérea da mandioca na alimentacao animal. Sao Paulo, Brasil. 1972. 71 p.

BELLOTTI, A. C. Insectos y ácaros de la yuca y su control. En: El cultivo de la yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT. 2002. (en impresión)

BEST, R. G. Procesamiento de las raíces de yuca para alimentación animal. En: YUCA: Investigación, Producción y Utilización. Cali: CIAT. 1982. p. 513-533

BUITRAGO, J. A. La yuca en la alimentación animal. Cali: CIAT. 1990. 759 p.

BUITRAGO, J. A. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. FENAVI, FONAV. Bogotá: 2001. 47 p.

CADAVID, L. F. Nutrición del cultivo de la yuca. Cali, CIAT, Colombia, 2001

CADAVID, L. F; HOWELER, R. H. Respuesta de la yuca a la aplicación de NPK en suelos con diferentes características. Palmira. Universidad Nacional de Colombia, 1988. 185 p.

CADAVID, L. F. Seminario: Fertilidad del suelo y su potencial productivo. En Manejo productivo de suelos de laderas cultivadas con yuca. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1995.

CADAVID, L. F. Conservación de suelos dedicados al cultivo de la yuca. En: El cultivo de la yuca de la yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización Cali: CIAT, 2002. (en impresión)

COCK, J. H. La yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional. Cali: CIAT, 1989. 240 p.

DOMINGUEZ, L. E. Investigación, Producción y Utilización. Cali: CIAT, 1982. 660 p.

FREDERICK, N. *Manihot esculenta* (Cassava): Cianogénesis, Ultraestructura y Germinación de semillas. Dinamarca, 1978. 260 p.

GUZMAN, N. L.; PEREZ, R. A. Evaluación del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz bajo diferentes densidades de población en una zona del municipio de Puerto Libertador, Córdoba. Trabajo de grado. Montería: Universidad de Córdoba, 1992. 177 p.

HOWELER, R. H. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales en algunos cultivos tropicales. Cali: CIAT, 1983. 28 p.

HOWELER, R. H.; CADAVID, L. F. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en laderas. En: Suelos Ecuatoriales (Colombia) 1985. Vol. 14. No 1. 1985. p. 303-310.

McDOWELL, R. L; CONRAD, J; THOMAS, J; HARRIS, L. Tablas de composición de alimentos de América Latina. Florida, EEUU. Universidad de Gainesville, 1974. 49 p.

MONTALDO, A. La yuca o Mandioca. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 385 p.

MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica: IICA, 1991. 407 p.

MONTALDO, A.; MONTILLA, J. J. Production of cassava foliage. En: Tropical Root Crops Symposium. Maracay: Universidad Central de Venezuela. 1977. p. 142-143.

MONTILLA, J. J. Uso de la yuca en la alimentación de aves, cerdos y vacunos. En: Alimentación Animal, No. 22, 1973. p. 115-125.

MONTILLA, J. J. Valor actual y potencial de la raíz y el follaje de yuca en la alimentación animal. En: Alcance. No 31. Maracay: Universidad Central de Venezuela, 1980. 759 p.

MOORE, P. C. Uso del forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. En: Memoria del seminario internacional de ganadería tropical. México, 1976. p. 47-62

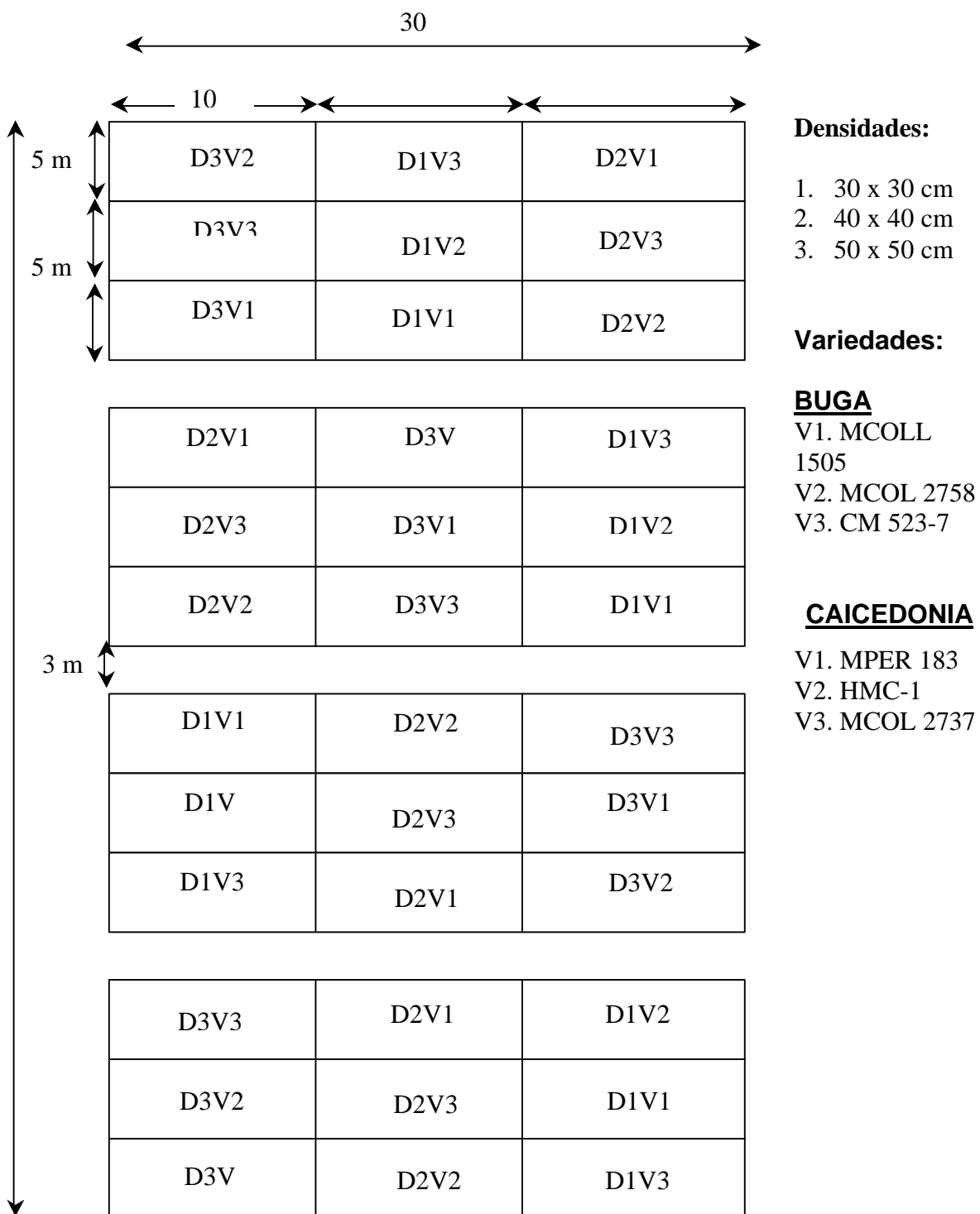
RUIZ, M. L. Efecto de la distancia de plantación sobre los rendimientos de la yuca forrajera en condiciones. En: Viandas Tropicales. Vol. 10. No. 2. 1987. p. 79-90.

SANCHEZ, E. D. Manual Para producir follaje de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Tabasco. Tabasco: INIFAP. México, 1999. 95 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 En: Revista de Agronomía: Vol. 7; 1990. p.229-243.

ANEXOS

Anexo A. **Distribución de parcelas en lotes sembrados en Buga y Caicedonia (Valle del Cauca).**



Anexo B. **Distribución de parcelas en lote de ensayo sembrado en Ayapel,
Córdoba.**

9	4	3	V2
8	5	2	V1
7	6	1	V3
D3	D2	D1	

V1. MTAI-8 (Blanca)

D1. 30 X 30 cm

V2. CM 4919-1 (Roja)

D2. 40 X 40 cm

V3. CM 4843-1 (Negrita)

D3. 50 x 50 cm

Anexo C. Interacción precipitación Vs. rendimiento de forraje fresco en Ayapel, Córdoba. Var. CM 4843-1

