

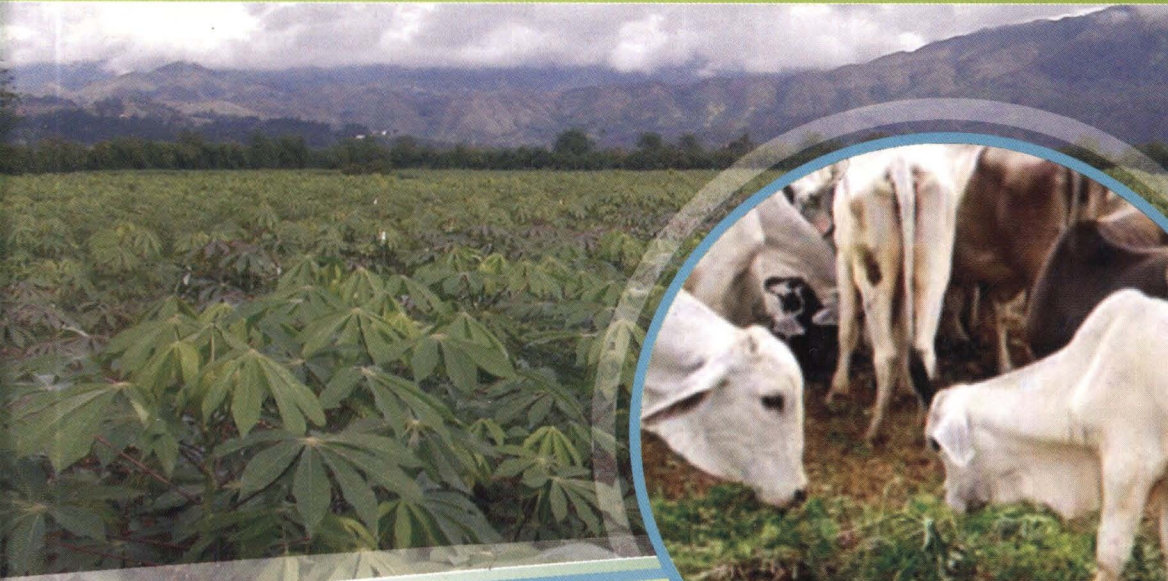


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA

FACULTADES DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL

MANUAL TECNICO

**EL CULTIVO DE LA YUCA *Manihot esculenta* Crantz;
PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y SU
UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN DE BOVINOS**



Grupo de Investigación y
Transferencia de Tecnología
**"Desarrollo Sostenible de Sistemas de Producción
Ganadera" DESPROG@N**

Luís M. Ramírez N.
Paola A. Jiménez

140
Años

CONSTRUYENDO NACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ISBN 978-958-8095-46-2

INDICE DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. GENERALIDADES DE LA YUCA (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	2
2.1. Origen Y Distribución Geográfica	2
2.2. Clasificación Taxonómica Y Morfología	3
2.3. Factores ambientales requeridos para el Cultivo de la Yuca	5
2.3.1. Suelos	5
2.3.2. Clima	6
3. FISILOGIA DEL CULTIVO	6
4. MANEJO AGRONÓMICO	7
4.1. Propagación y Densidad de Siembra	7
4.2. Fertilización	8
4.3. Control de Plagas y Enfermedades	8
4.3.1. Gusano Cachón de la yuca	8
4.3.2. Trips	9
4.3.3. Ácaros	10
4.3.4 Mosca Blanca	10
4.3.5 Cercospora	11
4.3.6 Antracnosis	12
4.3.7 Phoma sp	13
4.3.8 Pudrición bacteriana del tallo	13
4.4. Rendimientos en la producción de follaje	14
5. FOLLAJE DE YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	16
5.1 Composición nutricional del follaje de yuca	16
5.1.1. Proteína	16

5.1.2. Energia	17
5.1.3. Fibras	19
5.1.3.1. Fibra Detergente Neutra. FDN	19
5.1.3.2. Fibra Detergente Acida. FDA	20
5.1.4. Vitaminas y Minerales	21
5.1.6 Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la Materia Seca (DIVMS)	21
5.1.7. Contenido Ácido Cianhídrico (HCN)	22
5.1.7.1. Manejo del acido Cianhídrico HCN	24
5.2. Utilización en alimentación de bovinos	24
5.2.1. Suministro de raíz de yuca	24
5.2.2. Follaje y zoca de yuca	26
5.2.3. Ensilaje de hojas de yuca	28
5.2.4. Heno de follaje de yuca	31
6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	33
7. CONCLUSIONES	35
8.RECOMENDACIONES	47
9. AGRADECIMIENTOS	49
10. BIBLIOGRAFIA	50

INDICE DE FIGURAS

	Pàg.
Figura 1. Clasificación Taxonómica de la yuca <i>Manihot esculenta Crantz</i>	3
Figura 2. Flor Femenina y Flor Masculina	4
Figura 3. Fruto de la Yuca y ramificación vegetativa	5
Figura 4. Fertilización en un cultivo de yuca	8
Figura 5. Larva gusano cachón y daño Causado en el cultivo	9
Figura 6. Trips y daños causados en el cultivo	9
Figura 7. Ácaros y daño causado en el cultivo	10
Figura 8. Mosca Blanca 1) Larvas del insecto, 2) Estado Adulto del insecto, 3) Daño causado en el cultivo, 4) Variedad resistente a mosca blanca	11
Figura 9. Lesiones causadas en follaje de yuca por <i>Cercospora</i>	12
Figura 10. Lesiones causadas en hojas y tallos de Yuca por Antracnosis	12
Figura 11. Lesiones causadas en hojas por <i>Phoma</i> sp	13
Figura 12. <i>Erwinia carotovora</i>	14
Figura 13. Raíces de Yuca	25
Figura 14. Follaje de yuca conteniendo hojas, pecíolos y tallos verdes o partes tiernas de las ramas	27
Figura 15. Novillas consumiendo <u>yuca</u> integral fresca (Hojas, Tallos, Raíz)	27
Figura 16. Vacas consumiendo <i>yuca fresca</i> (Tallo <i>picado y raíces frescas</i>)	28
Figura 17. Ensilaje de Follaje de Yuca	29

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la yuca <i>Manihot esculenta Crantz</i>	3
Tabla 2. Factores ambientales requeridos para el cultivo de yuca	6
Tabla 3. Rendimiento de follaje verde disponible, y forraje seco de yuca (t/ha) variedad HMC-1, bajo tres densidades de siembra, 102, 183, 270 y 370 días post-siembra	15
Tabla 4. Porcentajes Proteína Cruda (PC %) de la variedad HMC-1, bajo tres densidades de siembra, 102, 183 y 270 días post-siembra	17
Tabla 5. Contenido de Energía y proteína total en diferentes productos utilizados en alimentación animal	18
Tabla 6. Cálculos energéticos del follaje de yuca en tres densidades de siembra	19
Tabla 7. Porcentajes de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra detergente Acida (FDA) de follaje de yuca bajo tres densidades de siembra, 102, 183 y 270 días pos-siembra	20
Tabla 8 Porcentajes de digestibilidad (DIVMS%) de la variedad HMC-1, bajo tres densidades de siembra, 102, 183 y 270 días post-siembra	21
Tabla 9. Contenido de ácido cianhídrico total y libre de La Variedad HMC-1, bajo tres densidades de Siembra, 183 y 370 días post-siembra	23
Tabla 10. Valor nutritivo de subproductos tropicales aptos para ensilar y su uso en raciones de vacas lecheras	30
Tabla 11. Efecto del Heno de Yuca sobre el Rendimiento y Composición de La leche en vacas Lactantes	32
Tabla 12. Costo de producción de yuca forrajera sin Mecanización	33
Tabla 13. Costo de producción de yuca forrajera con Mecanización	34

PRESENTACIÓN

El Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología “Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera- DESPROG@N”, adscrito al Departamento de Ciencia Animal de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, tiene como finalidad promover el análisis y conocimiento de los sistemas de producción ganaderos con el propósito de identificar y formular programas, planes y proyectos de Desarrollo tecnológico que permitan contribuir a mantener y mejorar la productividad, competitividad (viabilidad económica), sostenibilidad agroecológica y la equidad social.

Entre los factores que afectan principalmente la productividad de los sistemas de producción ganadera en Colombia y los países ubicados en la franja tropical, es la baja capacidad de sostenimiento animal por unidad de área, debido a la baja cantidad y calidad de las pasturas en diferentes épocas del año, principalmente en las épocas secas, Es en estas circunstancias es cuando se requiere tener o encontrar alternativas tecnológicas que permitan mantener las cantidades mínimas de forrajes requeridas para la alimentación de ganado.

Con base en lo anterior, El Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología “Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera- DESPROG@N”, se propuso indagar e investigar sobre el potencial del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* crantz como una alternativa importante para la producción forrajera, por el alto potencial de producción de biomasa de su parte aérea (en base fresca o base seca), y su alto valor nutricional pues sus hojas son ricas en proteínas, (entre 25-30%, de proteína, comparables con los de alfalfa y otras leguminosas forrajeras utilizadas en la alimentación de rumiantes.), carotenos, vitaminas B1, B2, C y minerales.

Cuando el cultivar se destina exclusivamente a la producción de forraje, es posible obtener aproximadamente 150 t/ha/año de material fresco. También es importante considerar su contenido de compuestos potencialmente tóxicos para los animales, como el ácido cianhídrico HCN, el cual se encuentra

en mayor cantidad en las variedades consideradas como amargas.

Por lo anterior, se realizó el proyecto de Investigación: “Evaluación del Rendimiento y de la Calidad Nutricional Del Follaje de Yuca *Manihot Esculenta*, Crantz (Variedad HMC-1) Para Uso Forrajero.” del cual se extrajeron algunos resultados en cuanto a los rendimientos forrajeros y la calidad nutricional, los cuales se han contrastado con información y resultados de investigaciones de otro autores, con el fin de lograr el propósito del presente Manual Técnico, cual es el acopio y la difusión de información relevante sobre el cultivo de la yuca *Manihot esculenta* crantz como recurso forrajero de alta calidad y disponibilidad, para ser incorporado en el Diseño de Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera.

El manual esta dirigido a profesionales asistentes técnicos, extensionistas, productores ganaderos y estudiantes de pre y postgrado de Ciencias Agropecuarias, interesados en el tema.

Luis Miguel Ramírez Náder Zootecnista M.Sc. Profesor. Asociado
Coordinador Grupo de Investigación y Transferencia de Tecnología
“Desarrollo Sostenible de Sistemas de Producción Ganadera
DESPROG@N”

MANUAL TÉCNICO

EL CULTIVO DE LA YUCA *Manihot esculenta* Crantz; PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y SU UTILIZACIÓN EN ALIMENTACIÓN DE BOVINOS

L Miguel. Ramírez N.¹⁾

Paola A. Jiménez T.²⁾

1. INTRODUCCIÓN

La yuca *Manihot esculenta* Crantz es una planta tropical originaria de la Amazonia Americana que ha tomado importancia en el contexto del país debido a sus usos tan diversos, ya que también hace parte de la seguridad alimentaria de muchas personas con escasos recursos tanto de América Tropical como de África y Asia. Este es el cuarto producto básico más importante después del Arroz, el Trigo y el Maíz, y es consumido por más de 1000 millones de personas en el mundo. (FAO, 2000).

Las principales ventajas de la yuca son su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca. Es una tuberosa de la familia amiláceas, cuya raíz aporta gran cantidad de almidones alcanzando un consumo en la dieta humana de 100 millones de toneladas año y 54 millones de toneladas año en la alimentación animal (Eusebio Ortega comunicación personal CIAT, citado por Gómez, 2007)

El cultivo de la yuca se ha expandido a escala nacional gracias a que es un cultivo cuya producción se adapta a ecosistemas diferentes, pudiéndose producir bajo condiciones adversas y climáticas marginales. Y a la cantidad de usos potenciales que tiene. Uno de ellos es la utilización del forraje (láminas foliares, pecíolos y tallos frescos) para la alimentación de animales monogástricos (aves, cerdos) y rumiantes (bovinos).

La producción a gran escala y en forma continua, hace viable la utilización del follaje de yuca en la alimentación del ganado bovino, debido a que las fluctuaciones anuales en la disponibilidad de materia seca y en la calidad de las pasturas imponen restricciones bioeconómicas y ambientales a los sistemas de producción que buscan la rentabilidad del productor, la calidad del producto y la sustentabilidad del ecosistema.

1. Zoot. M.Sc. Profesor Asociado. Departamento de Ciencia Animal. Correo electrónico: lmramirez@palmira.unal.edu.co

2. Zoot. Magister en Ciencias Agrícolas área Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira Correo electrónico: jimenez0902@hotmail.com

El desafío de lograr hacer competitiva la producción de carne y leche de calidad para los mercados internos y la exportación, frente a los acuerdos de libre comercio a los que está abocado Colombia, solamente podrá ser enfrentado adaptando la ganadería bovina a sistemas de producción más eficientes (Por Ej. la producción de carne de ciclo corto, trabajando con animales precoces sexualmente, en el crecimiento y en la terminación y la producción de forrajes de alta calidad nutricional).

Evidentemente estos sistemas de producción tendrán que estar dirigidos a la utilización de pasturas de gramíneas como recurso básico de las dietas para los bovinos porque son estas el recurso de mayor disponibilidad existente en los diferentes sistemas de producción ganadera del país. Sin embargo si se tiene en cuenta que la gran mayoría de gramíneas tanto en ladera como en zona plana, aportan principalmente nutrientes energéticos y escasos en proteína (<10%) creando un déficit nutricional en los animales; la yuca forrajera sería una alternativa nutricional, que entraría a solucionar el déficit causado por los desbalances en proteínas en la preparación de raciones para bovinos debido a su alto contenido de proteína (>20%)

Por las razones expuestas, se considero necesario y oportuno recopilar información sobre el cultivo de yuca *Manihot esculenta Crantz*, para producción forrajera, con la cual se documenta el presente Manual Técnico con la finalidad de suministrar información actualizada a productores, asistentes técnicos, extensionistas y estudiantes de ciencias agropecuarias para hacer más eficiente la utilización de este cultivo, para su utilización en la alimentación animal con énfasis en rumiantes (bovinos).

2. GENERALIDADES DE LA YUCA (*Manihot esculenta Crantz*)

2.1. Origen y Distribución Geográfica

Aunque no se tiene el sitio exacto donde fue domesticada la yuca, Ceballos y de la Cruz, (2002) afirman que fue en la cuenca amazónica del Brasil (Nordeste), donde inicio su domesticación y había un segundo lugar México y parte de América central donde también existían núcleos de abundante variabilidad genética, según (Simmonds, 1976) afirma que la zona donde se llevo la domesticación abarcaba desde México hasta el Brasil, y que por lo menos hace 5000 años se cultiva, pero no existen evidencias arqueológicas que determinen este hecho (Montaldo, 1985).

Las llamadas especies amargas y dulces se encuentran distribuidas en regiones distintas de las Americas, lo que sugiere que fueron domesticadas en diferentes localidades. Algunos investigadores sugieren que la yuca amarga fue domesticada en el norte de América del Sur, probablemente al este de los Andes, y que la yuca dulce fue domesticada independientemente en América Central (Cock, 1997) Es en la cuenca amazónica en donde el género botánico al cual pertenece la yuca muestra su mayor variabilidad genética.

2.2. Clasificación taxonómica y Morfología.

Existen en la actualidad más de 5.000 variedades de yuca. La yuca *Manihot esculenta* Crantz es una planta perenne perteneciente a la familia de las Euphorbiaceas (Figura 1; Tabla 1)

La yuca *Manihot esculenta* Crantz

Clase: Magnoliopsida
 Orden: Euphorbiales
 Familia: Liliácea (Euphorbiaceae)
 Genero: Manihot
 Especie: esculenta
 Arbusto de crecimiento perenne
 Altitud: 0-2300 m.s.n.m.
 Suelos: Fertilidad deficiente.
 Ciclo vegetativo: 9-12 meses regiones cálidas
 2 años regiones frías.
 Producción raíces frescas: 10 t/ha.



Figura 1. Clasificación Taxonómica de la yuca *Manihot esculenta* Crantz

Fuente: Wikipedia, 2006.

Clasificación	Nivel	Característica
Reino	Plantae	
Subreino	Tracheobionta	Plantas vasculares
Súperdivisión	Spermathophyta	Plantas con semillas
División	Magnoliophyta	Plastas con flores
Clase	Magnoliopsida	
Orden	Euphorbiales	Flores unisexuales, aclamídeas o monoclamídeas,
Familia	Liliáceas (Euphorbiaceae)	
Subfamilia	Crotonidae	
Genero	<i>Manihot</i>	
Especie	<i>M. esculenta</i>	
Sinónimos	Mandioca, Tapioca, Cassava	

Fuente: Wikipedia, 2006

Su ramificación es simpodial y con variaciones en la altura que oscilan entre (1 5 m) aunque la altura máxima no excede los 3m. Hojas simples con lamina foliar palmeada y lobulada, su tamaño siempre será influenciado por condiciones ambientales su color es identificador varietal pues es casi invariable (color del cogollo, y color de nervadura entre verde morado) Su inflorescencia es en racimo compuestas de flores masculinas y femeninas (Figura 2) por lo que posee una polinización cruzada donde cada individuo es un híbrido con alta heterocigosidad. Los frutos son una capsula dehiscente y trilobular.



Figura 2. Flor masculina (derecha) y Femenina (izquierda)

Fuente: Hernán Ceballos y Gabriel de la Cruz En: El cultivo de La Yuca en el Tercer Milenio 2002

Las semillas son de forma ovoide elipsoidal de 1cm de largo 0.6cm de ancho aproximadamente, no es la manera de reproducción mas usada pero si en fitomejoramiento. Sus raíces la clasifican como dulces ó amargas por su contenido de “Glucosato cionogénico (promotor de ácido cianhídrico) Su tallo se forma de alternación de nudos y entrenudos, en los nudos se inserta el pecíolo de la hoja, una yema axilar protegida por una escama y dos estipulas laterales. Se observa variabilidad en el tallo principal, en sus distintas variedades sin

Que presenta varios ejes

Consiste en que el polen de una flor llega al estigma de una flor de una planta diferente.

Este tipo de polinización promueve la variabilidad genética

Que se obtiene cruzando dos plantas madres de distintas variedades, especies o cultivares

N número medio de alelos por locus

Que se abre de manera predeterminada para liberar el contenido, “las semillas”

Con tres lóculos (cavidad del ovario o fruto)

Veneno muy potente que interfiere con conducción de Oxígeno del organismo que la ingiera

Punto en que la hoja se une al tallo

Porción del tallo comprendido de dos nudos sucesivos

embargo depende de factores como: fertilidad disponible, escasez de agua, Infestación por trips.

El tallo principal luego de un tiempo genera ramificaciones y pueden ser de tipo reproductivo (inflorescencias) o vegetativas (ramas), (Figura 3), son de mucha importancia puesto que son base para determinar la conformación de la planta que a su vez es necesaria para seleccionar las variedades de acuerdo al valor agronómico (cantidad de semillas, labores de manejo y limpieza del cultivo). (Ceballos y De la Cruz , 2002)



Figura 3. a) Fruto de la Yuca, b) Ramificación vegetativa

Fuente: Hernán Ceballos y Gabriel de la Cruz, En; El cultivo de la Yuca en el Tercer Milenio 2002

2.3. Factores Ambientales Requeridos para el Cultivo de la Yuca.

2.3.1. Suelos

Se siembra desde suelos con textura arenosa, hasta arcillosos pasando por los francos La yuca se adapta bien a suelos ácidos (pH 5 - 5.5) y alcalinos (pH 8 - 9), es tolerante a altos niveles de Al y Mn. Suelos con capas impenetrables a 30 - 40 cm. son aconsejables, pues al impedir la profundización de las raíces, facilitan la cosecha. En Oxisoles, ultisoles e inceptisoles en Colombia se reportan deficiencias de fósforo y bajos rendimientos en el cultivo de la yuca. (Cadavid, 2002)

Las condiciones altas de sales o un pH alto en el suelo afecta a la yuca mucho más que a otros cultivos; por otro lado, la planta crece muy bien en suelos con pH bajo asociado con altos niveles de aluminio, lo cual es característico de muchos suelos bien drenados del trópico, en donde la yuca se cultiva ampliamente. No se ha observado reducción en los rendimientos de yuca en suelos con una saturación de aluminio de hasta el 80%, en condiciones de campo (Cock, 1997)

2.3.2. Clima

Se adapta muy bien a los diversos climas tropicales. Se siembra desde el nivel del mar hasta los 2300 m.s.n.m, se adapta bien a lugares con poca precipitación (menos de 1000 mm/año). Sin embargo sus mejores rendimientos se dan en lugares con precipitaciones entre 1000 y 3000 mm/año La temperatura promedio para un buen desarrollo del cultivo de la yuca es de 28 C. (Mejia, 2002; Cock, 1997)

La yuca se adapta a una gran variedad de condiciones agroclimáticas, aunque prefiere un clima húmedo y cálido. Se desarrolla muy bien entre las latitudes 30N y 30S (Alarcón y Doufour, 1998)

En la (Tabla 2), se presentan los requerimientos ambientales para un buen desarrollo del cultivo de yuca.

Tabla 2: Factores ambientales requeridos para el cultivo de Yuca.

FACTORES AMBIENTALES	REQUERIMIENTOS
Periodos de crecimiento (días)	230-260
Altitud (m.s.n.m)	0-1800
Temperatura (T)	25-32
Precipitación (mm)	500-2000
Humedad relativa (%)	70-80
Profundidad del suelo (m)	1
Suelos	Ultisoles, Vertisoles, Oxisoles
pH	4.0-7.0
Pendiente (%)	15

Fuente: Cadavid, 2002

3. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO.

La planta de yuca presenta cuatro fases principales: Brotación de las estacas, formación del sistema radicular, desarrollo de los tallos y hojas, engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos. En los primeros tres meses de desarrollo, la planta ya esta 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).

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

La planta de yuca tiene gran capacidad de recuperarse después de cada corte y puede durar hasta 2 años y unos meses, periodo durante el cual es posible obtener cortes trimestrales de forraje (Guzmán Y Pérez, 1992).

Cuando la yuca crece en condiciones de baja fertilidad el cultivo reduce su Índice de Área Foliar (IAF) y mantienen el contenido de nutrientes en las hojas a un nivel alto, logrando un uso de nutrientes maximizando la tasa de crecimiento cuando la disponibilidad de estos es limitada. La biomasa total se reduce, por la deficiencia de nutrientes, bajando el crecimiento aéreo, (Guzmán y Pérez, 1992)

Durante el crecimiento, el contenido de N, P, K aumenta en mayor proporción en las hojas y pecíolos hasta los 3 o 4 meses, mientras que los contenidos de estos elementos tienden a aumentar en tallos y raíces después de los 6 meses (Cadavid, 2002).

4 MANEJO AGRONÓMICO

4.1. Propagación y Densidad de Siembra

La siembra se hace de forma manual o con sembradoras mecánicas, se emplea la propagación asexual (estacas de tallos entre 20 30cm de largo) enterrados a una profundidad de 10cm. al comenzar las lluvias y se recoge entre 7 y 9 meses después coincidiendo su cosecha con la escasez de alimento que se presenta en la época de sequía, aunque su recolección es un poco dispendiosa, no genera sobrecostos en conservación. Con este sistema se ha obtenido rendimientos iguales o un poco mejores que los obtenidos con otros sistemas de siembra. Con la siembra vertical se estimula la resistencia al volcamiento (Cock, 1997).

Cuando es destinada únicamente para la producción de forraje para elaborar ensilaje o suministro en fresco, se debe sembrar a 60, 80 centímetros entre surcos y 5 a 6 estacas inclinadas por metro lineal, para tener una población de 62.500 a 100.000 plantas por hectárea a corte; estos se deben realizar cada tres meses a una altura de unos 15 a 20 centímetros (Cuadrado, et. al. 2006).

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

4.2 Fertilización:

Según estudios hechos en suelos Colombianos (Costa Atlántica, Tolima, Santanderes, Llanos Orientales, Valle del Cauca, Cauca) se identificó el K como un elemento limitante y esencial en la producción de yuca (Cadavid, 1997). Se debe tener en cuenta que cuando se siembra por largos periodos el K se agota.

Para producciones de 15 ton / ha se recomienda N: 66.3 Kg.; P: 10.1 Kg.; K: 53.7 Kg.; Ca: 20.4; Mg: 12.3 Kg. (Cuadrado, *et al.* 2006)

La ausencia en yuca de síntomas claros de deficiencias de macronutrientes, indica que los problemas nutricionales pueden pasarse por alto, en otras ocasiones se puede confundir el síntoma de un desorden nutricional con el de una enfermedad fungosa o daños causados por Trips con los síntomas de deficiencia de Zinc (Cadavid, 2002).

La forma correcta de hacer la fertilización en yuca. Es en “chorrillo” en la base del caballón (Figura 4)

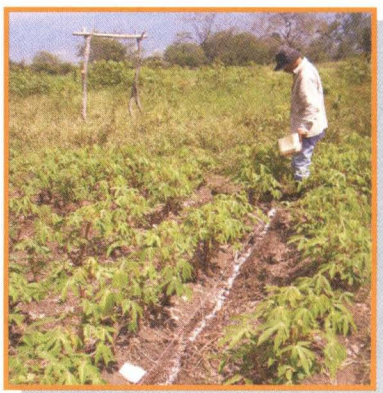


Figura 4. Fertilización en un cultivo de yuca.

Fuente: Paola Jiménez, Finca Brasilia, Santa Elena, Valle del Cauca 2007

4.3 Control de Plagas y Enfermedades

4.3.1. Gusano cachón de la yuca:

La principal plaga del cultivo de yuca es el gusano cachón *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), capaz de consumir grandes cantidades de hojas a lo largo de su ciclo de vida. Las altas poblaciones de este gusano, son perjudiciales para el mantenimiento y rendimiento de la yuca forrajera (Figura 5).

Es posible mantener las poblaciones a niveles bajos mediante la implementación de control biológico con algunos Himenópteros predadores como la *Polistes sp*, parasitoides de huevos como *Trichogramma spp*, *Telenomus sphingis*, *T. dilophonotae* y *O. submetalicus*; otra opción de control es el uso de entomopatógenos como el Baculovirus o también el *Bacillus thuringiensis*. (Bellotti, 2002).



Figura 5. Larva gusano cachón y daño causado en el cultivo

Fuente: CLAYUCA- CIAT

4.3.2. Trips

Son insectos raspadores, se han identificado varias especies de trips que atacan la yuca: *Frankliniella williamsi* Hood, *Scyrtotrips manihoti*, *Corynotrips stenopterus* y *Caliotrips masculinus*. Todas pertenecen a la familia Thripidae. Dependiendo de la especie, prefieren las yemas terminales o las hojas intermedias o bajas (Bellotti et al, 2002)

Los Trips viven en los puntos de crecimiento de la planta y en las hojas jóvenes, causando daño en los cogollos terminales de la planta. Las hojas atacadas se desarrollan anormalmente. Las hojas jóvenes presentan estrangulamiento, manchas amarillas y rasgaduras pequeñas e irregulares en los folíolos. En la proporción verde del tallo y en los pecíolos se observan heridas epidérmicas suberizadas, de color marrón, causadas por el aparato bucal raspador-chupador del insecto. (Figura 6) (Álvarez et al, 2002)



Figura 6. Trips y daños causados en el cultivo.

Fuente: Paola Jiménez, Finca Brasilia, Santa Elena, Valle del Cauca, 2007

4.3.3. Ácaros

Son chupadores de follaje, se han reportado más de 40 especies de ácaros que se alimentan de la hoja del follaje de la yuca de las cuales las más frecuentes son: *Mononochellus tanajoa*, *M. caribbeanae*, *Tetranychus cinnabarinus* y *T. urticae* (Bellotti et al, 2002)

En casi todas las regiones productoras de yuca del mundo, los ácaros atacan con frecuencia el cultivo durante la época seca y le causan daños graves. Si las condiciones ambientales son optimas, los ácaros e encuentran en gran numero en el envés de las hojas. (Bellotti, 2002)

Se desarrollan en la parte apical de la planta. El daño se inicia con un punteado amarillento que luego se extiende y luego da al tejido una apariencia moteada y bronceada, similar a la del mosaico. Las hojas embrionarias crecen con deformaciones. Cuando el ataque es severo, se reduce mucho el área foliar; el tallo, a su vez, se torna áspero y de color marrón. La parte superior de la planta adquiere al final una apariencia de lanceta. (Figura 7) (Álvarez et al, 2002)



Figura 7. Ácaros y daño causado en el cultivo

Fuente: Teresa Sánchez, Fotos mejoramiento de yuca, Vol. 1, 2005

4.3.4. Mosca Blanca (*Aleurotrachelus socialis*)

La mosca blanca puede causar pérdidas económicas por daño indirecto como indirecto, el daño directo es causado por las ninfas y adultos que extraen la savia de las plantas, produciendo debilitamiento, amarillamiento, deformación del follaje y defoliación.(Figura 8) Los daños indirectos pueden deberse a la acumulación sobre la planta de las secreciones azucaradas producidas tanto por las ninfas como por los adultos, la cual favorece el crecimiento de la fumagina que interfiere y reduce la fotosíntesis y otros procesos biológicos .

El primer paso en el control de la mosca blanca es un estricto programa de sanidad vegetal. El objetivo de este debe comenzar por eliminar las posibles fuentes de la plaga hacia el cultivo, el uso de variedades tolerantes o resistentes al insecto como la variedad NATAIMA-31 desarrollada en CIAT- Colombia. De otro lado el uso de semillas certificadas y la utilización de maquinarias y herramientas libres de la plaga complementan las medidas de higiene del cultivo. En la utilización del control químico dentro de un esquema de manejo integrado es muy importante la rotación de productos de diferente grupo químico y la utilización de productos de poca persistencia y alta selectividad. Los ingredientes activos de mayor selectividad a mosca blanca son: Burpofezin y Piriproxifen (López, 2005)

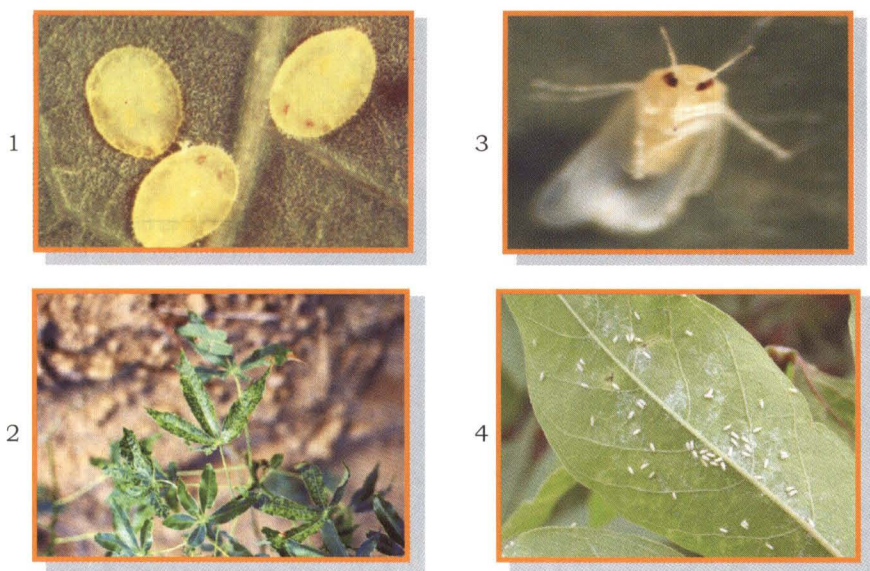


Figura 8. Mosca Blanca 1) Larvas del insecto, 2) Estado adulto del insecto, 3) Daño causado en el cultivo, 4) Variedad resistente a mosca blanca

Fuente: Teresa Sánchez, Fotos mejoramiento de yuca, Vol. 1, 2005

4.3.5. Cercospora

Enfermedad fungosa, conocida como la mancha parda de la hoja, el agente causante de la enfermedad es el *Cercospridium henningsii*, tiene una amplia distribución geográfica siendo encontrado en África, Norte América, América Latina y Asia.

Los síntomas en las hojas de yuca son manchas foliares visibles a ambos lados de las hojas, a medida que la enfermedad progresa, las hojas infectadas se vuelven amarillas, se secan y caen, posiblemente por sustancias tóxicas secretadas por el patógeno (Figura 9).

Este hongo sobrevive durante la época seca en lesiones viejas y con frecuencia en las hojas caídas; renovando su actividad con el advenimiento de la época de lluvias y con el crecimiento de nuevas hojas en el hospedero. Para reducir la severidad de la infección se recomienda reducir el exceso de humedad en la plantación, utilizar fungicidas a base de oxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral, siendo el mejor control el uso de variedades resistentes (Álvarez y Llano, 2002)



Figura 9. Lesiones causadas en follaje de yuca por Cercospora
Fuente: Teresa Sánchez, Fotos mejoramiento de yuca, Vol. 1, 2005

4.3.6. Antracnosis

Los organismos causantes de esta enfermedad fungosa han sido denominados *Glomerella manihotis* Chev, *Colletotrichum manihotis* Henn. Se caracteriza por la presencia de manchas foliares hundidas, similares a las causadas por *Cercospora henningsii*, aunque aparecen hacia la base de las hojas, causando posteriormente la muerte total de las mismas. En la porción verde del tallo se presentan depresiones ovals de color marrón con un punto de tejido verde normal en el centro en la parte leñosa se forman chancros sobre la epidermis deformando el tallo (Figura 10)



Figura 10. Lesiones causadas en hojas y tallos de yuca por Antracnosis
Fuente: Teresa Sánchez, Fotos mejoramiento de yuca, Vol. 1, 2005 y en:
[Http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/notes/Vegetable/vdin011/vdin011.htm](http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/notes/Vegetable/vdin011/vdin011.htm)

4.3.7. *Phoma* sp

Enfermedad fungosa causada por especies del hongo *Phoma*, comúnmente encontrada en áreas yuqueras frías de Colombia, se manifiesta como manchas de color marrón con anillos circulares generalmente en las puntas y en los borde de los lóbulos foliares o a lo largo de la vena central o de otras venas secundarias, en variedades susceptibles causa una severa defoliación, provocando la muerte descendente en el tallo (Figura 11). Se desconoce el mecanismo de supervivencia del hongo durante los periodos secos y calientes. Se sugiere que el hongo puede producir su estado sexual en el tallo infectado y en desechos foliares, pero esto no ha sido aún observado ni registrado (Álvarez y Llano, 2002)

Los tratamientos químicos durante la época lluviosa pudieran ser efectivos en aquellas áreas donde la enfermedad es endémica; se usan Carbendazim y Benomyl



Figura 11. Lesiones causadas en hojas por *Phoma* sp

Fuente: Teresa Sánchez, en: Fotos mejoramiento de yuca, Vol. 1, 2005

4.3.8. Pudrición Bacteriana del Tallo

Producida por la bacteria *Erwinia carotovora*. (Figura 12), causa daño a las estacas que se usan para la siembra, afectando su calidad y su desarrollo en el suelo. Se caracteriza por la pudrición acuosa y olorosa del tallo. Los cogollos sufren marchitez (Álvarez y Llano, 2002)

Utilizando variedades resistentes, material de siembra sano, quemando tallos afectados y residuos de cosecha se puede controlar la enfermedad



Figura 12. *Erwinia carotovora*

Fuente: wwwsoc.nii.ac.jp/jssm/saikinn-1.htm

4.4. Rendimientos en la producción de follaje

Básicamente se vienen utilizando dos tipos de cultivo de yuca: el tradicional, de diez mil plantas por hectárea, para producir alrededor de 20 toneladas de raíz y 15 toneladas de soca por hectárea y otro cultivo exclusivo para producción de follaje de ciento veinte mil plantas por hectárea que produce 20 toneladas de follaje por corte cada 90 días y dura aproximadamente dos años y el cultivo al terminarse tiene una producción marginal de raíces (Preston, 1999)

Es posible obtener mas de 30 t/ha/año de materia seca, cuando se utilizan materiales con buen potencial forrajero, sembrados a distancias de 30x30 cm. (111.000 plantas /ha) haciendo cortes trimestrales. La densidad de siembra afecta negativamente el peso fresco individual de cada planta y positivamente la producción del forraje total por unidad de área. Al ampliar el tiempo de corte de 3 a 5 meses, aumenta la cantidad de forraje de 20 a 23% y disminuye el contenido de proteína cruda de 18 a 13% (Ventura y Pulgar, 1990)

En cultivos destinados a la producción forrajera es conveniente cosechar cada 2 a 3 meses y mantener el cultivo durante 1 2 años para obtener un producto de mejor calidad y excelente rendimiento (Buitrago, 1990). Cuando el cultivar se destina exclusivamente a la producción de forraje, es posible obtener aproximadamente 150 t/ha/año de material fresco (Montilla, 1973).

Ramírez y Jiménez, (2007), evaluaron la producción forrajera de la variedad de yuca HMC-1, en la finca Brasilia localizada en el corregimiento de Santa Elena en el municipio de Cerrito en el Valle del Cauca, a 3° 07'Norte y 76°33'Oeste, 1050 m.s.n.m., pendiente 1%, clima ambiental cálido seco, temperatura promedio de 24°C y precipitación promedio anual de 550mm correspondiente a una zona agroecológica de bosque muy seco tropical y un clima edáfico Ustico e isohipertérmico

La variedad de yuca HMC-1 se selecciono por la disponibilidad fisica del material de semilla para siembra proveniente de un cultivo comercial y por presentar características fenotípicas propias de un material con potencial para ser utilizado como forraje, como son: mayor porte de la planta y producción de forraje.

Se probaron tres densidades de siembra (D1:40.000, D2: 71.429 y D3: 100.000 plantas/ha) y se evaluó la producción de Follaje Verde Disponible, FVD, por espacio de un año, (cortes a los 102, 183, 270, y 370 días pos-siembra). El corte del material vegetal se hizo manualmente a una altura de 40 cm. del suelo tomando muestras representativas (hojas, tallos, pecíolos).

En el primer corte (102 días pos-siembra), se obtuvieron rendimientos de FVD, de 23.8, 21.2 y 26.9 t/ha, en el segundo corte (183 días pos-siembra) 27.1, 25.4, 29.4 t/ha, en el tercer corte (270 días pos-siembra) 31.6, 29.7, 33.0 t/ha y en el cuarto corte (370 días pos-siembra) 16.1, 15.1, 19.0 t/ha (Tabla 3). Para unos rendimientos totales de 98.6, 91.4 y 108.3 t/ha/año de FVD, en las densidades 1, 2, 3 respectivamente.

Los rendimientos promedios de FVD aumentaron progresivamente entre el primer y el tercer corte con promedios de 23.9, 27.3 y 31.4 t/ha para los cortes 1, 2 y 3 respectivamente. En el cuarto corte se presento declinación en el rendimiento, con un promedio de 16.7 t/ha; debido a la fuerte época seca que se presentó en este periodo.

Los rendimientos promedios en la producción de follaje Seco, FS, en el primer corte fueron de 4.4, 3,8 y 4,7, en el segundo corte 5.1, 4.8 y 5.5, en el tercer corte, 5.8, 5.2 y 6.2; y en el cuarto corte 3.1, 2.5 y 3.7 t/ha (Tabla 3). Para unos rendimientos totales de 18.4, 16.3, y 20.1 t/ha/año de FS. para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente.

Tabla 3. Rendimiento de follaje verde disponible FVD y follaje seco FS de yuca (t/ha) variedad HMC-1, bajo tres densidades de siembra, y cuatro cortes pos-siembra Hacienda "BRASILIA", corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

Densidad	Rendimiento de Follaje de Yuca (t/ha)							
	Días Pos-Siembra							
	102		183		270		370	
Plant/ha	FVD	FS	FVD	FS	FVD	FS	FVD	FS
D1(40.000)	23,8a	4,4a	27,1a	5.1a	31.6a	5.8a	16.1a	3.1a
D2(71.429)	21,2a	3,8a	25.4a	4.8a	29.7a	5.2a	15.1a	2.5a
D3.(100.00)	26,9a	4,7a	29.4a	5.5a	33.0a	6.2a	19.0a	3.7a

(*)Medias con letras iguales no difieren significativamente (p<0.05) Duncan

5. FOLLAJE DE YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Las hojas de yuca han sido usadas como fuente de proteína. El consumo y digestibilidad del follaje de yuca es bajo debido a los altos niveles de taninos condensados. El cosechar el follaje en un estado temprano (3 meses) reduce el contenido de taninos e incrementa el contenido de proteína (25% de Materia seca) resultando en un alto valor nutritivo (Wanapat et al, 1977)

El follaje de yuca posee ácido cianhídrico el cual en poligástricos no es tan perjudicial como en monogástricos, al suplementar vacas de leche a base de heno de yuca la leche de las mismas muestra contenidos de tiocianatos producto residual de la reacción en el organismo animal del un consumo de ácido cianhídrico, el cual actúa como preservante de la leche. El contenido de taninos condensados en el follaje de yuca tiene un efecto gastrointestinal antihelmíntico (Wanapat, 2000)

5.1. Composición Nutricional del Follaje de Yuca

La composición nutricional del follaje de yuca varía en calidad y cantidad, según el tipo de cultivar, edad y época de la planta al momento del corte, la fertilidad de los suelos, y el clima, disponibilidad de agua, densidad de siembra y proporción entre hojas (lamina foliar mas pecíolos) y tallos. (Montaldo, 1991 citado por Rosero, 2002)

A mayor edad de la planta, el contenido de proteína es menor, y el contenido de materia seca y la fibra son mayores. Si la proporción de las hojas respecto a los tallos y pecíolos es mayor, habrá mayor concentración de proteínas y menor concentración de fibra y materia seca (Buitrago, 1990 2001)

5.1.1. Proteína

Debido al mayor contenido de proteína de la parte aérea, los valores de esta tienen mayor importancia relativa que la proteína de las raíces. Mientras que en base seca las raíces de yuca contienen cerca de 2.3% de proteína cruda, la parte aérea, y especialmente las hojas, presentan altos contenidos que oscilan entre el 22 y 28% comparables con los de alfalfa y otras leguminosas. (Montaldo, 1985). lo cual hace que pueda ser utilizada promisoriamente en la alimentación de los rumiantes

A medida que se han hecho ensayos tendientes a determinar la densidad de siembra y 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 Cuando los cortes se hacen más seguidos el contenido de Proteína aumenta en forraje de yuca (23.3% en materiales cosechados a los 90 días y de 17.07% en cosechas mayores de los 90 días) (Rosero, 2002).

Normalmente, las hojas contienen más del doble de proteína que los tallos El nivel de lisina en el follaje de yuca es alto (7.2 g/100 g de proteína), que es un aminoácido esencial muy escaso en la naturaleza; superando en este aminoácido a la harina de Soya, que es la fuente de elección de los países desarrollados para dietas de rumiantes; (la harina de Soya contiene 5.9 g de lisina/ 100g de proteína, (Savon, 1998), citado por (Gómez, 2007).; siendo de importancia para el balance de raciones cuando es utilizado granos y otros productos pobres en este aminoácido. Por el contrario el contenido de metionina es bajo (1.7 g/ 100 de proteína) (Gil-Buitrago, 2002).

(Revindran, 1992), reporta contenidos de proteína en el follaje de yuca entre 16.7 y 39.9 %.y Phuc, (2000), entre 23.9 y 34.7 %

(Wanapat et al, 1997) citado por (Preston et al, 2006), reporta contenidos de PC de 21.40 % en heno de yuca siendo inferiores a las medias obtenidas en el presente trabajo.

(Ramírez y Jiménez, 2007), determinaron la concentración de proteína cruda el follaje de la variedad de yuca HMC-1. Los porcentajes obtenidos en el primer corte (102 días pos-siembra), fueron de 27.7, 23.7 y 22.4 %, en el segundo corte (183 días pos-siembra) 24.1, 24.8, 23.6 y en el tercer corte (270 días pos-siembra), 25.2, 26.4, 25.1 %, para las densidades de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente (Tabla 4)

Tabla 4. Porcentajes Proteína Cruda (PC %) en el follaje de la variedad de yuca HMC-1, bajo tres densidades de siembra, y cuatro cortes pos-siembra Hacienda “BRASILIA”, corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

<i>Densidad Plantas/ha</i>	<i>Proteína Cruda (%)</i>		
	<i>Días Pos-Siembra</i>		
	102	183	270
D1 (40000)	27.76 a	24.1 a	25.2 a
D2 (71429)	23.72 b	24.8 a	26.4 a
D3 (100000)	22.43 b	23.6 a	25.1 a

(*)Medias con letras iguales no difieren significativamente (p<0.05) Duncan

5.1.2 Energía

El nivel energético del follaje de yuca se ve afectado con el contenido de fibra bruta. El principal componente energético en el follaje es la proteína, pero también el extracto etéreo que además de energía aporta ácidos grasos esenciales

Las hojas frescas contienen menos de 500 Kcal./Kg de energía metabolizable, mientras la harina de hojas contiene 1600 a 1700 Kcal. Los dos factores limitantes mencionados hacen de las hojas de yuca un producto más adecuado para la alimentación de rumiantes (Buitrago, 1990)

En la (Tabla 5) se presentan los contenidos de energía y de proteína de raíces y hojas de yuca y de otros productos utilizados en nutrición animal.

Tabla.5 Contenido de Energía y proteína total en diferentes productos utilizados en alimentación animal^a

Producto	Materia seca (MS)	Energía Metabólica Digestible		Proteína
		Aves (Mcal/kg)	Cerdos (Mcal/kg)	
Raíz fresca de yuca	35.0	1.2	1.3	1.2
Raíz seca (harina)	90.0	3.1	3.40	3.4
Follaje fresco	28.0	0.34	0.36	6.5
Follaje seco	90.0	1.10	1.20	22.0
Frijol soya	90.0	3.45	4.02	38.0
Maíz	90.0	90.0	3.45	9.5
Banano seco (harina)	90.0	2.85	3.30	4.5
Banano fresco	30.0	0.65	0.75	1.0
Batata seca (harina)	90.0	3.08	3.15	5.1
Arroz	90.0	3.15	3.40	8.0
Sorgo	90.0	3.25	3.30	8.7

a. Cifras estimadas y adaptadas a valores fijos de MS

(Ramírez y Jiménez, 2007), realizaron los cálculos de los contenidos energéticos expresados como nutrientes digestibles totales (NDT), Energía digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta de Lactancia (NEL) en el follaje de la variedad de yuca HMC-1, utilizando las ecuaciones de Weiss (2001), y Undersander (2002) desarrolladas en la Universidades de Ohio y Wisconsin en los Estados Unidos. Estas permiten calcular la digestibilidad de cada componente del alimento.

El contenido de NDT fue de 59, 60.5 y 61 %, el de ED fue de 3.04, 3.08 y 3.08 Mcal/Kg, el contenido de EM fue de 2.62, 2.66 y 2.66 Mcal/Kg y el de NEL fue de 1.64, 1.67, 1.67 Mcal/Kg, para las densidades de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente (Tabla 6)

(Buitrago, 1990), reporta contenidos en forraje de yuca de NDT para rumiantes de 65 %, siendo superior en un promedio de 5% con respecto a los estimados en el trabajo de Ramírez y Jiménez, (2007).

En cuanto al contenido de ED, Buitrago (1990), reporta 2,700 Mcal/Kg siendo inferiores en un promedio de 300 Mcal/kg con respecto al promedio estimado en el trabajo de Ramírez y Jiménez, (2007).

Vargas et al, 1992 reportan en harina de follaje de yuca un contenido de energía metabolizable de 1590 Kcal./kg.

Tabla 6. Cálculos de contenidos energéticos del follaje de yuca en tres densidades de siembra. Hacienda “BRASILIA”, corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

<i>Energía</i>	<i>Densidades de Siembra</i>		
	<i>Plantas/ha</i>		
	D1.40000	D2 71429	D3 100000
NDT (%)	59,087	60,597	61,087
ED (Mcal/Kg)	3,042	3,082	3,085
EM(Mcal/Kg)	2,622	2,662	2,665
NEL (Mcal/Kg)	1,6457	1,673	1,676

5.1.3. Fibras

En el follaje, el nivel de fibra es generalmente inferior al que se observa en otros forrajes tropicales utilizados como fuente de proteína.

El proceso de lignificación se incrementa considerablemente después de que la planta desacelera su crecimiento y, como resultado de la madurez, afecta tanto a los tallos como a las hojas, ocasionando así una disminución progresiva del valor nutritivo de estas (Buitrago, 1990.)

5.1.3.1. Fibra Detergente Neutra (FDN)

Wanapat et al (1997), citado por Preston et al (2006), reporta 34 % de FDN en heno de yuca, siendo muy similar al dato obtenido en la densidad 3 en el primer corte 36.0 % y en la densidad 1 del segundo corte 36.2 %. Gil, (2002), obtuvo en ensayos en CAVASA- Candelaria Valle del Cauca, 42.66 % de FDN con la variedad HMC-1

González et al (1999), reportan contenidos de FDN de 41.5%, mientras Wanapat et al (2000), reportan 44.3 % de FDN en forraje de yuca. Ambos muy similares a los datos obtenidos para el primer corte en el trabajo de Ramírez y Jiménez, (2007). Quiñones et al (2007) reportan contenido de FDN de 32.3 % siendo similares a los datos obtenidos en el segundo y tercer corte del mismo trabajo.

Poungchompu et al, (2001) .evaluaron el método de plantío (en caballón y sin caballón) y el efecto de la fertilización orgánica sobre la composición química del follaje de yuca, obteniendo 58.1 y 58.8 % de FDN en el follaje de yuca cultivado sobre caballón con y sin fertilización orgánica respectivamente; 58.5 y 57.6 % en el follaje de yuca cultivado sin caballonear con y sin fertilización orgánica respectivamente.

Ramírez y Jiménez, (2007), reportan contenidos de FDN en el follaje de la variedad de yuca HMC-1.con cortes a los 102, 183, y 270 días post-siembra. En el primer corte, el porcentaje de FDN fue de 40.3, 40.4 y 36.0 %, en el segundo corte, 36.2, 27.9 y 28.3 % y en el tercer corte 30.4, 32.2 y 32.8 % para las densidades de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente (Tabla 7)

5.1.3.2. Fibra Detergente Acida (FDA)

Wanapat et al (1997), citado por Preston et al (2006), reportan 27 % de FDA en heno de yuca, siendo muy similar al dato obtenido en el trabajo de Ramírez y Jiménez, (2007). Gil (2002), obtuvo en ensayos en CAVASA-Candelaria Valle del Cauca, 34.9 % de FDA con la variedad HMC-1

Poungchompu et al, (2001).evaluaron el método de plantío (en caballón y sin caballón) y el efecto de la fertilización orgánica sobre la composición química del follaje de yuca, obteniendo 31.7 y 32 % de FDA en el follaje de yuca cultivado sobre caballón con y sin fertilización orgánica respectivamente; 31% en el follaje de yuca cultivado sin caballonear con y sin fertilización orgánica respectivamente.

Ramírez y Jiménez, (2007), reportan contenidos de FDA en el follaje de la variedad de yuca HMC-1.con cortes a los 102, 183, y 270 días post-siembra. En el primer corte fueron de 29.6, 30.6 y 28.7 %, para el segundo corte 26.1, 27.9 y 28.3 % y para el tercer corte 25.4, 27.3 y 26.1 % para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente (Tabla 7)

Tabla 7. Porcentajes de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) en el follaje de la variedad de yuca HMC-1, bajo tres densidades de siembra, y tres cortes pos-siembra Hacienda "BRASILIA", corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

Densidad de siembra	Fibra Detergente Neutra (FDN %) y Fibra Detergente Neutra (FDA %) de follaje de Yuca					
	Días Pos-Siembra					
	102		183		270	
Plantas/ha	FDN	FDA	FDN	FDA	FDN	FDA
D1	40.3 a	29.6 a	36.2 a	26.1 a	30.4 a	25.4 a
D2	40.4 a	30.6 a	27.9 b	27.9 a	32.2 a	27.3 a
D3	36.0 b	28.7 a	28.3 b	28.3 a	32.8 a	26.1 a

(*)Medias con letras iguales no difieren significativamente (p<0.05) Duncan

5.1.4. Vitaminas y Minerales

El contenido de estos elementos en la parte aérea es superior al encontrado en las raíces, se presenta mayor cantidad de carotenos, vitamina C y vitaminas B1, B2, calcio, fósforo, y minerales, pero sus niveles de vitamina E son muy bajos (Buitrago, 1990)

Existen variaciones importantes entre un forraje tierno y uno maduro en cuanto al contenido de vitamina A y del complejo B. la mayor parte de la vitamina A se encuentra en forma de Beta-caroteno, que se convierte en vitamina A en una mucosa intestinal. La eficiencia de la conversión en los bovinos es de $\pm 25\%$ (Buitrago, 1990.).

5.1.6 Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca (DIVMS%)

Ramírez y Jiménez, (2007), reportan porcentajes de **DIVMS** en el follaje de la variedad de yuca HMC-1. con cortes a los 102, 183, y 270 días post-siembra. En el primer corte fue de 52.7, 49.7 y 51.3 %, en el segundo corte, 46.0, 45.0 y 45.8 % y en el tercer corte, 42.9, 43.3 y 45.4 % para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente (Tabla 10)

Tabla 8. Porcentajes de digestibilidad (DIVMS%) de la variedad HMC-1, bajo tres densidades de siembra, y cuatro cortes post-siembra Hacienda "BRASILIA", corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

<i>Densidad Plantas/ha</i>	<i>DIVMS (%)</i>		
	<i>Días Pos-Siembra</i>		
	102	183	270
D1 (40000)	53.75 a	46.05 a	42.94 a
D2 (71429)	49.77 a	45.00 a	43.31 a
D3 (100000)	51.32 a	45.83 a	45.44 a

(*)Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p < 0.05$) Duncan

Se presentó una reducción progresiva en el porcentaje de la digestibilidad de la materia seca a medida que aumentó el número de cortes. Estos menores valores de la **DIVMS** pudieron ser influenciados por la inclusión de tallos verdes dentro de las muestras para el análisis.

Escalante, (1982) reporta en hojas de yuca digestibilidades *in Vitro* entre 50 y 56 % siendo comparables a los datos del primer corte y superiores a los del segundo y tercer corte del trabajo de Ramírez y Jiménez, (2007)

5.1.7. Contenido Ácido Cianhídrico (HCN):

Cuando se les es suministrada yuca a los animales de variedades amargas sin ser procesadas o altos niveles de yuca fresca de variedades dulces a las cuales no se les conozca el contenido de Ácido Cianhídrico HCN, se puede producir intoxicación a los mismos.

Esta intoxicación se produce de la siguiente manera: La destrucción por la masticación de la yuca liberan las sustancias Linamarina y Latoustralina contenida en la célula de la planta, la linamarina en presencia de la enzima linamarasa (una glucosidasa), liberan Cianohidrina y este libera ácido cianhídrico HCN (Tewe 1985, citado por Gómez, 2007), una parte de este se volatiliza y puede ser expulsado por los gases de la rumia y otra parte es absorbida y pasa al torrente sanguíneo convirtiéndose parte en tiocianato que es un compuesto mas fácil de eliminar y de menos toxicidad, y otra parte forma complejos con los glóbulos rojos y bloquean la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, si el HCN ingerido fuere mayor de 2 miligramos por kilogramo de peso corporal puede ser causa de muerte (Tewe 1985, citado por Gómez, 2007).

Hay que anotar que niveles altos de HCN aunque no lleguen a producir sintomatología de intoxicación pueden inhibir la debida absorción de carbohidratos y proteína (Tewe 1985, citado por Gómez, 2007)..En caso de intoxicación el tratamiento es suministrar vinagre vía oral o tío sulfato de sodio o nitrato de sodio inyectado. No solamente la yuca puede contener HCN otros productos como el sorgo, semillas de Manzana, Duraznos, Estrella Africana, productos lácteos y carnicol (Tewe 1985, citado por Gómez, 2007).

Las variedades dulces producen generalmente 20 mg de ácido por kilo de raíces frescas, mientras que las amargas llegan a producir más de 1000 mg/kg. (Alarcón y Dufour, 1998). En las variedades dulces la mayor proporción de ácido se encuentra en la corteza, mientras que en las variedades amargas, éste se distribuye mas uniformemente en la corteza y en el parénquima (Buitrago, 1990).

Las condiciones ambientales pueden afectar el contenido de cianógenos de la yuca haciendo que un cultivar dulce proveniente de determinada zona se torne amargo en una zona distinta, el contenido de Ácido cianhídrico también varia con la edad de la planta tanto en hojas como en raíces (Alarcón y Dufour, 1998)

Es aconsejable picar el follaje para que el ácido cianhídrico disminuya, por otra parte si la deshidratación es acompañada por temperaturas altas el efecto de la enzima se inactiva disminuyendo la liberación del ácido cianhídrico, es importante tener en cuenta que las altas temperaturas pueden disminuir la concentración de aminoácidos y vitaminas.

También se considera estos compuestos como los responsables de la repelencia que las plantas ejercen sobre algunos insectos herbívoros en general, lo mismo sucede en variables consideradas como amargas, cuyo contenido de HCN es mayor de 100ppm, en lo que respecta a la tolerancia a ciertas enfermedades (Frederick, 1978.)

(Ramírez y Jiménez, 2007), evaluaron la concentración de Acido Cianhídrico (HCN) Total y Libre en el follaje de la variedad de yuca HMC-1, la determinaciones se hicieron a muestras obtenidas en el segundo corte(183 días pos-siembra) y cuarto corte(370 días postsiembra), los resultados obtenidos de HCN total fueron de 196.2, 182.0 y 165.5 ppm en el segundo corte y 368.7, 315 y 288.7 ppm en el cuarto corte para las densidades de siembra de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente (Tabla 8)

La diferencia en el contenido de HCN total entre el segundo y el cuarto corte fue cerca del doble, debido probablemente a la diferencia en el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el análisis de laboratorio. En el segundo corte, el tiempo transcurrido fue de ocho días y en el cuarto corte de 3 días

Quiñones et al (2007), reportan contenidos de HCN total en follaje de yuca de 140.6 ppm siendo inferior a los datos reportados en el trabajo de (Ramírez y Jiménez ,2007), para el segundo corte, pero inferiores comparados con el cuarto corte.

El contenido de Ácido Cianhídrico Libre (HCN-Libre) en el segundo corte fue de 42.7, 41.7 y 43.2 ppm y en el cuarto corte de 53.0, 46.3 y 35.3 ppm para las densidades de 40.000, 71429 y 100.000 plantas /ha respectivamente (Tabla 8)

Quiñones et al (2007), reportan contenidos de HCN libre en follaje de yuca de 5.1 ppm siendo inferior a los datos reportados en el trabajo de (Ramírez y Jiménez ,2007) para ambos cortes.

Tabla 9. Contenido de ácido cianhídrico total y libre (ppm) en el follaje de la variedad de yuca HMC-1., bajo tres densidades de siembra, y dos cortes pos-siembra Hacienda “BRASILIA”, corregimiento Santa Elena, municipio del Cerrito, Valle del Cauca

Densidad de siembra	Acido cianhídrico total y libre (ppm) de follaje de Yuca			
	Días Pos-Siembra			
	183		370	
Plantas/ha	HCN- Total	HCN- Libre	HCN- Total	HCN- Libre
D1(40.000)	196.2 ^a	42.7 ^a	368.7 ^a	53.0 ^a
D2(71.429)	182.0 ^a	41.7 ^a	315.0 ^a	46.3 ^a
D3(100.000)	165.5 ^a	43.2 ^a	288.7 ^a	35.3 ^a

(*)Medias con letras iguales no difieren significativamente (p<0.05) Duncan

5.1.7.1. Manejo del ácido Cianhídrico HCN

Existen varios métodos para liberar el HCN que está contenido dentro de las células de la planta de yuca; primero hay que picar o triturar la yuca para que se active la enzima linamarasa que libera el HCN, gran parte de este se volatiliza, una parte se combina con el agua y con la yuca macerada, y al someterla a procesos de secado, lavado, fermentación o cocción se reducen los niveles de HCN hasta en un 90% para su utilización sin problemas (Tewe 1985, citado por Gómez, 2007)).

En los rumiantes el proceso de digestión fermentativa en el rumen neutraliza el efecto del ácido cianhídrico y no han reportando problemas aún si el forraje es suministrando en forma fresca. Además se ha reportado, que la leche de las vacas que consumen heno de yuca se puede retardar su deterioro entre 8 y 24 horas, (Wanapat citado por Preston 1999, citado a su vez por Gómez, 2007) debido a niveles tolerables de tiocianato endógeno segregados en la leche; al oxidarse los iones de Tiocianato por la enzima Lactoperoxidasa en presencia de Peroxido Hidrogeno eliminando las bacterias que se encuentran en la leche. Lo anterior, constituye un mecanismo natural en el organismo humano y sus componentes aparecen en altas concentraciones en la saliva, jugo gástrico y la propia glándula mamaria (Ponce et al, 2000, citado por Gómez, 2007)

Se presenta una reducción del 58% en el contenido de HCN en hojas de yuca sometidas a una deshidratación de 24 horas (Thanh and Preston, 2005)

5.2. Utilización en alimentación de bovinos

5.2.1. Suministro de raíz de yuca

La raíz de yuca es de alta aceptación en la alimentación de ganado; puede ser suministrada tanto en época de lluvias como de sequía, tiene una digestibilidad del 90%, un contenido de materia seca alrededor del 35% (Buitrago 1999, citado por Gómez, 2007) del cual el 80% es almidón que aporta energía al animal, el cinco por ciento de este almidón escapa a la fermentación ruminal (Preston et al 1999, citado por Gómez, 2007), aportando glucosa., el resto sirve como sustrato altamente fermentable contribuyendo al incremento de proteína bacteriana y producción de ácidos grasos volátiles en el rumen. (Figura 13)

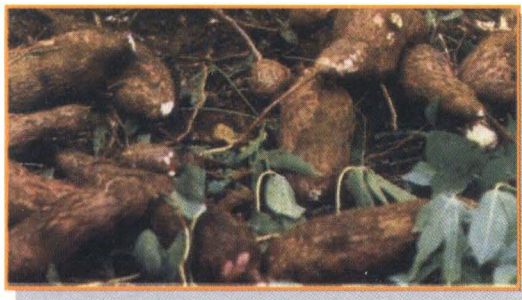


Figura 13. Raíces de Yuca
Fuente: Clayuca-CIAT.

La composición nutricional de las raíces es muy constante, sin embargo hay cambios que se deben a la variedad en contenidos de Proteína, Fibra y humedad. La corteza o cáscara representa entre 15 - 20% del peso total y la pulpa o cilindro representa de 80 - 85%.

Las raíces y el follaje de yuca recién cosechados son perecederos (alto nivel de humedad). En las raíces hay niveles constantes (62 - 68%) de agua, mientras en el follaje es más variable (65 - 80%). Se muestran valores de MS de las raíces y follaje equivalente a un 35% y un 28% de su peso fresco.

La Raíz de yuca fresca: se ha suministrado hasta 6 kilos de la variedad de yuca “venezolana”, niveles de 70mg de HCN/kg. de raíz fresca) en época de sequía en la Hacienda los Charcos en (Tolú Viejo Colombia) sin que los ganados presenten problemas, además se puede suministrar la planta entera tallo, hoja, raíz. (Gómez, 2007)

El contenido de almidón y azúcares presentes en las raíces de yuca se encuentran en una relación 80:20 respectivamente. El almidón y los azúcares se digieren fácilmente (89% de digestibilidad) en el estómago del rumiante a las 24 horas de consumidos, por esa razón, la yuca es una fuente de energía fácilmente digerida por los microbios del estómago del rumiante (Kanjanapruthipong, 1998)

En la Hacienda el Guarumo (Sahagún, Córdoba, Colombia) al suministrarla a terneros mamonos Holstein puros traídos de trópico alto (La Ceja Antioquia), criados artificialmente para fines reproductivos; con leche a balde 4 litros/animal/día y 1kg de maíz molido/animal/día, minerales y pasto a voluntad; los terneros tenían problemas de adaptación pero al remplazar el maíz por el 70% de su equivalente económico que fue de 4 kg./animal/día de yuca integral fresca (Hojas, Tallos, Raíz), hubo un cambio drástico a los 15 días en su condición corporal y en el brillo del pelaje, mejorando su adaptación a las condiciones de trópico bajo. (Gómez, 2007)

La Raíz de yuca seca es de alta aceptación por los ganados en la forma que se suministre (rodajas chips, o Harina) tanto en épocas de lluvias como en sequía, se ha utilizado como reemplazo del forraje faltante en épocas seca, en la Finca La Zorra (Gallo Crudo, Córdoba), los novillos pasaron de ganar 200g/día a 780g/día; consumiendo 2.5 Kg./animal/día, mas bloque de melaza obteniéndose un balance económico positivo. (Gómez, 2007)

5.2.2. Follaje y zoca de yuca

En términos generales, al incluir el follaje de yuca en programas de alimentación animal se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- 1) La concentración de nutrimentos
- 2) La presencia de ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos

Para la alimentación de rumiantes se aconseja utilizar preferiblemente follaje que contenga hojas, pecíolos y tallos verdes o partes tiernas de las ramas; Se debe evitar el uso de tallos principales o partes leñosas (Gil y Buitrago, 2002)

El follaje de la yuca ha sido más utilizado en la alimentación de rumiantes en forma fresca (oreada), heno o ensilaje sin presentar problemas de intoxicación por las concentraciones de ácido cianhídrico que tienen algunos materiales gracias al proceso de hidrólisis de este ácido por los microorganismos del rumen (Buitrago, 1990)

El forraje fresco se puede emplear en combinaciones de 75-25 ó 50-50 de pasto y forraje de yuca, respectivamente. En un ensayo donde se midió la ganancia de peso en novillos de engorde, donde las dietas fueron D1: pasto elefante, D2: pasto elefante (75%) + forraje de yuca (25%) y D3: pasto elefante (50%) + forraje de yuca (50%), siempre se alcanzaron los mayores rendimientos cuando se utilizó el forraje de yuca que cuando se utilizó el pasto solo, obteniendo una ganancia de peso promedio de 306, 461 y 445 g/día para las dietas 1, 2 y 3 respectivamente (Sánchez et al, 1999)

El follaje de yuca (Figuras 14, 15 y 16), cortado a los 90 días de rebrote también es muy aceptado por los animales tanto en época lluviosa como en sequía; tiene un contenido de materia seca del 18% y es una buena fuente proteica, alrededor del 24% (Preston 1999); el 32% de esta proteína es sobrepasante, el resto se fermenta en el rumen; posee un buen contenido de aminoácidos esenciales con excepción de metionina (FAO), tiene un nivel de fibra FDN de (32%) y FDA (27%), (Preston 1999, citado por Gómez, 2007) con un nivel de taninos condensados del 3% que tiene efecto antihelmíntico (Nenapat, 2004, citado por Gómez,2007)



Figura 14. Follaje de yuca conteniendo hojas, peciolos y tallos verdes o partes tiernas de las ramas
Fuente: Clayuca-CIAT.

La zoca de yuca es un recurso fibroproteico que contiene en el tercio superior de la planta incluyendo tallos blandos alrededor del 12% de proteína y un 6 % de proteína en los tallos duros además posee un 35% de fibra; en la finca Escocia tubo una alta aceptación por el ganado del clon CIAT (1433-1) aumentando su consumo a medida que se incremento el verano, siendo innecesario el suministro de la semilla de algodón utilizada en años anteriores, vale anotar que la implementación de este recurso es nueva y esta basado en un estudio de (Gómez, 2007)

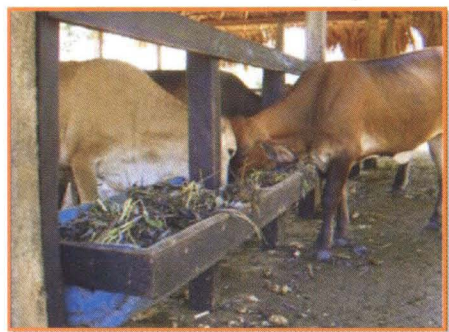


Figura. 15 Novillas consumiendo yuca integral fresca (Hojas, Tallos, Raíz)
Fuente: Miguel Gómez Galeano. M.V.Z Artículo técnico: "Utilización de la Yuca en la alimentación de Rumiantes en la costa norte colombiana" ["http://www.Engormix.com](http://www.Engormix.com)

En la Finca Escocia (Montería) donde se utiliza la yuca en todas las modalidades se utilizó en un 50% de la dieta básica en novillas F1 Simmental / Cebú confinadas, alcanzando a ganar 600g/día, compitiendo en una feria regional con animales alimentados con balanceados comerciales. Además de suplementar en época seca todos

los ganados con zoca de yuca del (clon 1433-4) que tiene un contenido de HCN de 45mg/kg./soca fresca y se han obtenido consumos de más de 10kg./animal/día y a mejorado los servicios por concepción en 25% con relación a otros años donde los animales recibían una suplementación de Caña de azúcar a voluntad/1.4kg./de semilla de algodón animal/día mas bloque melaza urea al 10%. Gómez, (2007)

En los programas para alimentación para rumiantes se da mayor prioridad a las fases de lactancia, levante y ceba intensiva. A menos que se trate de condiciones especiales, no se recomienda la utilización del follaje de yuca en otra fase de producción a las anteriormente mencionadas (Buitrago, 1990) El forraje de yuca: se suministra picado y oreado un día antes, es de muy buena aceptación por los animales, se les ha suministrado al libitum a terneros y a vacas paridas. Gómez, (2007)

En los trabajos realizados por De la Torre (1982) se observó que el follaje de yuca reemplazaba en forma satisfactoria el concentrado de granos como fuente de energía y proteína en raciones para terneros de levante, y que niveles altos de follaje por encima de 10 kilos en la ración diaria no afectaba los aumentos de peso. (Zapata et al., 1985 citado por Buitrago, 1990), usó el follaje de yuca como suplemento en pastoreo, obteniendo un mejor rendimiento de peso de novillas Holstein durante la etapa de crecimiento

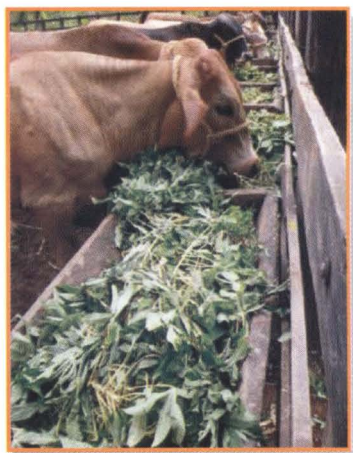


Figura 16. Vacas consumiendo yuca fresca, Tallo picado y Raíces frescas.
Fuente: Miguel Gómez Galeano. M.V.Z Artículo técnico: "Utilización de la Yuca en la alimentación de Rumiantes en la costa norte colombiana" [http://www. Engormix.com](http://www.Engormix.com)

5.2.3. Ensilaje de hojas de yuca

Su empleo esta sujeto a las condiciones medioambientales existentes ya que sí por ejemplo fuera mas fácil emplear el heno por buenas condiciones de secado lo utilizarían, sin embargo siempre no las hay y se emplean los silos.

Generalmente la yuca ha sido un alimento potencialmente energético donde la gran parte del forraje es desperdiciado en el campo y sin embargo sus hojas tienen una calidad nutricional que es comparable con el de la alfalfa en la nutrición animal (Velloso et al, 1967; Modesto et al, 2002).



Figura. 16 Ensilaje de Follaje de Yuca
Fuente: Clayuca-CIAT.

Para su empleo en ensilaje se pica el material en partículas entre 1 a 2.5 cm., buscando además condensar el ensilaje con un aumento de la densidad y consecuentemente reduciendo la porosidad de este, obteniendo una calidad es su fermentación así como una mayor estabilidad del silo durante el uso.

Se aprovecha en lo posible toda la parte aérea, que contendrá un contenido de carbohidratos hidrosolubles de 18 a 22%, se cubre totalmente con un neumático o lona evitando al máximo entrada de tierra, se compacta las capas de 20 cm.; se espera un tiempo de tres meses para destapar el silo. Según Almeida, (2006) cuando se emplean en ensilajes con mezclas Ej. Con pasto elefante se coloca un 25% de la parte aérea de la yuca mezclada para mejorar la fermentación y valor nutricional ó con un 5% de la parte aérea a intervalos de 20 cm., cuando se emplea la hoja de yuca que coincide con la cosecha de la raíz, se aconseja hacer una poda antes de su cosecha.

En resultados de ensayos brasileros (Gómez et al., 1982) afirma haber obtenido valores en proteína bruta (PB) para un ensilaje del tercio superior de la hoja de yuca de 19.46% con una variación de 9.5% pero que sin embargo se asimilan a análisis químicos en heno con MS de 22.21 y 23.12% para (PB). (Sniffen et al., 1992 citado por Modesto, et al., 2002) obtuvo valores aproximados en heno con (PB) que varía entre 24.89 y 27.35%

El ensilaje de yuca en bovinos es viable cuando los costos de producción den para emplearlo en la dieta.

Dos de los casos más empleados son:

○Estabulamiento total, (Programa único) aquí es el componente energético principal, se suministra a voluntad el ensilaje de yuca suplementado con Proteína, Vitaminas y Minerales.

○Ensilaje de yuca (Programa mixto) como parte del complemento de forrajes (de corte, henificados, de pastoreo o ensilados)

Según (Kayouli y Lee, 1998), el alto contenido de carbohidratos fermentables hacen de las raíces un aditivo energético óptimo para ensilajes mixtos con desechos de pescado, hojas de yuca, semillas y camadas de aves, se recomienda triturar primero las hojas y luego ensilarlas (solas ó mezcladas) con alimentos ricos en energía como residuos de banano, raíces, mientras la planta entera si se tritura y ensila.

Ensilajes empleados en base fresca en sistemas de producción lecheros a pequeña escala de Asia, fueron exitosos usando un silo mixto de hoja de yuca triturada (15%), raíces de yuca triturada (25%), Pseudotallo banano (10%), Camada de aves (10%), Melaza (10%), Orujo cerveza (30%), con resultados organolépticos (olor, color, textura) y pH de 3.5 4.5 óptimo, que dieron resultados, aumentando la producción lechera y causando impacto en poblaciones marginales del pacifico sur. (Kayouli, C., Lee, S. 1998)

(Zambello et al, 2004) evaluaron las características de la parte aérea de la yuca sometida a procesos de ensilaje y heno, los tratamientos consistieron en: parte aérea de la planta de yuca sometida al ensilaje antes del marchitamiento (PASM), parte aérea ensilada después de marchita (PAM) y parte aérea en forma de heno, se realizaron análisis químicos para determinar la calidad nutricional del ensilaje y del heno.

El marchitamiento incrementa la concentración de materia seca de 25 a 27.7 %, sin cambiar la concentración de carbohidratos solubles (33.3 y 35.5 % en el ensilaje con material sin marchitar y con material marchito respectivamente) como también la capacidad tampón de 204 mmol kg⁻¹ en ESM y 195 mmol kg⁻¹ en PASM y PAM respectivamente, la concentración de nitrógeno ligado a la fibra fue de 11.32, 9.99 y 15.39 % para PASM, PAM y en heno respectivamente. El marchitamiento causa un incremento en la concentración de amonio pasando de 6.5 % a 13 % de PASM a PAM, la concentración de ácidos grasos volátiles no cambian con el marchitamiento

En la Tabla 9 se presentan la composición nutricional de subproductos tropicales aptos para ensilar., incluidos la hoja y la raíz de la yuca. FAO, (2000)

Tabla 10. Valor nutritivo de subproductos tropicales aptos para ensilar y su uso en raciones de vacas lecheras

Alimento	Por kg de MS				Por kg de materia fresca		Inclusión fresco (kg/día)
	MS (%)	EM (Mj/kg)	PB (g/kg)	FB (g/kg)	PB (g/kg)	FB (g/kg)	
Seudotallo Banano	9.5	5.5	20	210	0.52	20.0	5-10
Cáscara banano	15.0	6.7	42	77	1.0	11.6	2-5
Banano maduro	30.0	11.5	54	22	3.5	6.6	2-5
Yuca, hoja	16.0	6.7	23.5	19.0	1.1	30.4	3-6
Yuca, raíz	28.5	12.5	16	52	3.6	14.8	5-15
Melaza	78.0	11.5	15	0.00	9.0	0.0	0.5-2
Name, hoja	24.0	7.3	120	250	1.8	60.0	2-5
Name, raíz	34.0	13.5	80	25	4.6	8.5	2-5
Camada de aves	82.0	8.2	265	145	6.7	119.0	0.5-2
Salvado de trigo	89.1	8.1	160	137	7.3	122.1	1-3
Pulpa cítricos	23.0	10.3	75	200	2.4	46.0	Hasta 15

Fuente: FAO, 2000

5.2.4. Heno de follaje de yuca

El heno de follaje de yuca tiene buena aceptación por los animales pero inferior que el forraje oreado, hay varias formas de producirlo que puede ser secando al sol los el tallo y las hojas de cultivos para forraje (Wanapat, 2001) pero la que ha dado mejor resultado es un método utilizado por campesinos de (Ciénaga de Oro Colombia) para secar los chips de raíces de yuca. (Cruz Arroyo comunicación personal) Que consiste en extender carpas de polietileno negro y depositar los chips; en el caso del forraje se pica y se deposita con una densidad de 8 kg./m³ y en caso de lluvias simplemente se doblan los pliegues de la carpa y así se protege el material de la lluvia. Se recoge con un porcentaje de humedad alrededor del 12% obteniéndose cuando el forraje crepita como papa frita u Hoja seca. (Gómez, 2007)

(Wanapat et al, 1997), reportan en heno de yuca altos niveles de proteína cruda (25%) y niveles bajos de FDN. El consumo voluntario del heno de yuca fue de 3.1% de peso vivo y la digestibilidad de la materia seca fue del 71%. La digestibilidad de la materia seca del heno en rumiantes fue relativamente alta, mientras que la que la digestibilidad de la proteína fue baja mostrando potencial para ser usada como proteína sobrepasante.

(Wanapat., 2000), en un ensayo de sustitución de concentrado comercial por hojas de yuca en forma de heno, reporta ligeros aumentos de la producción de leche, los contenidos de grasa, de proteína y de sólidos totales. Tabla 10

Tabla 11. Efecto del Heno de Yuca sobre el Rendimiento y Composición de La leche en vacas Lactantes

Heno Yuca Kg/d	Leche, 3.5 % Grasa Kg./d	Grasa %	Proteína %	SNG
0 (8.8 kg Conc)	14.2a	4.1a	3.4a	8.74
0.88 (10% Conc)	15.7c	4.2a	3.34b	8.80
1.7 (20% Conc)	14.9b	4.6b	3.50c	8.81

Fuente: **Wanapat. (2000)**

Un método que ha dado buenos resultados es el utilizado por campesinos de (Ciénaga de Oro Colombia) para secar los chips de raíces de yuca. (Cruz Arroyo comunicación personal) Que consiste en extender carpas de polietileno negro y depositar los chips; en el caso del forraje se pica y se deposita con una densidad de 8 kg. /m³ y en caso de lluvias simplemente se doblan los pliegues de la carpa y así se protege el material de la lluvia. Se recoge con un porcentaje de humedad alrededor del 12% obteniéndose cuando el forraje crepita como papa frita u Hoja seca. (Gómez, 2007)

(T. Siitiola, citado por Wanapat *et al.*, 1997), afirma que alimentar vacas lecheras con heno del follaje de yuca lleva a una prolongación de la vida útil de la leche fresca, facilitando así la recolección de la leche en situaciones donde no se cuenta con equipos de refrigeración a nivel de finca.

6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción del ensayo realizado en la Finca Brasilia, se estimaron con base en la plantilla de estimación de costos utilizada por el programa CLAYUCA-CIAT (2006) y tomando como referencia para el análisis la densidad 2 (71.429 plantas/ha) por ser esta densidad una de las mas adecuadas para hacer la siembra y cosecha de forma mecanizada.

El establecimiento de una hectárea de yuca forrajera sin mecanización en la finca Brasilia tiene un costo estimado de \$ 1'460.423. Si la siembra y cosecha del material se hiciera de forma mecanizada, dicho valor se reduce a \$1'169.153, debido a la diferencia en el número de jornales. (Tablas 12 y 13).

El costo por kilogramo de forraje verde de yuca forrajera sin mecanización y con mecanización se estimó en \$ 57.38 y \$ 45.93 respectivamente.

Entre tanto, el costo por kilogramo de materia seca producida sin y con mecanización se estimó en \$297.21 y \$237.93 respectivamente.

Tabla 12. Costo de producción de yuca forrajera sin mecanización

Actividad	Costo/ha	Costo/ha/ corte
1. Costos Directos		
1.1 Preparación de Terreno	188.991	47.248
1.2 Semilla/Siembra	2.539.225	634.806
1.3 Control de malezas	160.000	160.000
1.4 Fertilización	477.300	119.325
1.5 Control de plagas y enfermedades	129.500	129.500
1.8 Cosecha	300.000	300.000
Total Costos Directos	3.795.016	1.390.879
2. Costos Indirectos		
2.1 Imprevistos (5% C.D.)	189.751	69.544
Total Costos Indirectos	189.751	69.544
Total Costos de Producción/ha	3'984.768	1'460.423

\$ 1'460.423 / 25453 Kg FVD / ha = \$ 57,38 Kg FVD de YUCA

Contenido de MS del forraje = 19,28 %

1000 g MS * $\frac{1 \text{ Kg FVD}}{192,8 \text{ g MS}}$ = 5,18 **Kg FVD** se requieren para obtener 1Kg de MS Por tanto, producir **1 Kg de MS** de Forraje de Yuca cuesta \$ 297,21

Tabla 13. Costo de producción de yuca forrajera con mecanización

Actividad	Costo/ha	Costo/ha/corte
1. Costos Directos		
1.1 Preparación de Terreno	188.991	47.248
1.2 Semilla/Siembra	1.939.225	484.806
1.3 Control de malezas	132.600	132.600
1.4 Fertilización	477.300	119.325
1.5 Control de plagas y enfermedades	129.500	129.500
1.8 Cosecha	200.000	200.000
Total Costos Directos	3.067.616	1.113.479
2. Costos Indirectos		
2.1 Imprevistos (5% C.D.)	153.380	55.674
Total Costos Indirectos	153.380	55.674
Total Costos de Producción/ha	3.220.996	1.169.153

\$ 1'169.153/25.453 Kg FVD / ha = \$ 45.93 Kg FVD de YUCA

Contenido de MS del forraje = 19,28 %

1000 g MS * $\frac{1 \text{ Kg FVD}}{192,8 \text{ g MS}}$ = 5,18 **Kg FVD** requeridos para obtener 1Kg de MS Por tanto, producir **1 Kg de MS** de Forraje de Yuca cuesta \$ 237,94

7. CONCLUSIONES

Por sus características agronómicas y versatilidad de adaptación el cultivo de yuca *Manihot esculenta* Crantz presenta las siguientes condiciones y características para su utilización como cultivo forrajero en alimentación de animales rumiantes

Condiciones de clima y suelos:

- Se siembra desde el nivel del mar hasta los 2300 m.s.n.m, se adapta bien a lugares con poca precipitación (menos de 1000 mm/año). Sin embargo, sus mejores rendimientos se dan en lugares con precipitaciones entre 1000 y 3000 mm/año La temperatura promedio para un buen desarrollo del cultivo es de 28 C.
- La yuca se adapta bien desde suelos con textura arenosa, hasta arcillosos, pasando por los francos a suelos ácidos (pH 5 - 5.5) y alcalinos (pH 8 - 9), es tolerante a altos niveles de Al y Mn. Suelos con capas impenetrables a 30 - 40 cm. son aconsejables, pues al impedir la profundización de las raíces, facilitan la cosecha. No se ha observado reducción en los rendimientos de yuca en suelos con una saturación de aluminio de hasta el 80%, en condiciones de campo
- Según estudios hechos en suelos Colombianos se identifico el Potasio (K) como un elemento limitante y esencial en la producción de yuca. Sé debe tener en cuenta que cuando se siembra por largos periodos el K se agota.

Principales características fisiológicas:

- La planta de yuca presenta fisiológicamente cuatro fases principales; Brotación de las estacas, formación del sistema radicular, desarrollo de los tallos y hojas, engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos.
- En los primeros tres meses de desarrollo, la planta ya esta 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
- Después de 3 ò 4 meses, la planta comienza a engrosar las raíces, y a traslocar mayor cantidad de nutrientes a éstos órganos, retardando el crecimiento aéreo tanto en tamaño como en la tasa de formación de hojas por ápice.

- La planta de yuca tiene gran capacidad de recuperarse después de cada corte y puede durar hasta 2 años y unos meses, periodo durante el cual es posible obtener cortes trimestrales de forraje
- Cuando la yuca crece en condiciones de baja fertilidad el cultivo reduce su Índice de Área Foliar (IAF) y mantienen el contenido de nutrientes en las hojas a un nivel alto, logrando un uso de nutrientes maximizando la tasa de crecimiento cuando la disponibilidad de estos es limitada. La biomasa total se reduce por la deficiencia de nutrientes, bajando el crecimiento aéreo
- Durante el crecimiento, el contenido de N, P, K aumenta en mayor proporción en las hojas y pecíolos hasta los 3 o 4 meses, mientras que los contenidos de estos elementos tienden a aumentar en tallos y raíces después de los 6 meses

Métodos y densidades de siembra:

- La siembra se hace de forma manual o con sembradoras mecánicas, se emplea la propagación asexual (estacas de tallos entre 20 30cm de largo) enterrados a una profundidad de 10cm. al comenzar las lluvias y se recoge entre 7 y 9 meses después coincidiendo su cosecha con la escasez de alimento que se presenta en la época de sequía
- Cuando la yuca es destinada únicamente para la producción de forraje para suministro en fresco o elaborar ensilaje, se debe sembrar a 60, 80 centímetros entre surcos y 5 a 6 estacas inclinadas por metro lineal, para tener una población de 62.500 a 100.000 plantas por hectárea. Los cortes deben realizar cada tres meses a una altura de unos 15 a 20 centímetros del suelo
- La densidad de siembra no tiene efecto directo en el contenido nutricional del forraje producido, más bien esta determinado por la frecuencia de corte y por la fertilización del cultivo

Principales plagas:

- El gusano cachón *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), capaz de consumir grandes cantidades de hojas a lo largo de su ciclo de vida. Las altas poblaciones de este gusano, son perjudiciales para el mantenimiento y rendimiento de la yuca forrajera

Los Trips que son insectos raspadores, se han identificado varias especies de trips que atacan la yuca: *Frankliniella williamsi* Hood, *Scyrtotrips manihoti*, *Corynotrips stenopterus* y *Caliotrips masculinus*. Todas pertenecen a la familia Thripidae. • Dependiendo de la especie, prefieren las yemas terminales o las hojas intermedias o bajas

- Los Ácaros que son chupadores de follaje, se han reportado más de 40 especies de ácaros que se alimentan de la hoja del follaje de la yuca de las cuales las más frecuentes son: *Mononochellus tanajoa*, *M. caribbeanae*, *Tetranychus cinnabarinus* y *T. urticae*

- La Mosca Blanca (*Aleurotrachelus socialis*) puede causar pérdidas económicas por daño indirecto como indirecto. El daño directo es causado por las ninfas y adultos que extraen la savia de las plantas, produciendo debilitamiento, amarillamiento, deformación del follaje y defoliación.

- Los daños indirectos pueden deberse a la acumulación sobre la planta de las secreciones azucaradas producidas tanto por las ninfas como por los adultos, la cual favorece el crecimiento de la fumagina que interfiere y reduce la fotosíntesis y otros procesos biológicos .

- El primer paso en el control de la mosca blanca es un estricto programa de sanidad vegetal. El objetivo de este debe comenzar por eliminar las posibles fuentes de la plaga hacia el cultivo, el uso de variedades tolerantes o resistentes al insecto como la variedad NATAIMA-31 desarrollada en CIAT- Colombia. De otro lado el uso de semillas certificadas y la utilización de maquinarias y herramientas libres de la plaga complementan las medidas de higiene del cultivo.

- En la utilización del control químico dentro de un esquema de manejo integrado es muy importante la rotación de productos de diferente grupo químico y la utilización de productos de poca persistencia y alta selectividad. Los ingredientes activos de mayor selectividad a mosca blanca son: Burpofezin y Piriproxifen

- Es posible mantener las poblaciones de insectos plagas a niveles bajos mediante la implementación de control biológico con algunos Himenópteros predadores como la *Polistes sp*, parasitoides de huevos como *Trichogramma spp*, *Telenomus sphingis*, *T. dilophonotae* y *O. submetalicus*; otra opción de control es el uso de entomopatógenos como el Baculovirus o también el *Bacillus thuringiensis*.

Principales enfermedades:

- La Cercospora es una enfermedad fungosa, conocida como la “mancha parda” de la hoja, el agente causante de la enfermedad es el *Cercosporidium henningsii*, Para reducir la severidad de la infección se recomienda reducir el exceso de humedad en la plantación, utilizar fungicidas a base de oxido de cobre y oxiclورو de cobre suspendidos en aceite mineral, siendo el mejor control el uso de variedades resistentes
- La Antracnosis es una enfermedad fungosa causada por organismos denominados *Glomerella manihotis* Chev, *Colletotrichum manihotis* Henn. Se caracteriza por la presencia de manchas foliares hundidas, similares a las causadas por *Cercospora henningsii*, aunque aparecen hacia la base de las hojas, causando posteriormente la muerte total de las mismas. En la porción verde del tallo se presentan depresiones ovals de color marrón con un punto de tejido verde normal en el centro en la parte leñosa se forman chancros sobre la epidermis deformando el tallo
- *Phoma* sp es una enfermedad fungosa causada por especies del hongo *Phoma*, comúnmente encontrada en áreas yuqueras frías de Colombia, se manifiesta como manchas de color marrón con anillos circulares generalmente en las puntas y en los borde de los lóbulos foliares o a lo largo de la vena central o de otras venas secundarias, en variedades susceptibles causa una severa defoliación, provocando la muerte descendente en el tallo
- Se desconoce el mecanismo de supervivencia del hongo durante los periodos secos y calientes. Se sugiere que el hongo puede producir su estado sexual en el tallo infectado y en desechos foliares, pero esto no ha sido aún observado ni registrado. Los tratamientos químicos durante la época lluviosa pudieran ser efectivos en aquellas áreas donde la enfermedad es endémica; se usan Carbendazim y Benomyl
- La Pudrición Bacteriana del Tallo es producida por la bacteria *Erwinia carotovora* causa daño a las estacas que se usan para la siembra, afectando su calidad y su desarrollo en el suelo. Se caracteriza por la pudrición acuosa y olorosa del tallo. Los cogollos sufren marchitez. Utilizando variedades resistentes, material de siembra sano, quemando tallos afectados y residuos de cosecha se puede controlar la enfermedad

Rendimientos en la producción de follaje de yuca

Básicamente se utilizan dos tipos de cultivo de yuca: el tradicional, de diez mil plantas por hectárea, para producir alrededor de 20 toneladas de raíz y 15 toneladas de soca por hectárea y otro cultivo exclusivo para producción de follaje de ciento veinte mil plantas por hectárea que produce 20 toneladas de follaje por corte cada 90 días y dura aproximadamente dos años y el cultivo al terminarse tiene una producción marginal de raíces

- Es posible obtener mas de 30 t/ha/año de materia seca, cuando se utilizan materiales con buen potencial forrajero, sembrados a distancias de 30x30 cm. (111.000 plantas /ha) haciendo cortes trimestrales. La densidad de siembra afecta negativamente el peso fresco individual de cada planta y positivamente la producción del forraje total por unidad de área. Al ampliar el tiempo de corte de 3 a 5 meses, aumenta la cantidad de forraje de 20 a 23% y disminuye el contenido de proteína cruda de 18 a 13%
- En cultivos destinados a la producción forrajera es conveniente cosechar cada 2 a 3 meses y mantener el cultivo durante 1 2 años para obtener un producto de mejor calidad y excelente rendimiento Cuando el cultivar se destina exclusivamente a la producción de forraje, es posible obtener aproximadamente 150 t/ha/año de material fresco
- La producción forrajera de la variedad de yuca HMC-1, se evaluó bajo tres densidades de siembra (D1:40.000, D2:71.429 y D3:100.000 plantas/ha). por espacio de un año, (cortes a los 102, 183, 270, y 370 días pos-siembra). El corte del material vegetal se hizo manualmente a una altura de 40 cm. del suelo tomando muestras representativas de hojas, tallos, pecíolos
- En el primer corte (102 días pos-siembra), se obtuvieron rendimientos de FVD, de 23.8, 21.2 y 26.9 t/ha, en el segundo corte (183 días pos-siembra) 27.1, 25.4, 29.4 t/ha, en el tercer corte (270 días pos-siembra) 31.6, 29.7, 33.0 t/ha y en el cuarto corte (370 días pos-siembra) 16.1, 15.1, 19.0 t/ha. Los rendimientos totales al año fueron de 98.6, 91.4 y 108.3 t/ha/año de FVD, en las densidades 1, 2, 3 respectivamente.
- Los rendimientos promedios en la producción de follaje Seco, FS, en el primer corte fueron de 4.4, 3,8 y 4,7, en el segundo corte 5.1, 4.8 y 5.5, en el tercer corte, 5.8, 5.2 y 6.2; y en el cuarto corte 3.1, 2.5 y 3.7 t/ha (Tabla 3). Los rendimientos totales al año fueron de 18.4, 16.3, y 20.1 t/ha/año de FS para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente

Composición nutricional del follaje de yuca para alimentación de rumiantes

- La composición nutricional del follaje de yuca varía en calidad y cantidad, según el tipo de cultivar, edad y época de la planta al momento del corte, la fertilidad de los suelos, y el clima, disponibilidad de agua, densidad de siembra y proporción entre hojas (lamina foliar mas pecíolos) y tallos.
- A mayor edad de la planta, el contenido de proteína es menor, y el contenido de materia seca y la fibra son mayores. Si la proporción de las hojas respecto a los tallos y pecíolos es mayor, habrá mayor concentración de proteínas y menor concentración de fibra y materia seca
- Las hojas de yuca han sido usadas como fuente de proteína. El consumo y digestibilidad del follaje de yuca es bajo debido a los altos niveles de taninos condensados. El cosechar el follaje en un estado temprano (3 meses) reduce el contenido de taninos e incrementa el contenido de proteína (25% de Materia seca) resultando en un alto valor nutritivo
- El contenido de taninos condensados en el follaje de yuca tiene un efecto gastrointestinal antihelmíntico
- Debido al mayor contenido de proteína de la parte aérea, los valores de esta tienen mayor importancia relativa que la proteína de las raíces. Esta parte aérea, y especialmente las hojas, presentan altos contenidos que oscilan entre el 22 y 28% comparables con los de alfalfa y otras leguminosas. lo cual hace que pueda ser utilizada promisoriamente en la alimentación de los rumiantes
- Cuando los cortes se hacen más seguidos el contenido de Proteína aumenta en forraje de yuca; 23.3% en materiales cosechados a los 90 días y de 17.07% en cosechas mayores de los 90 días
- Normalmente, las hojas contienen más del doble de proteína que los tallos El nivel de lisina en el follaje de yuca es alto (7.2 g/100 g de proteína), que es un aminoácido esencial muy escaso en la naturaleza; superando en este aminoácido a la harina de Soya, que es la fuente de elección de los países desarrollados para dietas de rumiantes

- La concentración de proteína cruda el follaje de la variedad de yuca HMC-1 se evaluó bajo tres densidades de siembra. Los porcentajes obtenidos en el primer corte (102 días pos-siembra), fueron de 27.7, 23.7 y 22.4 %, en el segundo corte (183 días pos-siembra) 24.1, 24.8, 23.6 y en el tercer corte (270 días pos-siembra), 25.2, 26.4, 25.1 %, para las densidades de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente
- El nivel energético del follaje de yuca se ve afectado con el contenido de fibra bruta. El principal componente energético en el follaje es la proteína, pero también el extracto etéreo que además de energía aporta ácidos grasos esenciales
- Las hojas frescas contienen menos de 500 Kcal./Kg de energía metabolizable, mientras la harina de hojas contiene 1600 a 1700 Kcal. Los dos factores limitantes mencionados hacen de las hojas de yuca un producto más adecuado para la alimentación de rumiantes
- Los contenidos energéticos expresados como nutrientes digestibles totales (NDT), Energía digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta de Lactancia (NEL) en el follaje de la variedad de yuca HMC-1, bajo tres densidades de siembra se calcularon utilizando ecuaciones
- El contenido de NDT fue de 59, 60.5 y 61 %.; el de ED 3.04, 3.08 y 3.08 Mcal/Kg, el de EM 2.62, 2.66 y 2.66 Mcal/Kg y el de NEL fue de 1.64, 1.67, 1.67 Mcal/Kg, para las densidades de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente
- Los niveles de fibra en el follaje de yuca son generalmente inferiores al que presentan otros forrajes tropicales utilizados como fuente de proteína. El proceso de lignificación se incrementa considerablemente después de que la planta desacelera su crecimiento y, como resultado de la madurez, afecta tanto a los tallos como a las hojas, ocasionando así una disminución progresiva del valor nutritivo de estas
- Los contenidos de la Fibra en Detergente Neutro, FDN en forraje de yuca son ampliamente variables, de 32.3 hasta 58.8%, dependiendo de los métodos de cultivo, la variedades, las densidades de siembra y las épocas de corte
- De igual forma, los contenidos de la Fibra en Detergente Acido, FDA en forraje de yuca de 27 hasta 34.9 %.

- El contenido Vitaminas y Minerales de estos elementos en la parte aérea es superior al encontrado en las raíces, se presenta mayor cantidad de carotenos, vitamina C y vitaminas B1, B2, calcio, fósforo, y minerales, pero sus niveles de vitamina E son muy bajos
- Existen variaciones importantes entre un forraje tierno y uno maduro en cuanto al contenido de vitamina A y del complejo B. la mayor parte de la vitamina A se encuentra en forma de Beta-caroteno, que se convierte en vitamina A en la mucosa intestinal. La eficiencia de la conversión en los bovinos es de $\pm 25\%$.
- La Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca (DIVMS%), en el follaje de la variedad de yuca HMC-1. con cortes a los 102, 183, y 270 días post-siembra. fue de 52.7, 49.7 y 51.3 %, en el segundo corte, 46.0, 45.0 y 45.8 % y en el tercer corte, 42.9, 43.3 y 45.4 % para las densidades 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente

Contenido de Ácido Cianhídrico HCN del follaje de yuca

- Cuando se les es suministrada yuca a los animales de variedades amargas sin ser procesadas o altos niveles de yuca fresca de variedades dulces a las cuales no se les conozca el contenido de Ácido Cianhídrico HCN, se puede producir intoxicación a los mismos.
- Niveles altos de HCN aunque no lleguen a producir sintomatología de intoxicación pueden inhibir la debida absorción de carbohidratos y proteína. En caso de intoxicación el tratamiento es suministrar vinagre vía oral o tiosulfato de sodio o nitrato de sodio inyectado.
- Las condiciones ambientales pueden afectar el contenido de cianógenos de la yuca haciendo que un cultivar dulce proveniente de determinada zona se torne amargo en una zona distinta, el contenido de Ácido cianhídrico también varía con la edad de la planta tanto en hojas como en raíces
- Es aconsejable picar el follaje para que el ácido cianhídrico disminuya, por otra parte si la deshidratación es acompañada por temperaturas altas el efecto de la enzima se inactiva disminuyendo la liberación del ácido cianhídrico, es importante tener en cuenta que las altas temperaturas pueden disminuir la concentración de aminoácidos y vitaminas.
- También se considera estos compuestos como los responsables de la repelencia que las plantas ejercen sobre algunos insectos herbívoros en general, lo mismo sucede en variables consideradas como amargas, cuyo contenido de HCN es mayor de 100ppm, en lo que respecta a la tolerancia a ciertas enfermedades

- La concentración de Acido Cianhídrico (HCN) Total y Libre en el follaje de la variedad de yuca HMC-1 en el segundo corte(183 días pos-siembra) y cuarto corte(370 días postsiembra), de HCN total fueron de 196.2, 182.0 y 165.5 ppm en el segundo corte y 368.7, 315 y 288.7 ppm en el cuarto corte para las densidades de siembra de 40.000, 71.429 y 100.000 plantas/ha respectivamente

- El contenido de Ácido Cianhídrico Libre (HCN-Libre) en el segundo corte fue de 42.7, 41.7 y 43.2 ppm y en el cuarto corte de 53.0, 46.3 y 35.3 ppm para las densidades de 40.000, 71429 y 100.000 plantas /ha respectivamente

- Para los rumiantes el proceso de digestión fermentativa en el rumen neutraliza el efecto del ácido cianhídrico y no se ha reportando problemas, aún si el forraje es suministrando en forma fresca.

- La leche de las vacas que consumen heno de yuca , puede retardar su deterioro entre 8 y 24 horas, debido a niveles tolerables de tiocianato endógeno segregados en la leche; los tiocianatos son producto residual de la reacción en el organismo animal del un consumo de ácido cianhídrico, el cual actúa como preservante de la leche

Utilización de las raíces de yuca en alimentación de rumiantes:

- Las raíces tienen alta aceptación por el ganado; pueden ser suministradas tanto en época de lluvias como de sequía, tiene una digestibilidad del 90%, un contenido de materia seca de alrededor del 35%. del cual el 80% es almidón que aporta energía al animal, el cinco por ciento de este almidón escapa a la fermentación ruminal, aportando glucosa., el resto sirve como sustrato altamente fermentable contribuyendo al incremento de proteína bacteriana y producción de ácidos grasos volátiles en el rumen.

- Las raíces y el follaje de yuca recién cosechados son perecederos (alto nivel de humedad). En las raíces hay niveles constantes (62 - 68%) de agua, mientras en el follaje es mas variable (65 - 80%). Se encuentran valores de MS de las raíces y follaje equivalente a un 35% y un 28% de su peso fresco.

- La Raíz de yuca fresca se ha suministrado hasta 6 kilos de la variedad de yuca “venezolana”, con niveles de 70mg de HCN/kg. de raíz fresca) en época de sequía en la Costa Atlántica (Tolú Viejo, Sucre, Colombia) sin que los ganados presenten problemas

•El contenido de almidón y azúcares presentes en las raíces de yuca se encuentran en una relación 80:20 respectivamente. El almidón y los azúcares se digieren fácilmente (89% de digestibilidad) en el estómago del rumiante a las 24 horas de consumidos, por esa razón, la yuca es una fuente de energía fácilmente digerida por los microbios del estómago del rumiante

•Las diferentes formas de suministro de raíces secas de yuca (rodajas chips, o Harina) tanto en épocas de lluvias como en sequía son de alta aceptación por los ganados, se ha utilizado como reemplazo del forraje faltante en épocas seca, en la Costa Atlántica (Gallo Crudo, Córdoba, Colombia), los novillos pasaron de ganar 200g/día a 780g/día; consumiendo 2.5 Kg./animal/día, mas bloque de melaza obteniéndose un balance económico positivo

Utilización del follaje de yuca en alimentación de rumiantes

•Se aconseja utilizar preferiblemente follaje que contenga hojas, pecíolos y tallos verdes o partes tiernas de las ramas; Se debe evitar el uso de tallos principales o partes leñosas Se debe suministrar en forma fresca (oreada), heno o ensilaje

•El forraje fresco se puede emplear en combinaciones de 75-25 ó 50-50 de pasto y forraje de yuca, respectivamente. En un ensayo donde se midió la ganancia de peso en novillos de engorde, donde las dietas fueron D1: pasto elefante, D2: pasto elefante (75%) + forraje de yuca (25%) y D3: pasto elefante (50%) + forraje de yuca (50%), siempre se alcanzaron los mayores rendimientos cuando se utilizó el forraje de yuca que cuando se utilizó el pasto solo, obteniendo una ganancia de peso promedio de 306, 461 y 445 g/día respectivamente

•El follaje de yuca cortado a los 90 días de rebrote también es muy aceptado por los animales tanto en época lluviosa como en sequía; tiene un contenido de materia seca del 18% y es una buena fuente proteica, de alrededor del 24%. El 32% de esta proteína es sobrepasante, el resto se fermenta en el rumen;) con un nivel de taninos condensados del 3% que tiene efecto antihelmíntico

•En trabajos realizados en raciones para terneros de levante se observó que el follaje de yuca reemplazaba en forma satisfactoria el concentrado de granos como fuente de energía y proteína, y que niveles altos de follaje por encima de 10 kilos en la ración diaria no afectaba los aumentos de peso.

•En trabajos realizados en raciones de novillas Holstein durante la etapa de crecimiento el usó el follaje de yuca como suplemento en pastoreo, se obtuvieron mejores rendimiento de peso

Utilización de la soca de yuca en alimentación de rumiantes

- La soca de yuca es un recurso fibroproteico que contiene el tercio superior de la planta incluyendo tallos blandos alrededor del 12% de proteína y un 6 % de proteína en los tallos duros además posee un 35% de fibra

- En la Costa Atlántica (Montería, Córdoba, Colombia) se utilizó la soca de yuca en un 50% de la dieta básica en novillas F1 Simmental / Cebú confinadas, alcanzando a ganar 600g/día, Además de suplementar en época seca todos los ganados con soca de yuca (clon 1433-4) que tiene un contenido de HCN de 45mg/kg./soca fresca , se obtuvieron consumos de más de 10kg./animal/día y se han mejorado los servicios por concepción en 25% con relación a otros años donde los animales recibían una suplementación de Caña de azúcar a voluntad/ 1.4kg./de semilla de algodón animal/día mas bloque melaza urea al 10%.

Ensilaje de follaje de yuca en alimentación de rumiantes

- Para el empleo del follaje de yuca en ensilaje se pica el material en partículas entre 1 a 2.5 cm., buscando además condensar el ensilaje con un aumento de la densidad y consecuentemente reduciendo la porosidad de este, obteniendo una calidad es su fermentación así como una mayor estabilidad del silo durante el uso

- Se aprovecha en lo posible toda la parte aérea, que contendrá un contenido de carbohidratos hidrosolubles de 18 a 22%, se cubre totalmente con un neumático o lona evitando al máximo entrada de tierra, se compacta las camadas de 20 cm.; se espera un tiempo de tres meses para destapar el silo.

- Cuando se emplea en ensilajes con mezclas Ej. Con pasto elefante se coloca un 25% de la parte aérea de la yuca mezclada para mejorar la fermentación y valor nutricional ó con un 5% de la parte aérea a intervalos de 20 cm., cuando se emplea la hoja de yuca que coincide con la cosecha de la raíz, se aconseja hacer una poda antes de su cosecha.

- El ensilaje de yuca en bovinos es viable cuando los costos de producción den para emplearlo en la dieta.

- Dos de los casos más empleados para utilizar el ensilaje son.

Estabulamiento total, (Programa único) aquí es el componente energético principal, se suministra a voluntad el ensilaje de yuca suplementado con Proteína, Vitaminas y Minerales.

Ensilaje de yuca (Programa mixto) como parte del complemento de forrajes (de corte, henificados, de pastoreo o ensilados)

- Ensilajes empleados en base fresca en sistemas de producción lecheros a pequeña escala de Asia, fueron exitosos usando un silo mixto de hoja de yuca triturada (15%), raíces de yuca triturada (25%), Pseudotallo banano (10%), Camada de aves (10%), Melaza (10%), Orujo cerveza (30%), con resultados organolépticos (olor, color, textura) y pH de 3.5 4.5 óptimo, que dieron resultados, aumentando la producción lechera y causando impacto en poblaciones marginales del pacífico sur
- La evaluación de las características de la parte aérea de la yuca sometida a procesos de ensilaje y heno, se realizó con tratamientos que consistieron en: 1) parte aérea de la planta de yuca sometida al ensilaje antes del marchitamiento (PASM), y 2) parte aérea ensilada después de marchita (PAM) y 3) parte aérea en forma de heno, se realizaron análisis químicos para determinar la calidad nutricional del ensilaje y del heno.
- El marchitamiento incrementa la concentración de materia seca de 25 a 27.7 %, sin cambiar la concentración de carbohidratos solubles (33.3 y 35.5 % en el ensilaje con material sin marchitar y con material marchito respectivamente) como también la capacidad tampón de 204 mmol kg⁻¹ en ESM y 195 mmol kg⁻¹ en PASM y PAM respectivamente, la concentración de nitrógeno ligado a la fibra fue de 11.32, 9.99 y 15.39 % para PASM, PAM y en heno respectivamente. El marchitamiento causa un incremento en la concentración de amonio pasando de 6.5 % a 13 % de PASM a PAM, la concentración de ácidos grasos volátiles no cambian con el marchitamiento

Utilización del follaje de yuca en forma de heno en alimentación de rumiantes

- Tiene buena aceptación por los animales pero inferior que el forraje oreado, existiendo varias formas de producirlo que puede ser secando al sol los tallos y las hojas de cultivos para forraje.
- Un método utilizado por campesinos de Ciénaga de Oro, Colombia, para secar los chips de raíces de yuca que ha dado mejores resultados consiste en extender carpas de polietileno negro y depositar los chips; en el caso del forraje se pica y se deposita con una densidad de 8 kg./m³ y en caso de lluvias simplemente se doblan los pliegues de la carpa y así se protege el material de la lluvia. Se recoge con un porcentaje de humedad alrededor del 12% obteniéndose cuando el forraje crepita como papa frita u Hoja seca.

- Reportes de Tailandia afirman que alimentar vacas lecheras con heno del follaje de yuca lleva a una prolongación de la vida útil de la leche fresca, facilitando así la recolección de la leche en situaciones donde no se cuenta con equipos de refrigeración a nivel de finca.

Estimación de los Costos de Producción del cultivo de yuca

- Los costos de producción, estimados con base en la plantilla de costos utilizada por el programa CLAYUCA-CIAT (2006) y tomando como referencia para el análisis la densidad de 71.429 plantas/ha, por ser esta densidad una de las más adecuadas para hacer la siembra y cosecha de forma mecanizada.

- El establecimiento de una hectárea de yuca forrajera sin mecanización tiene un costo estimado de \$ 1'460.423. Si la siembra y cosecha del material se hiciera de forma mecanizada, dicho valor se reduce a \$1'169.153, debido a la diferencia en el número de jornales.

8. RECOMENDACIONES

- Con el fin de reducir los costos unitarios de producción y hacer más competitivo el cultivo de la yuca para forraje con relación a otros cultivos forrajeros utilizados como fuentes de proteína, en la alimentación de rumiantes en el trópico, se hace necesaria la mecanización para el establecimiento y la cosecha del cultivo.

- Se debe realizar más investigación referente a la producción agronómica del cultivo en cuanto a variedades, que permitan establecer la productividad, teniendo en cuenta diversas condiciones agroecológicas y socioeconómicas de las regiones y sistemas en las cuales se puedan integrar el cultivo de la de yuca para producción de forraje con la producción ganadera en Colombia y otros países ubicados en la franja tropical

- Se debe realizar más investigación adaptativa, en la evaluación de la alimentación con animales rumiantes (bovinos), suplementados con follaje de yuca, en sus diferentes formas de utilización como forraje verde o sus formas conservadas (ensilaje, henos, harinas), principalmente en épocas secas cuando se ve fuertemente disminuida la calidad y producción de los forrajes comúnmente utilizados como dieta básica, para verificar la hipótesis de la reducción en costos de producción y el aumento de la productividad animal.

•Se debe realizar más investigación básica, referente a la producción utilización de Follaje de yuca deshidratado en forma de heno y harina como suplementos proteicos ricos en lisina, para ser utilizada alimentación animal.

•Se debe realizar más investigación básica, referente a mejorar la conservación de leches que estén en zonas apartadas de los centros de acopio y mejorar su inocuidad con base en niveles tolerables de Tiocianato endógeno para formar el complejo Lactoperoxidasa en leche en vacas que consuman yuca.

9. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que colaboraron para la ejecución de este Manual Técnico:

Al personal del programa CLAYUCA-CIAT, que colaboró para lograr los resultados de esta investigación, especialmente a los Ingenieros Agrónomos Luís Fernando Cadavid y Álvaro Alban

Al Zootecnista Julio Castro González, administrador de la Finca Brasilia, donde se llevo a cabo la investigación de la cual se tomaron resultados

A la directora del Laboratorio de Calidad de Raíces y Tubérculos del programa de yuca CIAT, Dra. Teresa Sánchez, y a la directora del laboratorio de Calidad de Pastos y Forrajes del CIAT, Dra. Patricia Ávila, por su oportuna colaboración y servicio.

Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Dra. Luz Stella Muñoz y al Ing. Agr. Fernando Estrada.

A los docentes Profesores Asociados de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira Drs. Edgar Madero Ph.D y Arnulfo Gómez Carabalí Ph.D, por su orientación y colaboración en la planeación y ejecución de la Investigación realizada en la Hacienda Brasilia. Y Carlos Vicente Duran M.Sc. y Hugo Sánchez, M.Sc. por su colaboración en la revisión y recomendaciones del documento escrito

10. BIBLIOGRAFIA

Bibliografía Citada:

Alarcón, F., Doufour, D. 1998. Almidón agrio de yuca en Colombia. Tomo 1: Producción y recomendaciones. CIAT-CIRAD

Almeida, J. 2004. Mandioca na Alimentação animal.. <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id4/04/2006>

Álvarez, E y Llano, G. 2002. Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control. En: El Cultivo De La Yuca En El Tercer Milenio Sistemas Modernos De Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización. Cali. CIAT

Álvarez, E., Bellotti, A., Calvert, L., Arias, B., Cadavid, L.F., Pineda, B., Llano, G. y Cuervo, M. 2002. Guía Práctica para el manejo de las enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la Yuca. CLAYUCA-CIAT.

Bellotti, A. C. 2002. 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

Buitrago, J. A. 1990. La yuca En La Alimentación Animal. Centro Internacional De Agricultura Tropical. CIAT. 445p.

_____. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. FENAVI, FONAV. Bogotá.

Cadavid, L. F. 2002. Conservación De Suelos Dedicados Al Cultivo De La Yuca. En: El Cultivo De La Yuca En El Tercer Milenio. Sistemas Modernos De Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización. Cali: CIAT

Ceballos, H., De la Cruz, G. A. 2002. Taxonomía y Morfología de la yuca. En: El Cultivo De La Yuca En El Tercer Milenio. Sistemas Modernos De Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización. Cali: CIAT

Cock, J. 1997. La Yuca Nuevo Potencial para un Cultivo Tradicional. CIAT.

Cuadrado, H.; Mejia, S., Contreras, A. Romero, A., García, J., 2006. Manejo Agronómico De Algunos Cultivos Forrajeros Y Técnicas Para Su Conservación En La Región Caribe Colombiana. Corpoica. Centro de Investigación Turipana. http://www.turipana.org.co/manejo_pastos.htm.02/20/2006

Escalante J. A. 1982. Evaluación de tres cultivares de yuca, *Manihot esculenta* Crantz con fines forrajeros. Tesis. Universidad Central Maracay, Venezuela.

FAO(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Cassava in Latin America and the Caribbean: Resources for global development.

Frederick, N, 1978. *Manihot esculenta* (cassava) Cianogénesis, Ultra estructura y germinación de semillas Dinamarca, 260p.

Gil, J. L. 2002. Composición química de la variedad de yuca HMC-1 En CAVASA- Valle del Cauca. Documento interno sin publicar.

Gomez, G and Buitrago, J. 1982. Effect of processing on nutrient content of feed: Root crops, in: Handbook of nutritive values of processed food. Vol. II, Animal Feedstuffs, Florida, pp 221237

Gómez, G, M. 2007. [Http://Yuca_forrajera\Yuca almidones Lisina Utilización de la Yuca en la alimentación de Rumiantes en la costa norte colombiana - Ganadería de Carne - 9-15-2006 - Engormix com.mht](http://Yuca_forrajera\Yuca_almidones_Lisina_Utilización_de_la_Yuca_en_la_alimentación_de_Rumiantes_en_la_costa_norte_colombiana_-_Ganadería_de_Carne_-_9-15-2006_-_Engormix_com.mht)

González D., C. González, I. Díaz, J. Ly y H. Vecchionacce. 1999. Determinación en cerdos de la digestibilidad total aparente de los nutrientes del follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz) en interacción con lípidos. Rev. Comp. Producción Porcina, 6(1): 40-48

Guzmán, N. L; Pérez, R. 1992. Evaluación Del Cultivo De Yuca *Manihot esculenta* crantz bajo diferentes densidades de población en una zona del Municipio De Puerto Libertador, Córdoba. Trabajo de Grado. Ing. Agr. Montería, Universidad de Córdoba. 117p

Kanjanapruthipong, J. 1998. The use of cassava in cattle feeding. CLAYUCA. http://www.clayuca.org/PDF/cattle_feeding.pdf

Kayouli, C., & Lee, S. 1998. Supplementary feeding for dairy smallholders in Pacific Island Countries: Fiji, Samoa, Vanuatu, Cook Islands, Solomon Islands and Tonga. p. 67-101, in: S. Lee, R. Kennard & C. Kayouli (Eds) *Manual of Smallholder Milk Production in the South Pacific*. FAO Sub-Regional Office for the Pacific, Apia, Samoa.

Leihner, D.E.; Andrade, S. 1979. Métodos y duración del almacenamiento de estaca. In: CIAT ed. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT, Cali-Colombia. 231-239p.

López, A. 2005. Biología y control biológico de las moscas blancas. C O R P O I C A . T i b a i t a t á . <http://corpoica.org.co/Archivos/Foros/ByCBdeMoscasblancas3.pdf> 22/08/2007

Mejia, .S.1994. Respuesta fisiológica de la yuca (*Manihot esculenta* crantz) al estrés prolongado de agua y a la fertilización. Tesis (Maestría). Universidad Nacional De Colombia, Palmira. 105 p.

_____ 2002. Fisiología de la planta de yuca. En: El Cultivo De La Yuca En El Tercer Milenio. Sistemas Modernos De Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización. Cali. CIAT

Modesto, E. C., Dos Santos, G., Viela., Da Silva, D, C. 2002. Caracterização Da Silagem Do Terço Superior Da Rama De Mandioca *Manihot esculenta crantz*. <http://www.nupel.uem.br/publicacoes/recife-2002/recife-306.pdf> 11/03/2006

Montaldo, A. 1985. La yuca o Mandioca. San José, Costa Rica. IICA.

Montilla, J. J. 1973. Uso de la yuca en alimentación de aves, cerdos y vacunos. En: Alimentación Animal, N.º22, 125 p.

Ponce, J. Capdevilla, H.A. Alonso, M.G. López A. Tabeada 2000. Conservación de Leche en Cuba mediante la activación del sistema Lactoperoxidaza

Poungchompu, O., Wanapat, S., Polthanee, A., Wachirapakorn, C, and Wanapat, M. 2001. Effects of planting methods, fertilization on cassava hay yield and chemical composition. Khon Kaen University. Thailand.

Preston, T.R, Rodríguez L, Nguyen V. L y Le Ha Chau. 1999. Ecology Farmer. UTA Foundation, College of Agriculture and Forestry Thu Duc. Vietnam.

Preston, T, R; Rodríguez, L., Van Lai N, Chau L H. 2006. El follaje de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales. Finca Ecológica, UTA Foundation, College of Agriculture and Forestry Thu Duc, Vietnam. x feeding .Editors: D.H. MACHIN ANDW.SPEEDY. FAO Animal Production and Health 95:11-126

Phuc, B.H, 2000. Tropical Forage for growing pigs. Dissetation, Agraria. SLU, Dept. of animal Nutrition and Management, P.O.

Quiñónez R, González, C, Polanco, D, Perdomo, B, Araque, H. 2007. Evaluación de diferentes tipos de deshidratación de raíz y follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta*) sobre su composición química. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela, en: Zootecnia Tropical 25(1):37-41.

Ramírez, L. M; Jiménez, P.A. 2007. "Evaluación del Rendimiento y de la Calidad Nutricional Del Follaje de Yuca *Manihot Esculenta*, Crantz (Variedad HMC-1) Para Uso Forrajero. Proyecto de Investigación .Dirección de Investigación, DIPAL. Departamento de Ciencia Animal Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Sin publicar

Revindran, V. 1992. Cassava leaves as animal feed: Potencial and limitations. Journal of the Science of Food and Agriculture 61, 141-150.

Rosero, D. 2002. Evaluación y calidad del forraje de yuca *Manihot sculenta* crantz con corte periódico manual. Universidad Nacional de Colombia, CLAYUCA y CIAT. 46 p.

Sánchez, D., Acosta, J., Rodríguez, M., Olivera, A. 1999. Manual para producir forraje de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México

Savon L, 1998. Producción y utilización de los recursos foliares en la alimentación Porcina. Instituto de Ciencia Animal, La Habana Cuba.

Thanh Hang, D and Preston, T. R. 2005. The effects of simple processing methods of cassava leaves on HCN content and intake by growing pigs. Livestock Research for Rural Development. Volume 17, Article #99. Retrieved September 7, 2005, from.

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/hang17099.htm>

Tewe O. O, 1985 Desintoxicación de los productos de la mandioca y de los efectos de toxinas residuales en animales que consumen. Art. FAO.

Velloso, L, Silveira, J. Rodríguez, A.J. 1967. Estudo do valor de alguns fenos de plantas tropicais comparados á alfalfa em rações de suínos. Bol. Ind. Animal, vol 24 p 53-57

Ventura, J; Pulgar, R. 1990. Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre los componentes de la producción de forraje de yuca *Manihot esculenta crantz* En: Revista De Agronomía: Vol.7; 243 p.

Wanapat M., Pimpa, O., Petlum, A., Boontao, U., 1997. Cassava hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. Livestock Research for rural Development, volume 9, No. 2.

_____, A. Petlum y O. Pimpa. 2000. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein Friesian crossbreds. Asian-Aus. J. Anim. Sci., 13: 600-604.

_____ 2001. Papel del heno de la mandioca como pienso dentro de las zonas tropicales. Taller internacional Investigación y desarrollo actuales uso de la mandioca como pienso

_____. 2002. Role of cassava hay animal feed in the topics. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kean University, Khon Kaen 40002, Thailand.

Zambello de Pinho, E., Costa, C., De Beni, M., Silveira, A.C., Padovani, C.R., Zambello de Pinho, S. 2004. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), Sci. agric. (Piracicaba, Brasil.) vol.61 no.4 Piracicaba

<http://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbiaceae> 10/08/ 2007

www.cubaciencia.cu/instructivos/cultivodelayuca.htm 3/10/2007

Bibliografía consultada y no citada

Fernandez, A; Preston, T, R. 1978. Cassava forage as a fiber and protein supplement in molasses-based diets: effect of level of forage and supplementation with soybean meal. Tropical Animal Production. Vol.3, No.2:103 -113

Howeler, R. H. 1981. Nutrición mineral y Fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 55p.

Moore, C, P. 1976. El uso de forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. En: Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Acapulco, México. 62 p.

Nicaragua, Karla., Pavón, Francisco., Cavaría, Eusebio. 2004. Manejo integrado de plagas. Guía MIP del cultivo de la yuca. Impresión Comercial la prensa. Primera impresión. Managua- Nicaragua.48p.

140
Años

CONSTRUYENDO NACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA