

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Características generales y usos de la yuca (*Manihot esculenta*)

POR:

**NELVIS ALEXANDER PÉREZ SÁNCHEZ**

MONOGRAFIA

**Presenta como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

FEBRERO 2018

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Características generales y uso de la yuca (*Manihot esculenta*)

POR:

**NELVIS ALEXANDER PÉREZ SÁNCHEZ**

MONOGRAFIA

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Aprobada por el Comité de Asesoría**

MC. Manuel Torres Hernández  
Asesor principal

ING. Roberto Alejandro Villaseñor Ramos

Asesor

ING. Ricardo Deyta Monjaras

Asesor

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

Dr. José Dueñez Alanís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero 2018

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS NUESTRO SEÑOR**

Por regalarme la vida, cuidarme y darme la posibilidad de ser un profesionalista de bien; por regalarme una grandiosa familia y siempre cuidar de ellos.

### **A MIS PADRES**

**ERIBERTO PEREZ VIVES Y ERY SANCHEZ GOMES**, porque creyeron en mí y me han ayudado a salir adelante; hoy puedo ver alcanzada nuestra meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y fue lo que me hizo llegar hasta el final. Se los dedico por lo que valen, porque admiro su fortaleza y entrega al querer sacarme adelante. Me han formado con reglas, que hoy en día hacen de mí una persona de bien, alcanzando uno de sus anhelos.

### **A MIS HERMANOS**

**ERI PEREZ SANCHEZ Y FRANCISCO PEREZ SANCHEZ**, por haberme fomentado en mi deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida. Aunque en la mayor parte de nuestras vidas parecía que estábamos en una batalla, siempre existieron momentos de unión para lograr el éxito del otro. Por no dejarme solo, darme sus comprensión y apoyo en todos los momentos de la carrera.

### **A MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS**

Por los consejos, el cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi formación en la vida, también por apoyo que siempre le han dado a mi familia para no perder el ánimo de seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS NUESTRO SEÑOR**

Gracias dios por regalarme la vida y permitirme hacer realidad una de mis metas, por concederme miles de bendiciones a lo largo de mi vida y siempre darme valentía para enfrentar los obstáculos y dificultades que se presentan. Puede que no siempre me des lo que quiero, pero si lo que merezco y por ello me siento bendecido.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

A mi H. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por abrirme los brazos y cobijarme para que me pudiera formar como profesionalista ¡GRACIAS ALMA TERRA MATER!

### **A MI FAMILIA**

Siempre me he sentido orgulloso y maravillado por la linda familia que tengo, se han preocupado por mi desde el momento que llegue a este mundo. Me han formado para poder luchar y ganar las miles de adversidades de la vida. Muchos años han pasado, sus enseñanzas no cesan y hoy aquí estoy, con un nuevo logro que exitosamente he conseguido y que harán de mí una mejor persona.

### **A MIS MAESTROS**

Agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por enseñarme y poder llegar al punto en que me encuentro. Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a la dedicación y ganas de transmitir sus conocimientos hoy he podido culminar el desarrollo de mi titulación con éxito.

Al **MC. MANUEL TORRES HERNÁNDEZ**, por haberme brindado su tiempo y dedicación para poder terminar este trabajo que me lleva a terminar con una de mis metas en mi vida.

Al **ING. RICARDO DEYTA MONJARAS** y al **ING. ROBERTO ALEJANDRO VILLASEÑOR**, por haberme ayudado con la revisión de este trabajo para poder dar el siguiente paso.

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Hoy quiero darles las gracias a todas las personas que me han tendido la mano en los momentos más difíciles, por brindarme su gran amistad y compartir conmigo fantásticos momentos que solo se viven una vez en la vida.

Gracias a todos mis compañeros que me brindaron su apoyo durante la carrera, lo cual me sirvió para sobrevivir estando lejos de casa. Con estas nuevas personas he logrado hacer una nueva familia, que con cariño los recordare por siempre. ¡Gracias amigos!

## INDICE GENERAL

Índice de figuras.....	I
Índice de tablas.....	II
RESUMEN.....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	4
Justificación.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Descripción del género <i>Manihot</i> .....	6
Sinónimos.....	7
Nombres comunes.....	8
Descripción de las principales variedades.....	9
Variedades amargas.....	9
Variedades dulces.....	9
Origen.....	9
Distribución de la planta.....	18
Áreas de adaptación.....	19
Características agronómicas.....	20
Variedades (cultivares) de <i>Manihot esculenta</i> .....	21
Establecimiento del cultivo para la producción de yuca.....	22
Selección del terreno.....	22
Preparación del terreno.....	22
Métodos de plantación.....	24
Distancia y densidad de plantación.....	25
Aplicación de riegos.....	26

Fertilización .....	26
Plagas y enfermedades .....	28
Cosecha de la yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ).....	29
Utilización de la yuca ( <i>Manihot sculenta</i> ) en la sociedad .....	30
Gastronomía alimenticia .....	31
Propiedad medicinal .....	32
Fuente de almidón.....	32
Rendimientos de vegetales.....	33
Propiedades nutricionales de <i>Manihot esculenta</i> .....	35
Toxicidad .....	37
Utilización de <i>Manihot esculenta</i> en la alimentación animal .....	38
Utilización en rumiantes.....	38
Digestibilidad de la yuca en rumiantes .....	41
Efectos sobre la producción y calidad de leche .....	41
Ganancias de peso y calidad dela carne .....	42
Alimentación porcina .....	43
CONCLUSIONES .....	44
LITERATURA CITADA.....	45

## Índice de figuras

Figura 1. Planta de manihot esculenta.....	5
Figura 2. Planta de manihot esculenta, tallo y hojas .....	13
Figura 3. Hojas de la yuca mostrando su estructura palmeada.....	14
Figura 4. Flor femenina y masculina de la yuca .....	15
Figura 5. Fruto de la yuca .....	16
Figura 6. Semilla del fruto de la yuca .....	17
Figura 7. Raíces de la yuca.....	18
Figura 8. Estacas de yuca para siembra .....	25
Figura 9. Raíces frescas de yuca .....	31



## Índice de tablas

Cuadro 1. Taxonomía del genero mandioca .....	6
Cuadro 2. Sinonimos de Manihot esculenta.....	7
Cuadro 3. Densidad de siembra de yuca según su distancia.....	33
Cuadro 4. Rendimientos de yuca Ton/ha en el Campo Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001-2002 .....	34
Cuadro 5. Valor nutricional de la yuca o mandioca .....	35
Cuadro 6. Composición nutricional de raíces y tubérculos (100 g) de MS .....	37

## RESUMEN

Con la iniciativa de tener algo más definido sobre el cultivo de yuca (*Manihot esculenta*), se condujo este trabajo de revisión de literatura que proporcionara al lector información necesaria y fundamental sobre este cultivo.

*Manihot esculenta* es originaria del centro de América del sur, pero hasta la actualidad se ha extendido en mayor proporción en las áreas tropicales y subtropicales en lo que concierne al continente americano; se pueden encontrar más de 100 especies de esta planta, pero no importa que especie sean ya que todas se tratan de un alimento muy importante en muchas regiones de Sudamérica y un alimento básico en regiones como el Caribe. Existen 2 grupos de variedades que son conocidas por la mayor parte de la población como dulces y amargas, se diferencian por su contenido de glúcidos y toxinas que las hacen diferentes en su sabor.

La planta de yuca es un arbusto de tamaños variables (altos, intermedios y bajos), se adapta a condiciones intertropicales por lo que el frío limita su área de cultivo y tiene una alta demanda de humedad para que pueda crecer el tubérculo, así también necesita de sol para hacer crecer a la planta.

En México se distribuye en el sur del país, ya que el clima y las condiciones del suelo le permiten desarrollarse en excelentes condiciones. Sin embargo, para establecer el cultivo de esta planta es necesario tener una referencia adecuada del terreno, que permita hacer buen manejo en el desarrollo de la misma, ya que requiere suelos porosos y de buena calidad nutritiva es decir, que el cultivo no prospera en terrenos duros y compactos que inhiben el desarrollo de la raíz. La propagación se hace por

medio de estacas, las cuales deben cumplir con ciertas características como la madures, el tamaño y el contenido de yemas basales. La mayoría de los productores establecen este cultivo en temporada de lluvia para aprovechar el abastecimiento de agua y limitar los riegos, el número de plantas por hectárea va a depender de la distancia entre plantas y entre surcos esto también permitirá el desarrollo del tubérculo, en términos de tamaño medio se pueden llegar a tener hasta 16 500 plantas/ ha.

Como todo cultivo también se ve afectada por plagas y enfermedades que limitan su desarrollo y su producción, por ello es importante tomar medidas de prevención y control, para lograr buenas cosechas.

Este cultivo se utiliza en diferentes ámbitos como en la gastronomía alimenticia, como uso medicinal, como fuente de almidón y como alimento para los animales. Los análisis químicos del producto sugieren que es una fuente muy buena de energía y carbohidratos, así como también de calcio, fósforo y ácido ascórbico.

## INTRODUCCIÓN

Con la llegada de los españoles al continente americano, se empezaron a conocer nuevos productos comestibles y costumbres que han sido descritas en el pasado, el cultivo de algunos productos como el maíz y la yuca adoptados por grupos de recolectores a finales de la época arcaica ayudó a establecer un estilo de vida de las personas en comunidades y pequeñas aldeas. A partir de estas actividades fue el desarrollo de la horticultura, luego la agricultura, y en especies de cultivos tales como la yuca, el maíz y la papa, los cuales formaron la base de aquel avance cultural que, en su forma culminante, se ha designado como civilización (Patiño, 2007).

Con el descubrimiento de América se destacó la preponderancia de los tubérculos y raíces en la alimentación nativa, de hecho, algunos de ellos no se conocían en el viejo continente, tanto así que fueron los primeros alimentos que probaron los conquistadores, de la gran variedad destacaron la papa, la arracacha y la yuca, el último de estos cultivos fue de gran sustento para los indígenas en regiones templadas, tanta fue la importancia de este cultivo que se empezaron a establecer plantíos con diferentes variedades como la yuca amarga o brava la cual era consumida en forma de cazabe (pan ácimo) y la dulce que se comía hervida o asada (Patiño, 1990).

Para poder tener producción del cultivo de yuca se empezaron a establecer plantíos por medio la siembra de las ramas de la planta, las cuales se hacían trozos y eran

plantadas por montones de 5 o más trozos del tallo de la planta. Otra manera de cultivarla era en la tierra llana, fijaban callejones de esta planta, pero primero tenían que talar y quemar los montes para la siembra, ya que dichas hierbas invaden el terreno y limitan el desarrollo del cultivo. En el establecimiento del cultivo no se corrían con muchos peligros como el de las aves, pero se tenía cuidado en establecimientos de yuca dulce con los puercos ya que es un alimento rico, pero en cultivos de yuca brava no se tenía cuidado ya que los animales no osan por comer de ella, ya que les produce daño (Díaz, 1993). En la actualidad los agricultores han perpetuado el cultivo de yuca mediante la propagación vegetativa utilizando semillas asexuales (estacas o pedazos de tallos) en plantaciones repetidas, lo que constituye un riesgo debido a la diseminación de plagas y enfermedades (Albarrán y Fuchs, 2003), siendo este factor una de las principales limitantes en los rendimientos y expansión del cultivo (Mantilla, 1996).

Con el descubrimiento del cultivo de la yuca se creó una gran variedad de platillos como el sancocho, preparado con elementos nativos de yuca y la papa, enriquecida con plátano y la carne de res o pollo. A la técnica de yuca asada o hervida se le agregó fritarla después de hervirla, también se empezaron a elaborar pasteles de yuca rellenos de carne y huevo. La sopa se convirtió en crema con la leche y la mantequilla, así también la yuca formo parte del puchero, heredado de la cocina madrileña, la cual es famosa por el pan de yuca mesclado con leche y queso. También se pudo observar que la planta tenía usos medicinales como por ejemplo

servía para la erisipela que era una enfermedad de la piel causada por una bacteria y el remedio consistía en ponerse yuca fresca molida y abrigarse (Díaz y mantilla, 2002).

## **Objetivo**

La revisión bibliográfica busca recaudar información abundante y reciente del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) la cual despierte el interés de el o los interesados para el mejoramiento de la calidad alimenticia de las personas y de los animales.

## **Justificación**

La disponibilidad de información apropiada permitirá el conocimiento sobre las características, rendimientos y calidad nutricional de este alimento, además de permitir el interés de llevar a cabo actividades que mejoren su producción y poner a disposición de la gente una buena alternativa alimenticia.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La planta denominada *Mandioca* es una planta de la familia de las euforbiáceas, a la cual también pertenecen hierbas tan conocidas como las lechetreznas (*Euphorbia spp*), flores de jardinería tan extendidas como la poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) y otros arbustos como el ricino (Anónimo<sub>1</sub>, s/f). La yuca es originaria del centro de América del sur y hasta la actualidad se ha cultivado en mayor proporción en las áreas tropicales y subtropicales del continente Americano (FAO, 1990). Esta planta es un arbusto de tallo leñoso y de tamaño variable (figura 1). Se encuentra clasificado en el reino vegetal bajo la siguiente descripción taxonómica (cuadro 1).

---



---

**Figura 1. Planta de manihot esculenta**

(Fuente: <https://es.wikipedia.org>)



---

**Cuadro 1. Taxonomía del género mandioca**

---

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales
Familia:	Euphorbiaceae
Subfamilia:	Crotonoideae
Tribu:	Manihoteae
Género:	Manihot
Especie:	Manihot esculenta

---

(Fuente: Heinrich Johann Nepomuk von Crantz, 1766 en: <https://es.wikipedia.org/>)

**Descripción del género *Manihot***

## Sinónimos

Existen aproximadamente unas 100 especies del genero *Manihot*, siendo la mandioca la más importante de todas al tratarse de un alimento muy demandado en muchas regiones del sur de América y un alimento básico en el Caribe, de las cuales destacan las siguientes especies sinónimas como más importantes (Cuadro 2).

---

**Cuadro 2. Sinonimos de manihot esculenta**

---

Genero	Especies
<i>Manihot</i>	<i>Aipi</i>
	<i>Angustiloba</i>
	<i>Brachyandra</i>
	<i>Caerulescens</i>
	<i>Catingae</i>
	<i>Davisiae</i>
	<i>Dichotoma</i>
	<i>Dulcis</i>
	<i>Epruinosa</i>
	<i>Esculenta</i>
	<i>Glaziovii</i>
	<i>Grahamii</i>

	<i>Longipetiolata</i>
	<i>Manihot</i>
	<i>Melanobasis</i>
	<i>Purpureo-costata</i>
	<i>Pusilla</i>
	<i>Salicifolia</i>
	<i>Saxicola</i>
	<i>Stipularis</i>
	<i>Stricta</i>
	<i>Subspicata</i>
	<i>Tristis</i>
	<i>Utilissima</i>
	<i>Walkeræ</i>

---

(Fuente: [www.bonatical-online.com](http://www.bonatical-online.com))

### **Nombres comunes**

(Montaldo, 1985)

*Manihot esculenta* es también conocida como yuca (en taino, la raíz tuberculosa); yucubia (en taino, la planta); yuca (Venezuela, Colombia, Panamá, Ecuador, Perú, Bolivia, Puerto rico, Cuba, Santo Domingo, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua). Mandioca (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil); Macaxeira (Brasil);

Aipim, Aipi (Brasil, solo para cultivares de raíces dulces). Cuauhcamotli (náhuatl). Guacamote, Huacamote, Guacamotli, Quiscamote (México); Caxcamote (Guatemala).

### **Descripción de las principales variedades**

**Variedades amargas:** Tienen un sabor amargo y un contenido más elevado de toxinas, la especie más conocida es la *Manihot esculenta*, la principal diferencia externa con la especie dulce es que posee hojas de un verde más oscuro y los tallos más rojizos (Anónimo<sub>1</sub>, s/f).

**Variedades dulces:** Tienen un contenido menor de glucósidos cianogenéticos, por ello su sabor es más dulce, a pesar de esto, es necesario cocinarla o secarla para poder eliminar su toxicidad, la forma de consumirla es cocida o frita como si fuera patata y en forma de sopas, la especie más conocida es *Manihot Dulcis* (Anónimo<sub>1</sub>,s/f).

### **Origen**

La evidencia más antigua del cultivo de la mandioca proviene de los datos arqueológicos que indican que se cultivó en el Perú hace 4000 años y fue uno de los primeros cultivos domesticados en América (FAO, 1990). Referencias como al cultivo de yuca provienen de la cultura maya, hace 1400 años en Joya de Cerén, El

Salvador (University Of Colorado, 2007) tienden a demostrar que el complemento alimentario de los mayas, el que les permitió sostener poblaciones muy numerosas en la región sur de Mesoamérica en donde se concentraron importantes multitudes (Tikal, Copán, Calakmul), fue la mandioca, también llamada yuca, una raíz con alto contenido calórico del que se prepara una harina muy nutritiva, en forma de torta redonda, llamada "casabe", que hasta la fecha es parte importante de la dieta en las diversas poblaciones que viven en la región maya y también en la cuenca del mar Caribe, en especial en la República Dominicana, Venezuela y Cuba (Patiño, 2016).

Otra especie, la *Manihot esculenta*, se originó posiblemente más al sur, en Brasil y Paraguay. Con su mayor potencial alimenticio, se convirtió en un alimento básico de las poblaciones nativas del norte de Sudamérica, sur de América central, y las islas del Caribe en la época de la llegada de los españoles, este cultivo fue avanzando con los portugueses y españoles. En Paraguay actualmente la mandioca es una de las especies más consumidas por los habitantes (sobre todo en las zonas rurales, donde su consumo per cápita es uno de los más elevados del mundo), (Anónimo<sub>2</sub>, 2013). Asimismo, en muchos hogares acompaña todos los días a la comida principal (función similar al que en otras partes cumple el pan) (Anónimo<sub>2</sub>, 2013), y alimenta al ganado bovino. En este país (Paraguay) se cultivan alrededor 300 variedades de la misma (Gilbert, 2008).

El nombre científico de la yuca fue dado originalmente por Cranz, en 1766; posteriormente, fue clasificada por Pohl en 1827 y Pax en 1910, como dos especies diferentes, dependiendo si se trataba de yuca amarga *M. Utilissima* o dulce *M. Aipi*. Finalmente se propone que la especie *M. esculenta* sea dividida en tres subespecies: *M. esculenta*, *M. flavellifolia* y *M. peruviana*. Sugiriendo que estas dos últimas subespecies son formas silvestres de la versión cultivada *M. esculenta* subespecie *esculenta* (Allem, 1995; Rojas 2012).

Acerca del origen de la yuca, la más antigua y hasta ahora más sostenida hipótesis se atribuye al botánico y geógrafo de plantas De Candolle en 1967 quien basado en la abundancia de especies silvestres en la parte noroeste del Brasil y evidencias que muestran la antigüedad del cultivo de la yuca en dicha región, propuso que ésta fue meramente cultivada allí. También se considera que la yuca fue cultivada por primera vez en Brasil, Venezuela o Centro América. Numerosas evidencias apuntan a que el área de domesticación de la yuca comprende una vasta región desde México hasta Brasil. Esta especie se habría cultivado desde hace 5000 años (Simmonds, 1976).

La yuca podría ubicarse en una categoría que Harlan en 1971 (Hershey, 1983) llama cultivos “no-céntricos”, es decir, aquellos que parecen no tener un centro obvio ni de origen ni de diversidad y que parecen haberse domesticado en un área muy amplia.

## **Morfología**

La yuca es un arbusto perene (figura 2) de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 metros de altura; pero también se puede agrupar en función a su altura como bajos (hasta 1.50 metros), intermedios (entre 1.50 a 2.50 metros) y altos (mayores a 2.50 metros) (Anónimo<sub>2</sub>, 2013). Es una planta monoica, de ramificaciones simpodial (Domínguez *et al.*, 1983), está adaptada a las condiciones intertropicales, por lo que no resiste heladas y requiere altos niveles de humedad sin anegamiento y con sol para crecer (Cock, 1984).

Las hojas (figura 3) son órganos en los cuales ocurre principalmente la fotosíntesis que permite la transformación de la energía radiante en energía química (Domínguez *et al.*, 1983), se encuentran situadas en la parte superior de los tallos (Anónimo<sub>1</sub>, s/f), son caducas, es decir, envejecen, mueren y se desprenden de la planta a medida que ésta se desarrolla.



---

**Figura 2. Planta de manihot esculenta, tallo y hojas**

---

(Fuente: <http://www.botanical-online.com/>)

Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el pecíolo; la lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada. El color de las hojas también es una característica varietal, pero que puede variar con la edad de la planta. Las hojas maduras pueden ser desde púrpura, verde oscuro, hasta verde claro. El tamaño de estas también varía, las producidas en los primeros 3-4 meses de vida de la planta son más grandes que las producidas luego del cuarto mes (Domínguez *et al.*, 1983).





---

**Figura 3. Hojas de la yuca mostrando su estructura palmeada**

(Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>)

La inflorescencia (figura 4) puede ser una panícula, un racimo o una combinación de los dos. Las flores tienen cinco sépalos y 10 estambres. Como todas las del género *Manihot*, la yuca es una planta monoica, es decir, con flores unisexuales masculinas y femeninas en una bráctea primaria y una bractéola, dentro de una misma planta. Aunque no todos los cultivares florecen, las que lo hacen presentan protoginia, lo cual favorece la exogamia (Domínguez *et al.*, 1983), de ahí su alta tasa de heterosis. Las flores de la yuca son muy modestas y sencillas. No presentan ni cáliz ni corola, sino más bien una estructura indefinida, denominada perianto, el cual está

compuesto por 5 tépalos. La flor masculina es esférica con un diámetro aproximado de 0.5 cm. Presenta un pedicelo muy corto y recto, mientras que la flor femenina es ligeramente más grande que la masculina y presenta un pedicelo más grueso y largo.



---

**Figura 4. Flor femenina y masculina de la yuca**

Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>)

El fruto (figura 5) es una capa drupácea, provista de 6 alas, en la maduración es de color verde claro, verde mate o morado. La formación de fruto se produce de 25 a 30 días (Domínguez *et al.*, 1983).

Al madurar la semilla, el epicarpo y el mesocarpo se secan. El endocarpo, que es de consistencia leñosa, se abre bruscamente cuando el fruto está maduro y seco, para

liberar y dispersar a la semilla a distancias considerable de la planta (Domínguez *et al*, 1983).

---



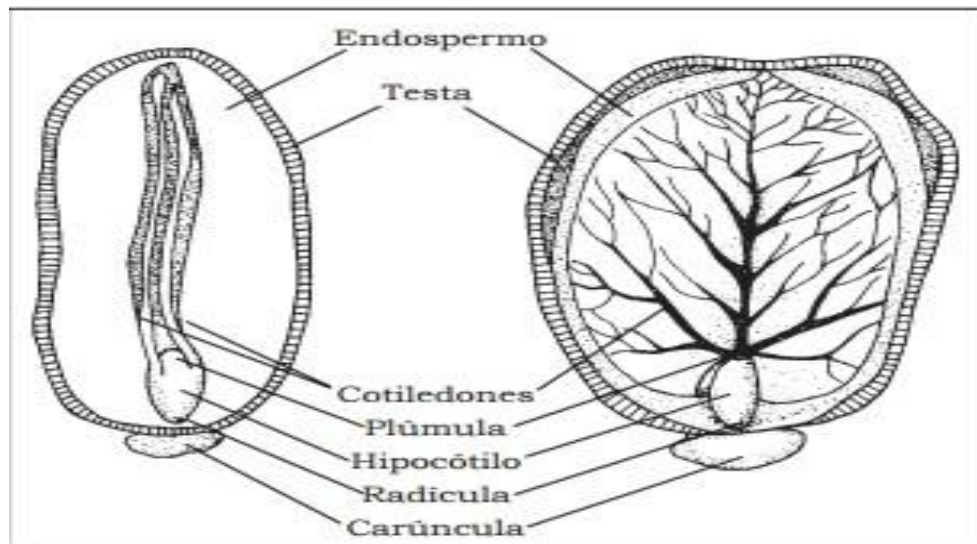
---

**Figura 5. Fruto de la yuca**

---

Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>

La semilla (figura 6) es el medio de reproducción sexual de la planta. Esta tiene un importante papel en el mejoramiento de la especie ya que se pueden obtener nuevos genotipos genéticamente superiores. Es ovoide-elipsoidal y mide alrededor de 1 cm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor (Domínguez *et al*, 1983), tiene una testa dura, superficie lisa y brillante y presenta un jaspeo de manchas negras y pardas. Su endospermo es abundante en color definido de las máculas de la semilla y su brillantes son características morfológicas a tener en cuenta para su siembra, estas son las de mejor germinación (Rodríguez y Valdés, s/f).



---

**Figura 6. Semilla del fruto de la yuca**

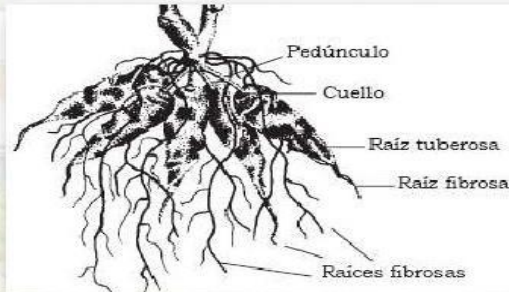
(Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>)

Las raíces (figura 7) son fibrosas, tiempo después una parte de ellas se agranda, debido a la acumulación de almidón, y se denominan tuberosas. Este tipo de raíz es morfológica y anatómicamente iguales a las raíces fibrosas; la diferencia radica en el cambio de la dirección del crecimiento, de longitud radial, cuando se inicia la acumulación de almidones (Mederos, 2006). Si la planta proviene de semilla sexual se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de según su orden, si proviene de estacas, las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca y las yemas de la estaca que están bajo la tierra.



## Sistema radical

- ❖ El tamaño de las raíces es muy variable va desde los 20 cm hasta 50cm de largo.
- ❖ De diámetro generalmente 10 cm.



Fuente: Guía Práctica para el manejo de Yuca

Manejo integrado de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

---

### Figura 7. Raíces de la yuca

---

(Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>)

### Distribución de la planta

Varios países tropicales y subtropicales cultivan la yuca, calculándose que sus raíces ricas en almidón y sus hojas ricas en proteínas alimentan alrededor de 500 millones de personas.

De los 170 millones de toneladas de raíces frescas que se cosechan aproximadamente en el mundo, la quinta parte (34 millones) es producida por América Latina y el Caribe (Anónimo3, s/f).

A la yuca se le encuentra en las regiones tropicales del Continente Americano, desde México hasta Brasil (INIA – SARH, 1982).

Los principales países productores son; Nigeria, Indonesia, Brasil y Tailandia. En México se siembra en siete estados (Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Oaxaca, Michoacán y Jalisco) principalmente para autoconsumo en huertos familiares o en áreas cercanas a los poblados rurales. Con base en la superficie sembrada sobresale Tabasco, estado donde se encuentra producto fresco todo el año resultado de sembrar en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno (SENAREFI, s/f).

### **Áreas de adaptación**

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es originaria de América del sur, con centros primarios de diversidad en Brasil y América Central. Actualmente, es cultivada en zonas tropicales y sub tropicales del mundo entre 30°N y 30°S (Ceballos y Cruz, 2002). La difusión y la popularidad de la yuca probablemente se deban a la facilidad de su cultivo en zonas de alta temperatura y abundante precipitación, aunado a su fácil propagación; es un cultivo que se adapta a temperaturas que oscilan de 20°C a 30°C y a diversos tipos de suelo (SINAREFI, s/f)

. La yuca se adapta desde el nivel del mar en la costa Atlántica y Pacífica hasta la zona montañosa del Valle Central. Sin embargo, para explotaciones verdaderamente

económicas, con bajos costos de producción, se debe cultivar en terrenos donde la mayor cantidad posible de labores puedan ser mecanizadas. Los suelos óptimos para la yuca son suelos francos, ricos en potasio, aunque crece bien en suelos de fertilidad media y baja, y con buen drenaje interno cuyo pH sea entre 5.2 y 6.5. Lo que más afecta al cultivo es el encharcamiento, ya que propicia la pudrición de las raíces y muerte de la planta (Anónimo<sub>4</sub>, 1991).

### **Características agronómicas**

No es un cultivo exigente en cuanto a calidad del suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos.

La yuca crece y florece bien en condiciones de plena luz, siendo un factor importante de cara al rendimiento de la planta, ya que la longitud del día afecta a varios procesos fisiológicos del cultivo. Es una planta típica de fotoperiodo corto, 10-12 horas de luz, propio de las regiones tropicales (Anónimo<sub>2</sub>, 2013). Las estacas elegidas para la siembra deben de exponerse a un tratamiento para obtener beneficios del cultivo, siendo así que proteger a las estacas contra organismos

patógenos del suelo, acelera y aumenta la germinación de las yemas, induce el enraizamiento, y prolonga el período de almacenamiento (Ruiz, s/f).

### **Variedades (cultivares) de *Manihot esculenta***

En el CIAT por medio de un banco de germoplasma in vitro se conservan 6073 clones discriminados en 5724 clones de *Manihot esculenta*, la cual incluye cultivares primitivos, mejorados y de material genético, también 349 accesiones correspondientes a 33 especies silvestres (Anonimo<sub>5</sub> s/f).

En cuanto a las variedades de la yuca, estas se pueden dividir en dos grupos, las llamadas dulces las cuales tienen niveles bajos de glucósidos y pueden ser consumidas de manera segura luego de los procesos normales de cocción, esta variedad es más común encontrarla en el norte de América del Sur. Y la variedad amarga que tiene niveles tan elevados de glucósidos por lo cual necesitan un proceso adecuado para ser aptas al consumo humano; por ello, estas variedades son generalmente utilizadas para procesos industriales, son comunes en el área amazónica y en el Caribe (Ceballos, 2002). En México se han comportado bien las variedades Valencia, Itu y Crema entre otras que se cultivan regionalmente y las cuales pertenecen al grupo de las dulces (Mortensen, 1986).



## **Establecimiento del cultivo para la producción de yuca**

### **Selección del terreno**

La yuca tiene la gran ventaja de poder producirse en una gran diversidad de suelos, pero se recomiendan los de texturas livianas y deben evitarse aquellos muy pesados y con mal drenaje, donde el nivel freático sea muy alto (Torres y Moreno, 1992).

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno depende de las características texturales del mismo y también del manejo previo a la roturación. Por lo general, en suelos de textura liviana y con malezas fácilmente destruibles, es suficiente dar dos a tres pasos de rastra (Montaldo, 1991). Si por alguna circunstancia se utiliza un suelo pesado, se recomienda dar un pase de arado antes de rastrear (Torres y Moreno, 1992). De una buena preparación depende el éxito en el control de malezas y además se facilitan las aplicaciones de fertilizantes y se favorece el crecimiento y desarrollo radical (Velásquez, 1988). Dependiendo del tipo y condición del suelo es necesario realizar camellones entre 30 y 40 cm de altura ya sea con el uso de bueyes o maquinaria debido a que (Cadavid, 2005):

- **Suelos con textura arcillosa.** Se deben de hacer camellones para facilitar el drenaje y mejorar el establecimiento del cultivo, sobre todo en las labores de cosecha manual.
- **Suelos pesados y compactos.** Se deben de realizar camellones ya que las características de estos suelos es que se saturan de agua lo que conlleva que en temporadas de lluvia exista pudrición de las raíces del cultivo causando pérdidas.
- **Suelos arenosos.** Se debe de realizar camellones por el mal drenaje que tienen estos suelos, evitando el encharcamiento y pérdida del cultivo
- **Terrenos en declive.** No es recomendable el establecimiento del cultivo cuando la pendiente rebaza el 15%, si se establece se deben de hacer surcos en contorno para prevenir erosión y se deberían de aplicar otras prácticas de manejo en el suelo.

### **Selección de la estaca a sembrar**

La selección del material (estacas) que se utilizará para la siembra es de vital importancia para el éxito de la producción de yuca, por lo que deben aplicarse los siguientes criterios al momento de su selección:

1. Una estaca de buena calidad debe provenir de una variedad con buena capacidad germinativa; los tallos deben tener una madurez de ocho a doce meses de edad, las estacas deben tener entre cinco y siete nudos o yemas,

seleccionándolas de la parte media de la vara, descartando la parte tierna cercana al cogollo y la parte inferior que la une con raíz (Lozano, 1977).

2. Al cortar las estacas deben evitarse astillados y otros daños mecánicos, los cuales podrían permitir la entrada de agentes patógenos.

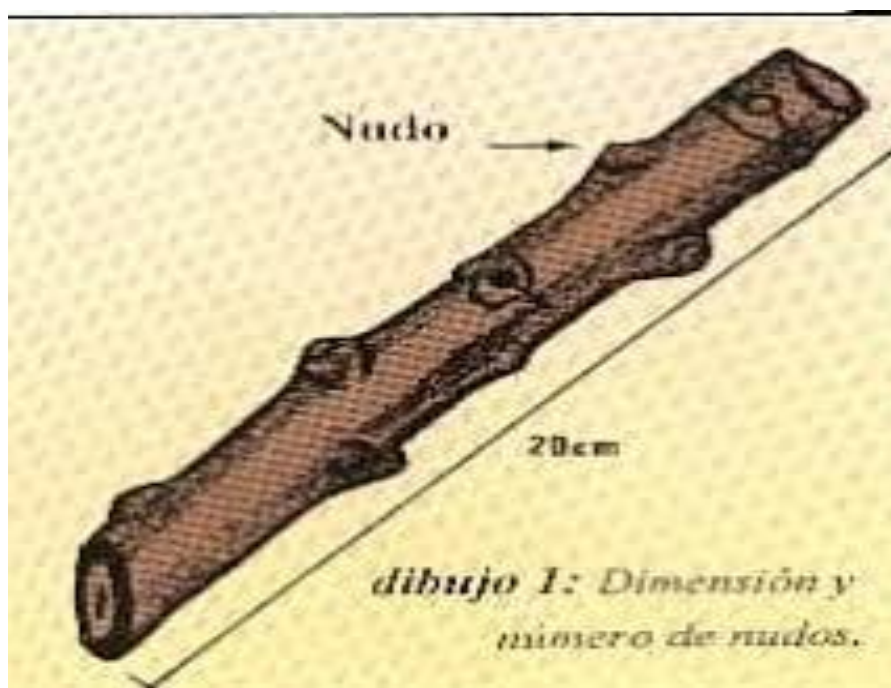
3. No debe introducirse material de propagación de regiones infectadas con enfermedades como súper alargamiento, mosaico y bacteriosis (Torres y Moreno, 1992).

4. Es conveniente desinfectar las estacas antes de la siembra, con el propósito de eliminar algunas plagas y microorganismos causantes de enfermedades, para lo cual se recomienda sumergirlas en una solución fungicida como el captán (3 g/l), más un insecticida como el monocrotofos (5 cc/l) durante cinco minutos (Velásquez, 1993; Velásquez *et al*, 1993).

### **Métodos de plantación**

La plantación del cultivo puede ser en camellones, los cuales se practican en suelos pesados y durante la época de lluvias; pero también se puede hacer en suelo plano donde los suelos son más livianos. La posición de la estaca (figura 8) puede ser de forma vertical o un poco inclinada, siempre cuidado que quede una proporción de dos yemas fuera de la superficie del suelo. Cuando se tienen áreas con menos precipitación se recomienda que las estacas se establezcan más horizontales con el

fin de cubrirlas con una pequeña capa de tierra y así evitar deshidratación por calentamiento solar (Montaldo, 1991; Torres y Moreno 1992).



**Figura 8. Estacas de yuca para siembra**

Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>

### **Distancia y densidad de plantación**

La siembra de *Manihot esculenta* cuando se realiza en un terreno plano, se debe hacer con una distancia entre calles de 1 metro y entre plantas de 50-60 centímetros (Anonimo<sub>6</sub>/sf).

Al realizar la preparación de terreno lleva a construir camellones en los cuales se hará la siembra de las estacas, estos camellones están separados entre sí por una distancia de 1.5 metros, de manera que en una hectárea se obtiene un promedio de 66 camellones de 100 metros de largo, la distancia entre plantas es de 40 cm. Usando la distancia descrita anteriormente se logra obtener una densidad de población de 16,666 plantas por hectárea (INTA, 2001).

### **Aplicación de riegos**

La experiencia actual sugiere que la planta requiere humedad para la brotación y el establecimiento del cultivo, incrementando su demanda entre el cuarto y quinto mes después de sembrado. También se ha estimado que el riego demasiado frecuente puede producir un crecimiento excesivo de la parte aérea, reduciéndose la producción de biomasa radical. Por ello es recomendable que el riego se realice solo cuando sea necesario en cuanto al tiempo y condiciones del terreno, al ser deficiente en agua corre el riesgo de una menor producción o pérdida del cultivo (Caraballo *et al*, 2006).

### **Fertilización**

En siembras de grandes extensiones la fertilización puede hacerse al voleo, teniendo como desventaja en este método, que el fertilizante no es eficientemente aprovechado por el cultivo; también en este caso, el abono se puede colocar

mediante la utilización de una abonadora en hilera, operación realizada antes o al momento de la siembra (Torres y Moreno, 1992).

Por la condición del cultivo de ciclo largo, con gran capacidad para extraer nutrimentos del suelo mediante un sistema radical profundo, la yuca puede cultivarse en suelos con fertilidad mediana y sin necesidad de añadir fertilizantes (Ramírez, 1982). Existen experiencias de fertilizaciones efectuadas con las aplicaciones de 80 kg/ha de nitrógeno, 70 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio, o con aplicación de las fórmulas comerciales 13-13-21 y 12-12-17 en dosis de 400 y 500 kg/ha. La fertilización básica debe efectuarse entre 15 y 20 días después de la siembra; en el caso del nitrógeno se aplica una parte con la fertilización básica y el resto en el reabono entre 60 y 90 días.

Después de la plantación, en los suelos de textura arenosa se recomienda fraccionar el nitrógeno y el potasio (Velásquez, 1988).

La fertilización también se puede realizar en dos momentos, con dos fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio. Para producir 25 toneladas de yuca fresca por hectárea, el cultivo debe extraer del suelo la cantidad de 53.5 kg nitrógeno, 26.3 Kg. de fósforo y 105 Kg de potasio. Debido a que los suelos ya están empobrecidos y a la eficiencia de la asimilación de los nutrientes, se deben aplicar 10.88 Kg de nitrógeno, 21.77 Kg de fósforo y 119.62 Kg de potasio, lo que se logra a través de la aplicación de 200 kilogramos de complemento 12 – 24 -12 a los 15 días después de la siembra y la

aplicación de 400 kilogramos de 0 – 0 – 60 a los 90 días después de la siembra. La aplicación se hace en bandas y luego se hace un aporte ligero (INTA, 2001).

### **Plagas y enfermedades**

En el cultivo de yuca se encuentran pocos problemas con plagas, de las cuales se pueden considerar como más comunes las siguientes: El taladrador del tallo (*Chilomina clarkei*), Gusano cachón (*Erinnyis ello*), Bachacos (*Atta sp.*) y Ácaros (Belloti y Schoonhovem, 1978). Este cultivo también presenta una diversidad de enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias, virus y micoplasmas las cuales están directamente relacionadas con las condiciones climáticas y edáficas de cada región (CIAT, 1975; CIAT, 1977), mismas que afectan el potencial productivo de la planta y del cultivo en su totalidad; las enfermedades más destacadas del cultivo son: Añublo pardo fungoso (*Cercospora vicosae* Muller y Chupp), Mancha parda (*Cercosporidium henningsii* Allesch), Pudrición radical (*Phytophthora sp. Pythium sp. Y Fusarium sp.*), Antracnosis (*Colletotrichum spp.*), pudrición bacterial del tallo (*Erwinia carotovora pv.*) y Cuero de sapo (Contreras y Moreno, 1987).

Para poder mejorar la prevención y tener un mejor control de las plagas y enfermedades que imposibilitan una buena producción de yuca, se pueden llevar a cabo procedimientos como usar material de siembra sano y resistente obtenido de plantaciones sanas provenientes de cultivos de meristemas y por enraizamiento de

cogollos o de brotes, rotación del cultivo con gramíneas como maíz o sorgo, sembrar en suelos sueltos, controlar las malezas, fertilizar adecuadamente, mejorar el drenaje del suelo y sembrar al final de períodos lluviosos.

Como medidas de control se recomienda reducir el exceso de humedad en la plantación, el uso de fungicidas específicos para una enfermedad, erradicación de plantas enfermas, evitar el movimiento de personas, máquinas y animales de lotes afectados a lotes sanos y eliminación del material afectado después de la cosecha, esto es, quemar ramas y tallos y residuos de cosecha (Álvarez y Llano, 2002).

### **Cosecha de la yuca (*Manihot esculenta*)**

El indicador de madures de la yuca es el requebramiento del suelo alrededor de la planta, el cual suele darse entre los 7- 10 meses y la cual está en función de la variedad. Es importante no adelantarse demasiado a la cosecha pues tendrá demasiado contenido en látex y no será apto para el consumo. Entre los 12-24 meses del ciclo de cultivo es el periodo óptimo para la recolección de la yuca, cuando su destino es la industria del almidón, pues es cuando se alcanza el máximo rendimiento en raíces. La recolección puede ser manual o mecánica en la cual se cuida no dañar la raíz, por ello es más común la cosecha manual; antes de empezar la recolección es importante cortar a una altura de 10-15 cm la planta para facilitar el manejo. En la cosecha semi-mecanizada se realiza por medio de un arado de



vertedera, el cual abre el surco por ambos lados del camellón, facilitando el arranque de la raíz (Anónimo<sub>1</sub>/sf).

### **Utilización de la yuca (*Manihot sculenta*) en la sociedad**

La yuca es catalogada como una de las más importantes dentro del grupo de plantas de interés económico referente a raíces y tubérculos, tiene su principal valor económico en su órgano de reserva o almacenamiento de energía que son sus raíces, el cual tiene diversos usos en la alimentación humana y animal. Este producto se dirige fundamentalmente a cuatro mercados, según los usos principales del mismo, como raíz fresca (figura 9) y procesada para consumo humano, como insumo en la industria alimenticia procesada para producir harina seca, como materia prima en la industria productora de alimentos balanceados para animales y como producto intermedio en la industria no alimenticia para la producción de almidón usada en la industria textil y para la fabricación de papeles y adhesivos (Suárez y Mederos, 2011).



---

**Figura 9. Raíces frescas de yuca**

(Fuente: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>)

---

### **Gastronomía alimenticia**

Es muy fácil encontrar en supermercados y fruterías la yuca fresca recién cosechada, la cual ha sido sometida a un tratamiento llamado parafinado, el cual se realiza inmediatamente después de la cosecha para protegerla del deterioro vascular (puntos o fibras oscuras), disminuyendo la pérdida de agua o deshidratación y limitando el intercambio de gases, es decir, dándole mayor tiempo de conservación.

La yuca es muy utilizada en la cocina latinoamericana, son muchas las posibilidades culinarias que proporciona. La recomendación para cocinarlas es pelarlas, lavarlas,

cocerlas en agua y después escurrirlas bien pudiendo fermentarlas, hornearlas, freírlas, hacerlas a la plancha, hacer purés y a partir de estos purés múltiples recetas, desde repostería y panadería hasta bebidas, pasando por buñuelos, croquetas, ñoquis y muchos platillos más (Anónimo<sub>7</sub>/2010).

### **Propiedad medicinal**

Se deben de aprovechar las propiedades que tiene esta planta, como usar las hojas para tratar las afecciones causadas por abrasión o intoxicación, también se podría utilizar el polvo de la raíz de forma externa para casos de quemaduras, eccemas o irritaciones de la piel. También se puede utilizar como desintoxicante y depurativa esto gracias a la gran cantidad de resveratrol (tipo de fenol natural) y una fitoalexina (se produce de manera natural en varias plantas como respuesta a una lesión) que contiene, el cual reduce los niveles de colesterol malo en la sangre, mejora la circulación sanguínea y aumenta la producción de plaquetas. Podrían ser utilizados como antiinflamatorios en aquellas personas que sufren de reumas, artrosis y artritis, así como estas propiedades que se mencionaron, se pueden encontrar algunas más (Anonimo<sub>8</sub>/sf).

### **Fuente de almidón**

La yuca es considerada como la fuente de almidón más barata, de ahí que se utilice en gran cantidad de productos, desde la propia producción de almidón para alimentos (panadería, pastelería, etc.) o para industria no alimentaria (bolsas

biodegradables, por ejemplo), hasta pellets para alimentación animal y biodiesel (Bernácer/sf).

### **Rendimientos de vegetales**

Para poder llevar a cabo un mejor estudio de rendimientos de la planta de yuca, se deben tomar en cuenta diferentes tipos enfoques (cuadro 3) como: el número de raíces por planta, el diámetro de la raíz (cm), la longitud de las raíces (cm), el peso de las raíces por planta (kg), el rendimiento de raíces comestibles (t /ha-1) (MINAGRI, 1992).

Con los experimentos realizados en el Instituto Nacional Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria en el que se llevó acabo la evaluación de rendimientos con diferentes densidades de plantas.

---

**Cuadro 3. Densidad de siembra de yuca según su distancia**

---

Distancia entre plantas (metros)	Densidad de plantas/ha
1.0 x 0.70	14 286
1.0 x 0.65	15385

1.0 x 0.60	16667
1.0 x 0.55	18182
1.0 x 0.50	20000
1.0 x 0.45	22222

(Fuente: Centro Experimental Campos Azules, En: <http://www.redalyc.org/pdf/437/43716212.pdf>)

De acuerdo a estas densidades de plantas por experimentos, se puede calcular el rendimiento en Toneladas/ hectárea (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Rendimientos de yuca Ton/ha en el Campo Experimental Campos Azules, Masatepe, 2001-2002.**

Densidad de plantas	Rendimientos (Ton/Ha)	Diámetro del vegetal (cm)
14 286	27.51	4.51
15385	27.75	5.20
16667	26.00	4.64
18182	26.38	4.10
20000	25.80	4.81
22222	24.26	4.37

(Fuente: <http://www.redalyc.org/pdf/437/43716212.pdf>)

Con tales resultados se comprobó que el rendimiento por hectárea puede oscilar entre 19.1 y 31.6 ton/ha, el cual había sido mencionado por Sosa y Landa (2002), Méndez (1993), señala que el rendimiento depende de la variedad de yuca, menciona que se pueden obtener entre 11.8 Ton/ha y 90.9 Ton/ha.

### **Propiedades nutricionales de *Manihot esculenta***

La raíz de esta planta presenta valores nutricionales (Cuadro 5) importantes para la nutrición humana y animal, aun cuando su nivel proteico es prácticamente muy pobre, pero su contenido de fósforo (P) y calcio (Ca) es muy interesante.

**Cuadro 5. Valor nutricional de la yuca o mandioca**

<b>Composición nutritiva media (100 gramos de base seca)</b>	
Valor energético (kcal)	<b>132.0</b>
Agua (%)	<b>65.2</b>
Proteína (%)	<b>1.0</b>
Grasa (%)	<b>0.4</b>
Carbohidratos totales (%)	<b>32.8</b>
Fibra (%)	<b>1.0</b>
Cenizas (%)	<b>0.6</b>
Calcio (mg)	<b>40.0</b>

Fósforo (mg)	<b>34.0</b>
Hierro (mg)	<b>1.4</b>
Tiamina (mg)	<b>0.05</b>
Riboflavina (mg)	<b>0.04</b>
Niacina (mg)	<b>0.60</b>
Ácido ascórbico (mg)	<b>19.00</b>
Porción no comestible (%)	<b>32.00</b>

---

(Fuente: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com))

Según Mejía (1946), el análisis de la yuca es el siguiente: Almidón 22.60%, Celulosa 1.30, Azúcares 4.80, Grasa 0.97, Sustancias nitrogenadas 0.16, Ceniza 0.97 y Agua 65.50.

Según de Alba (1958), la composición de la yuca (secada al sol), es la siguiente: Materia seca 87.1%, Proteína cruda 2.2, Grasa 1.6, Fibra 1.9, Ex. no nitrogenado 80.2, T.N.D. (Calc. por autor) 78.4. Como se puede observar, es una fuente muy buena de energía y carbohidratos, así como también de calcio, fósforo y ácido ascórbico. Las comparaciones con otros tubérculos son casi similares en su contenido nutricional (Cuadro 6).

---

**Cuadro 6. Composición nutricional de raíces y tubérculos (100 g) de MS**

---

Especie	Variedad	MS	Almidón	Fibra	Proteína	Otros
Achira	Raizuda	26.0	76.0	2.6	3.3	9.8
Achira	Roja	31.2	76.0	2.5	3.9	9.1
Arracacha	Amarilla	23.6	76.0	2.9	2.9	7.2
Ñame	Criollo	28.1	79.5	2.5	6.2	9.7
Ñame	Espino	37.3	77.0	1.1	6.8	14.5
Plátano		30.0	70.0	7.9	1.7	
<b>Yuca</b>		<b>35.0</b>	<b>87.8</b>	<b>3.6</b>	<b>3.2</b>	<b>6.8</b>
Papa		25	66.2	2.4	10.5	

---

Fuente: Adaptado de Corpoica, (2003); CIAT, (2001), Flores *et al.* (2004), Vearsilp y Mikled, (2001), Bello *et al.* (2002), Olugbemi *et al.* (2010), Eriksson y Murphy (2004)

## **Toxicidad**

La mandioca es una planta cianogénicas, es decir, que puede sintetizar bajo determinadas condiciones ácido cianhídrico (HCN). Los glucósidos cianogeneticos son tóxicos porque se generan por degradación enzimática del HCN. Otras plantas cianogénicas son el lino, el caucho, el sorgo, el almendro y el durazno, entre otras.

El ácido cianhídrico se forma cuando se cortan o trituran las plantas o las partes que



contienen glucósidos. En la mandioca se han identificado los glucósidos linamarina y lotaustralina (Fretes, 2010).

## **Utilización de *Manihot esculenta* en la alimentación animal**

### **Utilización en rumiantes**

La información existente sobre el uso de tubérculos o raíces en la alimentación de rumiantes no es tan abundante como la de granos de cereales y la mayoría hace referencia a sustitución de algún grano, particularmente maíz, por yuca o papa en la ración de animales en crecimiento, ceba, lactantes.

Estudios realizados en los cuales se sustituyó el maíz por yuca, no modificó el consumo de materia seca (CMS) de animales en crecimiento, para ello se evaluó con un total de 28 novillonas, con un aproximado de 303 kg y 18 meses de edad, se les ofreció 4 diferentes dietas basadas en fuentes energéticas (maíz o cáscara de mandioca) y fuentes proteicas (levadura o salvado de algodón + harina de carne y huesos) de cuatro dietas, utilizando el ensilaje de maíz como fuente de voluminosos, en el cual se pudo obtener un promedio de la ingesta de 2.15% del PV con maíz y 2.09% del PV con mandioca (Prado *et al.*, 2000), en ceba se evaluaron cinco dietas que contenían ensilaje de sorgo como voluminoso y 0, 25, 50, 75 y 100% de residuo de mandioca en sustitución del maíz del concentrado, teniendo como resultado un

pequeño aumento del 5% en relación con maíz, aunque no hubo gran diferencia entre los demás tratamientos (Dos Santos *et al.*, 2006), en vacas en lactación se sustituyó el 0, 25, 50, 75, 100% del maíz molido por yuca en las dietas, y en la cual se encontró con una pequeña diferencia promedio del 5% mayor al valor predicho con maíz el cual era de 16.89 kg y se obtuvo un valor de 17.34. (Pimentel *et al.* 2006; Simas *et al.*, 2008).

Existen análisis donde se reportan disminuciones del consumo alimenticio cuando se reemplazó maíz o sorgo por yuca, uno de ellos fue en novillonas alimentados con cuatro raciones basadas en maíz y soya, con distintos niveles de sustitución del maíz con cáscara de yuca y harina de yuca, en la que para poder incorporarla se deshidrato al sol y su contenido de materia seca fue de 88%, y el de la harina de yuca su contenido de MS fue de 91%, estas dietas fueron suministrados a novillos cruzas entre Angus x Nelore, Simental x Nelore, y se tomaron muestras a los 28 y 56 días de confinamiento, se observó que hubo un mayor consumo (mayor 0.5 kg) de materia y proteína bruta en animales alimentados con maíz en comparación con los animales alimentados con los otros alimentos antes descritos, y esto repercutió en una menor ganancia diaria de peso que fue de 0.4kg en comparación a 0.7 kg promedio (Marques *et al.*, 2000).

En otro estudio se sustituyó al sorgo en dietas altas en grano en novillos en ceba, fueron 15 novillos con un peso inicial promedio de 173 kg, los cuales fueron

alimentados individualmente con dietas granuladas de grano de sorgo y yuca más urea o mandioca más harina de carne y hueso (90 concentrado: 10 forrajes). El ganado alimentado con la dieta de granos comió más del material alimenticio en un 4.3 VS 3.4 kg / día, creció más rápido (1.21 VS 0.85 kg / día) y un poco más eficiente (3.6 VS 3.8 kg / kg) que el ganado alimentado con yuca y urea (Tudor *et al.* 1985).

La disminución del consumo de alimento podría asociarse a menores niveles de proteína cruda, ya que se ha demostrado que dietas menores al 7% de PC restringen el consumo voluntario del rumiante (Van Soest, 1994). Otra causa podría ser la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), ya que se ha comprobado que las dietas con yuca contienen mayores AGV que las dietas con maíz (Chanjula *et al.*, 2007), otros medios hacen referencia a la proporción de butírico para las dietas con yuca, lo cual representó un cambio en el patrón de consumo como: aumento en la frecuencia de ingesta y disminución en el tamaño de la misma, pero todavía no existe una certeza del rol de butirato en el consumo (Tudor *et al.* 1985).

La inclusión de yuca y de vegetales en animales en pastoreo no aumenta o disminuye el consumo de materia seca. Carey *et al.* (1993) al comparar la respuesta en un experimento con 8 novillos con 4 tratamientos diferentes (mayormente harina de soya, cebada, remolacha, maíz); para llegar a dictaminar un mejor resultado, los animales fueron acostumbrados por un periodo de 13 días con estos alimentos, encontrándose que la ingesta fue menor en un 10% para los novillos alimentados con cebada, remolacha y maíz en comparación a los alimentados con harina de soya,

pero en cuanto a la ingesta total (forraje + suplemento) no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

### **Digestibilidad de la yuca en rumiantes**

La mayoría de los estudios sugieren que la sustitución de maíz por yuca en rumiantes mantiene o mejora la digestibilidad de la MS, FDN o de la PC (Pimentel *et al.*, 2006). Dos Santos *et al.* (2006) en un estudio realizado en el cual se reemplazó maíz por yuca en un rango de 0 a 100% en dietas para toros de ceba, no se encontró efectos sobre la digestibilidad total de la dieta o la digestibilidad de nutrientes, con excepción de la digestibilidad de carbohidratos totales que mejoró con la inclusión de la yuca. Otros trabajos en los cuales sustituyeron maíz por cáscara de yuca en un 31.85% de la ración en novillas, se encontró que los coeficientes de digestibilidad de la MS, FDN y almidón fueron superiores para la dieta con yuca (Ahmed, 1977).

### **Efectos sobre la producción y calidad de leche**

Existen ciertas controversias sobre si incluir yuca en la alimentación de vacas lecheras tiene efectos positivos o efectos negativos. Estudios con vacas Holstein bajo pastoreo y con suplementación de yuca demuestran que se incrementó la producción en un 19.5% (Assia, 1962). También se demostró que al sustituir cebada por yuca en un nivel de 400g/kg de concentrado, hubo un aumento en la producción,

sin reducir el contenido de grasa (Brigstocke *et al.*, 1981). Cuando se realizó la sustitución del sorgo por yuca en vacas Holstein en proporciones de 0%, 50% y 100% de yuca en los suplementos, se obtuvo una similitud en cuanto a producción y composición de la leche (Mendoza *et al.*, 1986).

Sin embargo también existen estudios donde el efecto es negativo, como al reemplazar el 41.5 % del maíz por yuca en suplementación de vacas Holstein y Cebú, se observó reducción en la producción de leche (Cardoso *et al.* 1968). También al sustituir el maíz en un 23.06 por ralladura de yuca en proporciones de 0, 25, 50, 75 y 100%, se encontró una disminución en la producción de leche y la grasa disminuyó linealmente al aumentar la yuca (Pimentel *et al.*, 2006).

Con los estudios que se han llevado a cabo se puede decir que la yuca y sus subproductos pueden sustituir el maíz en las raciones de vacas lecheras sin efectos adversos. Las respuestas negativas al uso de tubérculos en los animales fueron atribuidos a una disminución de proteína en la ración que limitó el uso de nutrientes y el consumo de ellos (Cardoso *et al.*, 1968).

### **Ganancias de peso y calidad de la carne**

En ganado de carne se han encontrado resultados positivos y negativos al introducir el tubérculo de yuca en los suplementos alimenticios. Se evaluó en novillas en total confinamiento la eficiencia de maíz vs una dieta de cascara de yuca como alimentos

en energía, para esto se sustituyó el maíz en 33.65% por cascara de yuca en un 31.85% de la dieta. Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 28, 56 y 76 días, encontrando una conversión alimenticia promedio similar con 8.32/ kg con el maíz y 7.43/kg con el suplemento de yuca, en cuanto a la ganancia media de peso fueron similares con maíz fue 0.76 kg/día y las alimentadas con yuca fue de 0.82 kg/día (Prado *et al.* 2000).

También se realizó la sustitución a un 60% de maíz de la dieta por bagazo de yuca en dietas para novillas, en el cual se obtuvo que no hubo diferencias en cuanto a la calidad y características de la canal, por lo cual no hubo interferencias entre el peso de los diferentes tratamientos (Marques *et al.*, 2005).

### **Alimentación porcina**

En la alimentación porcina se han tenido buenos resultados cuando se suministran cantidades no superiores a la tercera parte de la MS de la ración destinada a los cerdos, cuando esta se incluye en cantidades mayores se le pueden ocasionar diarreas (Morrison, 1951). El uso de la raíz de la yuca como alimento básico único, aún con acceso libre a una mezcla proteica, dio resultados desastrosos. Cuando se comparó el maíz y la yuca, los aumentos diarios de peso con el maíz fueron de 708 g y con yuca de 392 g. Se han alcanzado mejores resultados cuando se utiliza la yuca en mezcla con maíz en proporción de 50% yuca seca con 20% de maíz (Alba de Jorge, 1958)

## CONCLUSIONES

Con fundamento en lo señalado en la literatura revisada, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El cultivo de yuca es una excelente alternativa para el mejoramiento de la dieta de la gente, tanto en el medio rural como en otras áreas, ya que es un cultivo con un alto rendimiento de tubérculos comestibles y cuyo establecimiento es relativamente fácil de conseguir.
- En países en vías de desarrollo es considerado y utilizado como la base en la alimentación de la sociedad, dado que permite la elaboración de gran variedad de platillos.
- Con el manejo y cuidados necesarios sobre este cultivo se pueden llegar a tener rendimientos que van desde las 20 a las 30 toneladas por hectáreas, cuidando un manejo apropiado para el cultivo en general.
- Su uso en la alimentación de animales puede ayudar a reducir los costos de producción sin menoscabo de la calidad de la dieta, tanto en rumiantes como en animales de estómago sencillo.

## LITERATURA CITADA

- Alba, Jorge de. 1958. Alimentación práctica del ganado porcino. En Alimentación del ganado en la América Latina. La Prema Médica Mexicana: J. México D. F. p. 172-189.
- Albarrán J.; F. y M. Fuchs. 2003. Propagación clonal rápida de variedades comerciales de yuca mediante técnicas biotecnológicas. En: Seminarios CENIAP 2003 Maracay, Aragua, Venezuela.
- Allem, A. C. 1995. The evolutionary relationships of Brazilian Manihot (Euphorbiaceae). Lecture delivered at the "Manihot taxonomy and conservation workshop". CIAT, Cali, Colombia, 7- 11 November, 15p.
- Alvarez, E y L. Germán. 2002. Enfermedades del cultivo de yuca y métodos de control. En: La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Publicación CIAT. Cali, p. 131-147.
- Anónimo<sub>1</sub>/sf. Diferencias entre mandioca y la yuca. Tipos de mandioca. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/mandioca.htm> consultado el 17 de Diciembre 2017.
- Anónimo<sub>2</sub>/2013. Mandioca el cultivo del siglo. Mayo 2013. Disponible en: <http://www.abc.com.py/internacionales/la-mandioca-es-el-cultivo-del-siglo-xxi-segun-fao-578154.html>. Consultado el 17 de Diciembre 2017.
- Anónimo<sub>3</sub>/sf. El cultivo de yuca. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm>. Consultado el 22 de diciembre 2017.



- Anónimo<sub>4</sub>**, 1991. Maní (*Arachis hypogaea* L.). In: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.
- Anónimo<sub>5</sub>/sf.** Cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1028s/a1028s01.pdf>. Consultado el 04 de Enero 2018.
- Anónimo<sub>6</sub>/sf.** Guía del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Disponible en: <http://aeiagro.galeon.com/aficiones1552565.html>. Consultado el '07 de Enero 2018.
- Anónimo<sub>7</sub>**.2010. Diccionario de cocina, yuca. Febrero 2010 Disponible en: <https://gastronomiaycia.republica.com/2010/02/14/yuca/>. Consultado en 07 de Enero 2018.
- Anónimo<sub>8</sub>**. /sf. 9 propiedades medicinales que no conocías de la yuca o mandioca. Disponible:<https://mejorconsalud.com/propiedades-medicinales-la-yuca-mandioca/>. Consultado el 10 de Enero 2018.
- Assia, F.**1962. Efeitos da administração de raízes e tuberculos, como suplemento de inverno, na alimentação de vacas em lactação. Bol Indust Anim 1962; 20:55-6.
- Belloti, A. y A.V. Schoonhovem.** 1978. Plagas de la yuca y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Col. 73 p.
- Bernácer, R.** Yuca, fuente de energía: disponible en: <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/usos-de-la-yuca-en-la-cocina-12300>. Consultado el 28 de Diciembre 2017.

- Brigstocke, T.A., W.S. Cuthbert, W.S. Thickett, M.A. Lindeman y P.N. Wilson. A.** 1981. Comparison of a dairy cow compound feed with and without cassava given with grass silage. *Anim Prod*; 33:19-24.
- Caraballo, L. S., E. Velásquez y D. Torres. 2006.** El cultivo de yuca bajo riego. Diciembre 2006. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/yuca-riego-t26757.htm>. Consultado el 15 de Enero 2018
- Cadavid, L.F. 2005.** Producción de yuca. Manual. CLAYUCA. Cali, Colombia.36 pp.
- Cardoso, R. M., J. Campos, D. Hill H. y J. de Silva F. 1968.** Efeito de substituição gradativa do milho pela vasa de mandioca, na produção de leite. *Rev Ceres*; 14:308-330.
- Carey, D.A., J. Caton S. y M. Biondini. 1993.** Influence of Energy Source on Forage Intake, Digestibility, In Situ Forage Degradation, and Ruminant Fermentation in Beef Steers Fed Medium-Quality Brome Hay. *J Anim Sci*; 71:2260-2269.
- Ceballos, H. 2002.** Investigación y Desarrollo para la Yuca Industrial en seis Polos Estratégicos de Colombia. Informe presentado al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI. Reporte técnico de actividades. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, p. 1-113.
- Chanjula, P, Ngampongsai W. y Wanapat M. 2007.** Effects of Replacing Ground Corn with Cassava Chip in Concentrate on Feed Intake, Nutrient Utilization, Rumen Fermentation Characteristics and Microbial Populations in Goats. *Asian Aust J Anim Sci*; 20:1557-1566.

- Ceballos, H. y G.A. de la Cruz. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. En: La yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Publicación CIAT. Cali, Colombia, p. 17-33.**
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).1975. El añublo bacterial de la Yuca. Boletín Informativo. Serie ES. Nº 8. Cali, Col. 12 p.**
- Centro Internacional de Agricultura Tropical.1977. Descripción de las Enfermedades de la yuca. Guía de estudio Nº G-05-03-01. Cali, Col. 32 p.**
- Cock, J.H. 1984 Cassava: a basic energy source in the tropics. Science**
- Contreras, N. y N. Moreno. 1987. Enfermedades de la yuca en el Estado Barinas. FONAIAP Estación Experimental Barinas. Barinas, Ven. 14 p.**
- Díaz, P. S. y L.C. Mantilla. 2002. La terapéutica en el Nuevo Reino De Granada, un recetario franciscano del siglo XVIII. Bogotá. Pp: 100**
- Díaz, P. S. 1993. Notas relativas al intercambio alimenticio entre américa y Europa. En revista Ximenes de Quezada No. 20 Abril. Pp: 49**
- Domínguez, C.E., L.F. Ceballos y C. Fuentes. 1983. Morfología de la planta de yuca. En: Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. P 29- 49.**
- Dos Santos, J.J., I.N.Prado, D. Perotto, L.M. Zeoula, J.A. Cogo y S.M. Bernardo.2006. Digestibilidades de dietas contendo residuo oemido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. R Bras Zootec; 35:1447-1453.**
- FAO.1990. Utilización de alimentos tropicales. Alimentos y Tubérculos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 47/2. Roma.**

- Fretes, F.** 2010. Mandioca una opción industrial. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Mayo 2010
- Gilbert, P. M.** 2008. La mandioca en la actualidad, consumiendo lo que Paraguay produce; ABC rural. Diciembre 2008
- Hershey, C. y A. Amaya.** 1983. Genética, citogenética, estructura floral y técnica de hibridación de la yuca. En: Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, p. 113- 126.
- INIA – SARH,** 1982. CICLOS DE CULTIVOS: Diagramas de las principales especies vegetales con las cuales se efectúan investigaciones agrícolas en México. México, D. F.
- INTA,** 2001, Evaluación de Tres Densidades de Siembra y Aplicación de N. P. K. en el Cultivo de Yuca, Manihot esculenta. Disponible en: [http://www.funica.org.ni/biblioteca/conser\\_sueyagua\\_38.pdf](http://www.funica.org.ni/biblioteca/conser_sueyagua_38.pdf). Consultado el 17 de Enero 2018.
- Lozano, J. C., J.C. Toro, A. Castro, y A.C. Belloti.** 1977. Producción de material de siembra de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie GS-17. Cali, Col. 28 p.
- Mantilla, J. E.** 1996. Producción de material de yuca. En: La yuca frente al hambre del mundo tropical. A. Montaldo (Ed.), Maracay, Venezuela. P. 35- 55.
- Marqués, J. A., Maggioni D., R. Silva E., I. Prado N., F. Cavalier L., N. Caldas F., Zawadzki F.** 2005. Partial replacement of corn by cassava starch byproduct on performance and carcass characteristics of feedlot heifers. Arch Latinoam Prod Anim; 13:103-108.

- Marqués, J. A., I. Prado N., L. Zeoula M., R. Alcalde C., Gonçalves W.**2000. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. Rev Bras Zootec; 29:1528-1536.
- Mederos, V.** 2006. Embriogénesis somática en yuca (Manihot esculenta Crantz). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Ávila. Centro de Bioplasmas. Ciego de Ávila, Cuba. p. 5.
- Mejía F. R.** 1946. El cultivo 'de la yuca y su explota-ci6n industrial. Colombia. Agricultura Tropical 2(1):9, (2); 14, (3); 13, (4); 16, y (6); 13.
- Méndez, G. M.** 1993. Validación de variedades de yuca. INTA, Managua, Nicaragua. 10 p.
- Mendoza, G. D., S. González S. y E. Riquelme V.**1986. Efectos de sustitución del sorgo por harina de yuca en raciones para vacas en lactancia. Agrociencia; 64:127-131
- MINAGRI.** 1992. Resumen de los acuerdos del II encuentro técnico territorial de viandas y hortalizas, celebrado en la Habana. Septiembre. 17 p.
- Montaldo, A.** 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. p. 131-230.
- Montaldo, A.,** 1985. La Yuca o Mandioca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.
- Morrison, F. B.** 1951. Productos alimenticios. En alimentos y alimentación del Ganado. (Traducción del inglés por J. L. de la Loma). U.T.E.H.A., México. p. 512-711 y 1061-1165.

- Mortensen, E.** 1986. HORTICULTURA TROPICAL Y SUBTROPICAL. 2ª. Reimpresión. Edit., Pax – México, México, D. F. Pág. 101.
- Patiño, G.** 2007 Fogón de negros. Convenios Andrés Bello. Bogotá Pp: 43
- Patiño, T.** 2016. La yuca como expresión nacional - Designed by Nudge, Blogger templates by Blog and Web. Septiembre 2016
- Patiño, V. M.** 1990. Historia de la cultura material en la América equinoccial. Instituto caro y cuervo. Pp: 72
- Pimentel, R. R., F. Andrade M., A. Chaves S., L. de Lima E. y V. Ramos R.**2006. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. R Bras Zootec; 35:1221-1227.
- Prado, I. N., A. Souza M., C. Alcalde R., M. Zeoula L. y J. Marques A.** 2000. Desempenho de Novilhas Alimentadas com Rações Contendo Milho ou Casca de Mandioca como Fonte Energetica e Farelo de Algodao ou Levedura como Fonte Proteica. Rev Bras Zootec; 29:278-287.
- Ramírez, R.** 1982. Fertilización de la yuca. Revista de la Facultad de Agronomía, UCV. (Venezuela.). Alcance 31: 129-130.
- Rodríguez, V.G, R. Valdés s/f.** La yuca (Manihot utilísima M), efectividad en el manejo de la agrotecnia en este cultivo. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos93/yuca-maniot-efectividad-manejo-agrotecnia/yuca-maniot-efectividad-manejo-agrotecnia.shtml>. Consultado el 11 de Enero 2018.
- Rojas, M. A. R.** 2012. Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (manihot esculenta crantz) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la empresa pronal s.a.

- Ruiz, F. s/f. La producción de yuca. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos88/produccion-yuca/produccion-yuca2.shtml>. Consultado el 22 de Diciembre 2017.
- Simas, J. M., A. Pires V., I. Susin, F. Santos A., C. Mendes Q., R. Oliveira C. y J. Fernández J. 2008. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminiais de vacas em lactação. Arq Bras Med Vet Zootec; 60:11281134.
- Simmonds, N.E. 1976. Evolution of crop plants. 3a. ed. Longman (Londres, Reino Unido y Nueva York). 339p.
- SINAREFI. S/f. Red de yuca. Disponible en: [http://www.sinarefi.org.mx/redes/red\\_yuca.html](http://www.sinarefi.org.mx/redes/red_yuca.html). Consultado el 27 de Diciembre del 2017.
- Sosa, M., L. Velásquez. 2002. Comparación de rendimiento de variedades de yuca. In: XLVIII Reunión Anual del PCCMCA. San Cristóbal, República Dominicana. p. 88
- Suárez L. y V. Mederos. 2011. Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. Cultivos tropicales. 32 (3). Pp. 27-35.
- Torres, J. F., N. Moreno. 1992. El cultivo de la yuca. FONAIAP Estación Experimental Barinas. Barinas, Ven. 7 p.
- Tudor, G. D., K. McGuigan R. y B. Norton W. 1985. The effects of three protein sources on the growth and feed utilization of cattle fed cassava. J Agric Sci (Cambridge); 104:11 18.
- University of Colorado at Boulder, (2007) "CU-Boulder Archaeology Team Discovers First Ancient Manioc Fields In Americas"

- Van Soest, P. J.1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed.Cornell University Press;.p.476.
- Velásquez, E. J.1993. Descriptores y parámetros sugeridos para la elegibilidad de cultivares de yuca con fines de certificación. FONAIAP Estación Monagas. Maturín, Ven. Serie B. 25 p.
- Velásquez, E. J. 1988.El cultivo de la yuca. FONAIAP Estación Experimental Monagas. Maturín, Ven. Tríptico. Serie E N° 7-04.
- Velásquez, E. J., M. Oliveros A. y E. Ortega. 1993. Guía para la producción de semilla asexual de yuca. FONAIAP Estación Experimental Monagas. Maturín, Ven. Serie B. 25 p.