

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE YUCA EN MÉXICO

Dr. Isaac MENESES-MÁRQUEZ

M.C. Andrés VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ

Ing. Xóchitl ROSAS-GONZÁLEZ

Dr. Enrique Noé BECERRA-LEOR

Tabla de contenido

INTRODUCCION.....	1
1. CARACTERISTICAS BOTANICAS Y AGRONOMICAS	1
a. Clasificación taxonómica.....	1
b. Descripción morfológica	2
c. Fisiología.....	5
d. Reproducción	6
e. Condiciones de hábitat natural.....	6
f. Respuesta a prácticas agrícolas	8
g. Producción	8
h. Aprovechamiento	9
i. Capacidad de regeneración natural	10
2. IMPORTANCIA DE LA YUCA	11
a. Económica.....	11
b. Social.....	13
c. Ecológica.....	15
3. CONSERVACIÓN IN SITU.....	15
a. Áreas de distribución real y potencial del género <i>Manihot</i> sp	15
b. Especies, razas o variedades locales amenazadas.....	19
c. Áreas o regiones donde se realiza conservación <i>in situ</i> del género en la actualidad (instituciones, agricultores, etc.).....	19
d. Participación de agricultores y de organizaciones locales de agricultores.....	21
e. Bancos de germoplasma comunitarios	21
4. CONSERVACIÓN EX SITU	22
a. Metodologías y prácticas de recolección de germoplasma.....	22
b. Instituciones que participan en actividades de conservación <i>ex situ</i>	23
5. UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS.....	24
a. Numero de muestras caracterizadas y evaluadas	24
b. Numero de instituciones que intervienen en la caracterización y evaluación.....	24
c. Número de colecciones núcleo identificadas	25
d. Usos actuales y potenciales del género	25
6. CREACIÓN DE CAPACIDADES	27
a. La red Yuca.....	27

b. Disposiciones legales.....	29
c. Legislaciones federales, estatales y locales respecto al usufructo	29
7. LITERATURA CITADA.....	30

Índice de figuras

Figura 1. Superficie sembrada por ciclo de cultivo de la yuca en México.....	8
Figura 2. Rendimiento por hectárea con base en el ciclo y régimen de humedad.	9
Figura 3. Capacidad de competencia y regeneración de yuca.	10
Figura 4. Estadísticas mundiales de la yuca distribuidas por continente.....	11
Figura 5. Principales países productores en los últimos cinco años.....	12
Figura 6. Variación del precio por tonelada de raíz fresca de yuca.	13
Figura 7. Distribución de la producción de yuca en el mundo.....	14
Figura 8. Distribución actual de <i>Manihot</i> sp en México a partir de colecciones de herbario.....	16
Figura 9. Distribución actual de la yuca en el estado de Veracruz.	17
Figura 10. Distribución de la yuca con alto y mediano potencial en México.	18
Figura 11. Yuca ceiba cultivada en la región de Los Tuxtlas, en Veracruz.....	20
Figura 12. Siembra de yuca roja en Los Tuxtlas, Veracruz.	20
Figura 13. Custodio de la diversidad genética de yuca en Veracruz.	22
Figura 14. Parámetros de calidad en raíz fresca de yuca.	24
Figura 15. Alimentación en ovinos y su efecto sobre: a) ganancia diaria y b) tiempo de engorda.	26

Índice de cuadros

Cuadro 1. Requerimientos climáticos y edáficos de la yuca.	7
Cuadro 2. Integrantes de la red yuca del SINAREFI.	28

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es originaria de América Latina donde se ha cultivado desde épocas prehistóricas. Su adaptación a diversos ecosistemas, su potencial de producción, la diversidad de sus mercados y usos finales la han convertido en una de las bases de la alimentación para la población rural y en una alternativa de comercialización en centros urbanos (Anónimo, 2009). Gran parte de la población de América tropical y del continente Africano dependen de la raíz de la yuca como alimento para proveerse de carbohidratos y por ende de calorías. La difusión y la popularidad de la yuca probablemente se deba a la facilidad de su cultivo en zonas de alta temperatura y abundante precipitación y al hecho de su fácil propagación, que es vegetativa, pues se siembra en secciones de tallo y es un material que está disponible todo el año (Contreras, 1979).

El nombre de la yuca es casi general en América Latina, aunque a veces en México se le llama guacamote y en Brasil se conoce como mandioca. En la república mexicana se produce yuca en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán y en algunos lugares de Oaxaca, Michoacán y Jalisco. En el estado de Veracruz, el cultivo de la yuca se lleva a cabo en la mayoría de los lugares que tienen clima cálido, se siembra principalmente para autoconsumo en huertos familiares o en áreas cercanas a los poblados rurales. La yuca tiene un gran potencial en este estado, por el uso que se le da como producto comestible o para la industria y obtener almidón y pegamentos (Contreras, 1978).

1. CARACTERISTICAS BOTANICAS Y AGRONOMICAS

a. Clasificación taxonómica

Dentro del género *Manihot* se han clasificado alrededor de 180 especies, siendo la más importante *Manihot esculenta* (Crantz), cuyos sinónimos son: *Manihot utilissima*, *Manihot edulis* y *Manihot ahipi*. Todas las variedades de yuca, tanto amargas como dulces, están incluidas dentro de esta especie cuyas plantas tienen 36 cromosomas y son altamente heterocigotas. La clasificación taxonómica se describe a continuación:

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotiledoneae
Subclase: Anchichlamydaea
Orden: Euphorbiales
Familia: Euforbiacea
Género: *Manihot*
Especie: *esculenta*

b. Descripción morfológica

Las plantas del género *Manihot*, al cual pertenece la yuca, tiene hábito de ramificación dicotómica, tricotómica y hasta tetratómica. El crecimiento de las ramas generalmente termina con la aparición de una inflorescencia, la cual está constituida por racimos o panículas indeterminadas de tamaño muy variado. Los más simples de todos son racimos con pedúnculos muy cortos, que tienen la apariencia de una espiga. La corteza del tallo es generalmente muy suave, pero en algunos casos puede volverse rugosa a medida que el tronco va teniendo mayor edad.

Raíces. Las raíces almacenan grandes cantidades de almidón y tienen concentraciones variables de glucósidos cianogénicos, los cuales a través de hidrólisis o hidratación generan ácido cianhídrico.

Tallo. El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos: en plantas maduras es cilíndrico, el diámetro varía desde dos hasta seis centímetros, su color es de acuerdo con la edad y el genotipo, pudiendo ser gris, morado o café. Las ramificaciones reproductoras son sigmoidales y sus tallos principales se ramifican en dicotomía, tricotomía o tetracotomía, originando ramas secundarias.

Hojas. Las hojas están provistas de estípulas, la mayoría de las cuales caen cuando la hoja se ha desarrollado. Todas las hojas son pecioladas y pueden tener o no lóbulos.

Las hojas nacen de la porción nodal del tallo y aparecen arregladas en forma de espiral con filotaxia 2/5. Cada hoja está rodeada de tres a cinco estípulas de un centímetro de largo, las cuales permanecen o no adheridas al tallo una vez que se han desarrollado completamente.

La lámina de la hoja es palmeada y posee varios folíolos. Generalmente las hojas de los nudos inferiores de la planta son de menor tamaño que las producidas en los nudos subsiguientes. El número de folíolos por hoja aumenta y luego decrece; los peciolo son finos, de tamaño y color variables.

Los foliolos centrales de las hojas pueden ser lineales, rómbicos u oblongo lanceolados; generalmente los dos foliolos laterales son diferentes y su número cambia según la variedad. Otra diferencia de la forma de los foliolos de muchas variedades son unos ensanchamientos que pueden estar localizados en la base, en la mitad o en la parte terminal del foliolo, según la variedad.

El color de las nervaduras: verde, amarillo o rojo es otra característica varietal que puede ser igual o diferente en los dos lados de la hoja y no hay una relación constante entre el color del peciolo y el de las nervaduras.

Las hojas son marcadamente bicolors, con el haz de color morado, rojo, verde claro u oscuro según el cultivar y el color del envés varía de gris a azul; los estomas se encuentran localizados en el envés. El número total de hojas producidas, la tasa de producción de hojas y su longevidad son características varietales que varían según las condiciones ambientales.

Inflorescencia

No todas las variedades de yuca florecen y entre las que lo hacen hay marcadas diferencias en cuanto al tiempo de floración y la cantidad de flores que producen. Como todas las plantas del género *Manihot*, la yuca es una planta monoica, es decir, que tiene flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia.

La inflorescencia es una panícula o racimo floral provisto de brácteas basales angostas; las flores masculinas, más pequeñas que las femeninas y en mayor cantidad, están localizadas en el extremo superior de la inflorescencia.

Las flores carecen de pétalos, todas tienen cinco sépalos unidos, de color amarillo o rojizo, las femeninas abren una o dos semanas antes que las masculinas en el mismo racimo floral, este fenómeno se conoce como protoginia. Sin embargo es común que abran al mismo tiempo flores masculinas y femeninas de la misma planta pero de distinta ramificación.

Flor masculina

Su tamaño es aproximadamente la mitad del de la flor femenina y está localizada en el extremo superior de la panícula. La flor estaminada tiene el pedicelo recto y muy corto.

En el interior de la flor se encuentra un disco basal dividido en 10 lóculos. En el centro del disco se observa un rudimento del ovario. De los espacios entre los lóculos del disco basal nacen dispuestos en dos series, los 10 filamentos que sostienen las anteras de estos filamentos, cinco son externos, separados y más largos que los internos, que al unirse forman un conjunto de anteras. Se ha estimado que por cada flor femenina se producen hasta 10 flores masculinas, las cuales abren y producen polen después de que las flores femeninas del mismo racimo floral hayan abierto.

Sobre los filamentos se encuentran las anteras de forma alargada e inclinada hacia la parte central de la flor; en un corte transversal de una antera se observan los sacos polínicos, cada uno de los cuales produce aproximadamente 40 granos de polen; éstos son esféricos, amarillos, porosos y poseen estima y exina revestidas de cristales. Se ha estimado que cada flor masculina produce 1,600 granos de polen, de los cuales el 50% es apto para la fecundación.

Flor femenina

Las flores pistiladas, de mayor tamaño que las estaminadas, se encuentran en la base de la panícula y tienen un pedicelo más largo y curvado que las masculinas y al igual que éstas tienen cinco sépalos, pero separados desde la base.

La flor femenina tiene en su interior, un disco menor lobulado que la flor masculina, sobre el cual descansa el ovario. En algunas variedades se observan estaminoides provenientes de los lóbulos o lóculos glandulares del disco basal.

El ovario es súpero, dividido en tres lóculos que contienen cada uno un óvulo individual. Sobre el ovario se encuentra un estilo muy pequeño que da origen a un estigma largo, compuesto de tres lóbulos ondulados y carosos.

Las flores masculinas una vez que producen el polen generalmente se desprenden del racimo floral, mientras que las femeninas que hayan sido fecundadas permanecen en la planta dando origen a los frutos.

Fruto

Después de la polinización y la subsiguiente fertilización, el ovario se desarrolla para formar el fruto, el cual toma entre tres y cinco meses para completar su maduración.

El fruto es una cápsula ovoide o esférica de uno o cinco centímetros de diámetro, con cinco aristas longitudinales, estrechas y prominentes. En un corte transversal se observan tres lóculos o cápsulas, cada una de las cuales generalmente contiene una semilla.

También se observa una serie de tejidos muy bien diferenciados (epicarpio, mesocarpio y endocarpio); el endocarpio, que es de consistencia leñosa, se abre bruscamente, cuando el fruto está maduro y seco, para liberar y dispersar las semillas.

Los frutos son cápsulas dehiscentes, ovoides o elípticas y de superficie lisa, uniforme y moteada, con tres bordes (costillas); las semillas son carunculadas.

Semillas

Las semillas son el medio de reproducción sexual de la planta y por consiguiente son de incalculable valor en el mejoramiento genético del cultivo. Sin embargo, la planta produce poca cantidad de semilla, de baja viabilidad y lenta germinación. Si se considera que una planta ramifica tres veces se tendrían 12 inflorescencias que pueden producir cada una seis flores femeninas. Como cada flor contiene tres semillas, esto daría 216 semillas por planta, en condiciones ideales. Es de color café con moteado gris, de forma ovoide elipsoidal, mide alrededor de un centímetro de largo.

c. Fisiología

La planta de yuca es considerada como perenne, por lo que no llega a madurez fisiológica. Sin embargo, desde el punto de vista comercial las raíces se cosechan entre los 7 y 24 meses de edad de la planta, dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas. En general, el ciclo vegetativo se puede dividir desde la siembra hasta la cosecha en tres estados diferentes de desarrollo:

1. **Germinación.** Comercialmente la planta de yuca se reproduce vegetativamente por medio de estacas. La obtención de semillas sexuales es difícil y las plantas provenientes de semilla tienen ciclos vegetativos más largos y menor producción de raíces que aquellas que nacen de estacas.
2. **Crecimiento temprano y formación de follaje.** Este estado de crecimiento se inicia a las tres o cuatro semanas después de la siembra, cuando las condiciones de humedad han sido favorables y cuando el período fotosintético contribuye al crecimiento de la planta.

3. **Formación simultánea de follaje y engrosamiento de raíces.** Cuando las estacas se siembran en condiciones de buena humedad, aparecen las primeras raíces que nacen de los nudos que quedaron enterrados. En la base de la estaca se forma una callosidad y emergen también raíces. El verdadero engrosamiento de las raíces ocurre después de los tres meses y está asociado con el crecimiento secundario de células parenquimatosas en el xilema (Indira y Shina, 1970; citado por Domínguez, 1980).

d. Reproducción

Como la mayoría de las plantas, la yuca es un cultivo que produce semillas y se reproduce por semillas. Sin embargo, la semilla no se emplea comúnmente para la siembra comercial de la yuca debido a que las plántulas obtenidas por este medio, tienen una brotación y crecimiento muy lento y muy débil, además de que se trata de otra accesión diferente de la que proviene, por lo que se prefiere la propagación vegetativa que permite la siembra del mismo material genético y con mayor vigor de crecimiento.

No obstante, la yuca en estas condiciones presenta una tasa de multiplicación muy baja de obtención de semilla o estaca para siembra, ya que de una planta madura se obtienen apenas de 10 a 20 estacas de 15 a 20 cm de longitud en un año, lo que resulta insuficiente para suministrar al productor en corto tiempo, el material necesario para siembras extensas de nuevas variedades o bien de material libre de plagas y enfermedades.

La importancia que está adquiriendo el cultivo en los últimos años crea la necesidad de contar con otros métodos de multiplicación más rápida que vayan acordes con las necesidades de expansión del cultivo. En lo que respecta a yuca, se cuenta actualmente con los siguientes métodos de propagación rápida, que en su mayoría se pueden implementar sin mayores problemas cuando se pretende obtener a corto plazo suficiente material sano de algunas variedades recomendadas para alguna localidad: por estacas de dos yemas, por esquejes con hojas y por meristemas.

e. Condiciones de hábitat natural

La yuca *Manihot esculenta* Crantz, es una planta tropical perenne-arbustiva originaria de América Tropical, conocida también con los nombres de “Tapioca”, “Manioca” y “Mandioca” en los países de

habla Hispana y como “Cassava” en los países de habla Inglesa. En México, también se le conoce como “yuca” o “guacamote”. Pertenece a la familia de las euforbiáceas y tiene amplio rango de adaptación a las condiciones de suelos, desde los muy ácidos y de baja fertilidad como son los suelos de las sabanas tropicales.

Cuadro 1. Requerimientos climáticos y edáficos de la yuca.

Factores ambientales	Requerimientos
Periodo de crecimiento (Días)	230 a 260
Altitud (msnm)	0-1000
Temperatura (°C)	25-32
Precipitación (mm)	500-3500
Tolerante a la salinidad	2 mmhos/cm ²
Humedad Relativa (%)	70-80
Profundidad del suelo	1 m
Tipo de Suelos	Acrisoles, regosoles, cambisoles, fluvisoles, vertisoles
pH	5.2 a 7.0
Pendiente del Terreno	Desde planas hasta 10 a 15 %

Existen varias teorías en cuanto al centro de origen de esta especie, algunas mencionan que proviene de África, Asia, América y la región Amazónica, otras incluyen como probables centros de origen a Brasil, América Central y México.

En Perú y México se han encontrado fósiles de hojas y raíces de más de 4,300 años. Otras evidencias arqueológicas indican que ha sido cultivada desde hace aproximadamente 5,000 años en una extensa franja geográfica comprendida entre el sur de Brasil y México, por lo que la teoría más aceptada indica que es originaria de América Tropical y como probable centro de origen el Nordeste de Brasil y sur de México.

f. Respuesta a prácticas agrícolas

En relación con la posición de la estaca no se ha encontrado una respuesta diferenciada estadísticamente, sin embargo, cuando se siembra la estaca en posición inclinada supera en 1.7 toneladas a las sembradas tanto vertical como horizontal. La siembra de estacas en posición horizontal favorece un mayor desarrollo del diámetro de tallo, mientras que la posición vertical muestra tallos de menor rendimiento (Rosas *et al.*, 2014). Cuando la yuca se produce para forraje, una mayor cantidad de nitrógeno por hectárea contribuye a mayor producción de follaje. Así también presenta una respuesta favorable al aumento de la densidad de población al pasar de 85,000 a 105,000 plantas por hectárea (Sánchez *et al.*, 1999).

g. Producción

En 1990 en el estado de Yucatán se reportó la producción de yuca con fines de forraje (SIAP, 2014), puesto que este producto es uno de los más importantes insumos en la producción de alimento para ganado, por ser un excelente complemento alimenticio, de gran consistencia y bajo precio, desplazando el uso de granos como el maíz, sorgo y arroz entre otros.

El SIAP (2014) reporta que en México la yuca se siembra en siete estados y 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 (Figura 1).

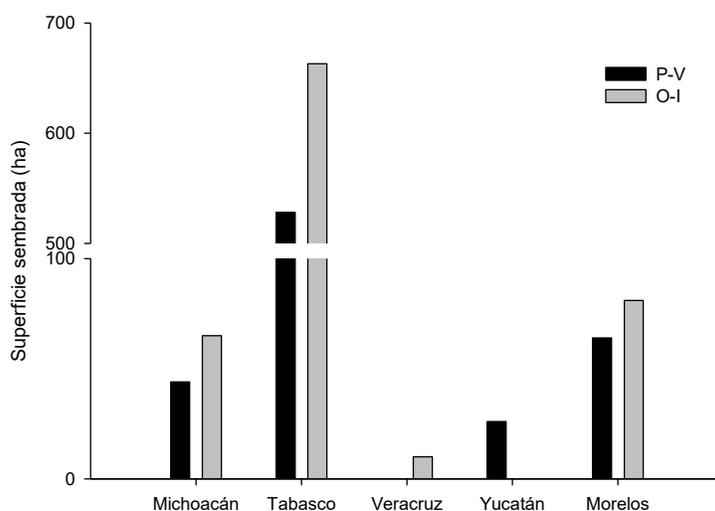


Figura 1. Superficie sembrada por ciclo de cultivo de la yuca en México.

El comportamiento productivo varía tanto por el ciclo de cultivo, las condiciones de suelo y clima de los estados productores y la diversidad de variedades, esto genera como resultado diferente rendimiento y en algunos casos se obtiene mayor producción en menor superficie sembrada como es el caso de Michoacán (Figura 2).

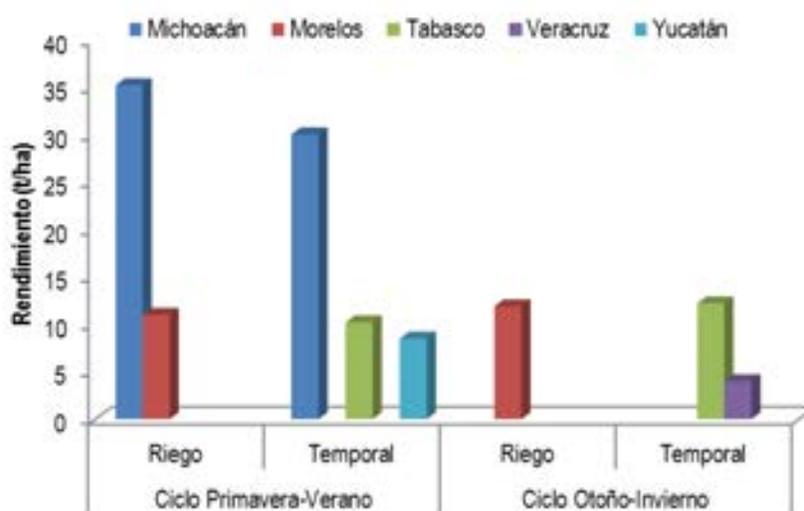


Figura 2. Rendimiento por hectárea con base en el ciclo y régimen de humedad.

Si se considerara al cultivo de la yuca como un producto estratégico y base para el crecimiento de numerosas industrias, complementado con el fomento a través de las inversiones, esta raíz seguramente podría favorecer el desarrollo del sector agroalimentario e industrial de los países en desarrollo y contribuir a la generación de riqueza y de empleo tanto rural como urbano (Aristizabal *et al.*, 2007).

h. Aprovechamiento

Casanova *et al.*, (2014) señalan que el aprovechamiento de este cultivo es integral por su utilización desde la hojas como ornato y forraje, hasta la utilización de las raíces, de las cuales se obtienen dos tipos de productos que son la yuca para harinas y pellets (raíces secas y follaje), destinados para la alimentación animal. Además del almidón de yuca, se usa para la alimentación humana y para la industria de almidones (plásticos, pieles, etc.), alcoholes y harina. En países tropicales, la raíz se utiliza como alimento por su importante fuente de almidón y constituye el producto básico de alimentación en

aproximadamente medio billón de personas. Las raíces de las variedades dulces pueden ser consumidas crudas, cocinadas al vapor o asadas.

i. Capacidad de regeneración natural

La yuca es una planta de fácil propagación y con una sola estaca de 20 cm de largo puede generar al menos tres brotes que con cuidados adecuados se transforma en tres plantas nuevas. De esta manera, los productores a través de los intercambios logran una rápida distribución del material a diferentes áreas de su influencia. Esto ha sido la mejor estrategia de sobrevivencia y de regeneración de las plantas de manera natural. A pesar del desmote o chapeo que se llega a realizar en lugares donde existen plantas de yuca, esto genera que tenga más brotes de forma exhaustiva y lograr mayor cantidad de follaje. Aun en condiciones de sombreo es capaz de desarrollarse y alcanzar su altura natural (Figura 3).



Figura 3. Capacidad de competencia y regeneración de yuca.

2. IMPORTANCIA DE LA YUCA

a. Económica

FAO (2014) reporta que la yuca se cultiva en 103 países, la superficie total sembrada asciende a 27 millones de hectáreas, un rendimiento promedio de 9.6 toneladas por hectárea y la producción alcanza 262'585,741 toneladas, con un valor de US\$25'248,280 (Figura 4).

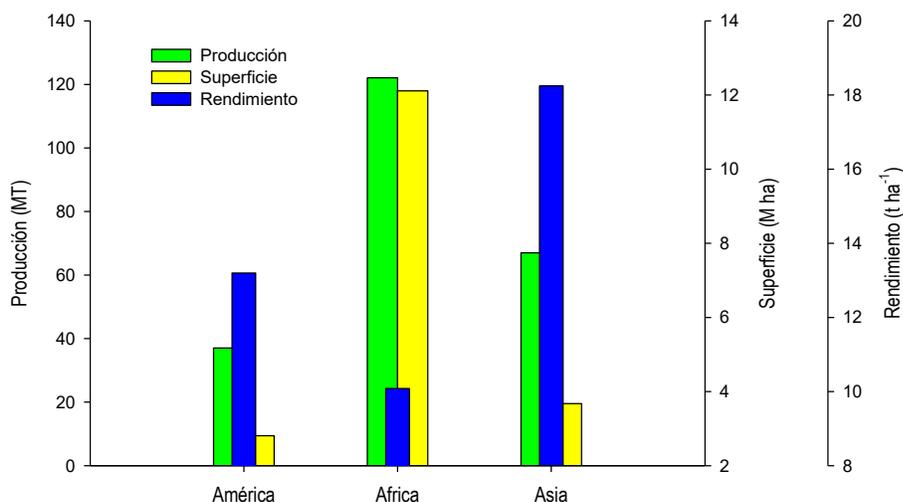


Figura 4. Estadísticas mundiales de la yuca distribuidas por continente.

Entre los diez países principales por su volumen de producción, Nigeria sobresale con aproximadamente 55 millones de toneladas, seguida de Indonesia, Brasil y Tailandia. Es importante señalar que de los mayores productores de yuca cinco corresponden al continente africano, lo que permite conocer la importancia que este cultivo tiene en la alimentación de la población. Es importante destacar el papel clave que juegan Indonesia, Tailandia y Vietnam en el concierto mundial relacionado con la producción de esta raíz de almacenamiento, que en conjunto es la segunda mayor región en el suministro de este alimento. De los países del continente americano únicamente Brasil es el que pertenece a ese grupo selecto (Figura 5). En 1989 la exportación de productos derivados de la yuca fue de 11.94 millones de toneladas, siendo Tailandia el más grande exportador con 10.25 millones de toneladas lo que representa el 85.84% del total mundial.

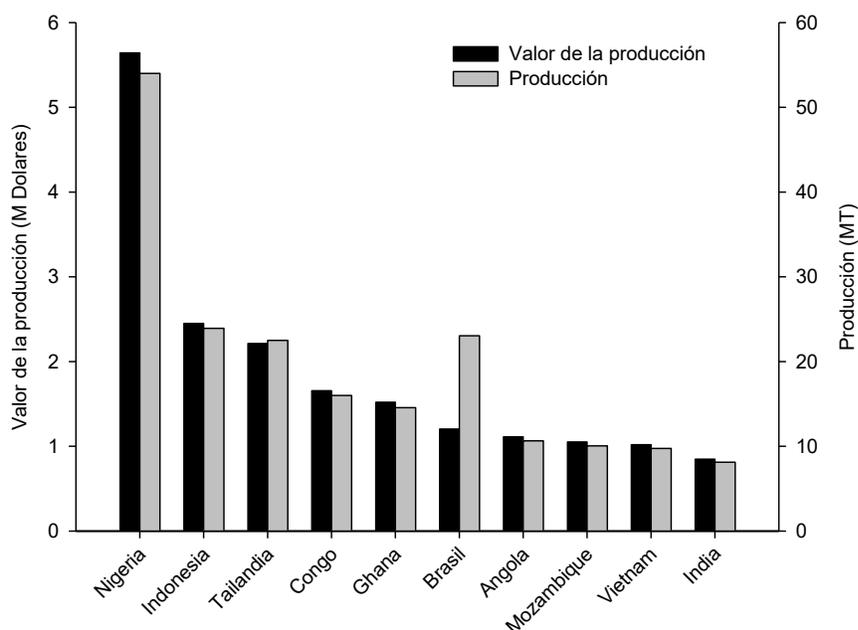


Figura 5. Principales países productores en los últimos cinco años.

Situación contraria lo que sucede en América tropical donde la producción de yuca se destina básicamente para el autoconsumo y en la alimentación del ganado. Brasil es el país en donde la yuca ha tenido mayor uso y por lo mismo mayor desarrollado de tecnología de producción y utilización; destaca en la producción de almidón para obtener etanol como energético para combustión interna de automóviles y al parecer en la actualidad su producción es insuficiente por la gran cantidad que utilizan en la industria.

En México la situación que prevalece se debe a la falta de conocimiento sobre las formas para consumo y utilización de los derivados, a diferencia de países de la comunidad económica europea donde los derivados para alimentación animal data desde hace más de 20 años, lo que la convierte en la principal región de consumo e importa cerca de 6.6 millones de toneladas, lo cual representa el 59% de las exportaciones totales.

En campo el precio de una tonelada de yuca oscila entre \$2,500.00 y \$7,500.00 pesos, dependiendo del estado, el cual está influenciado por el volumen de producción, la demanda y utilidad del producto. En el caso de Veracruz la oferta del producto es mínima y la demanda es muy fuerte como alimento para el

ganado, situación que favorece lograr un pago de aproximadamente \$5.0 por kilogramo de raíz fresca, solo por debajo de los \$7.0 que se pagan en Guerrero (Figura 6).

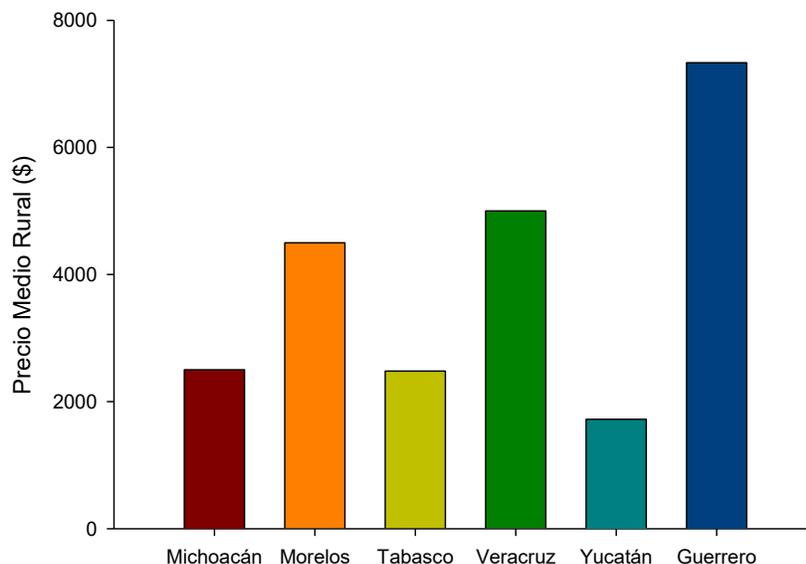


Figura 6. Variación del precio por tonelada de raíz fresca de yuca.

b. Social

La yuca es un cultivo de gran importancia socioeconómica en las regiones tropicales, ya que constituye el alimento principal de alrededor de un millón de habitantes de estas latitudes; aunque al igual que todas las raíces y tubérculos la yuca es considerada como un bien inferior; es decir, su nivel de consumo disminuye al aumentar el ingreso del consumidor (Aristizábal *et al.*, 2007), se reconoce como la séptima mayor fuente de alimentos básicos del mundo, considerada como "base de la vida" tropical, porque es una de las más importantes fuentes de alimentación en extensas áreas de los trópicos. La Figura 7 muestra que los países de África, Asia y América producen el 38, 36 y 26% de la producción mundial (122 millones de toneladas métricas), respectivamente, y proveen los requerimientos calóricos en la alimentación humana de África, América Latina y Asia en un 37, 12 y 7%, respectivamente (Cock, 1982; Leihnner, 1983).

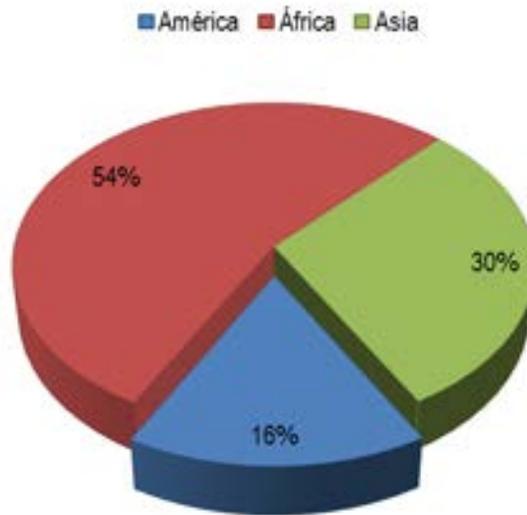


Figura 7. Distribución de la producción de yuca en el mundo.

La yuca constituye uno de los alimentos fundamentales, especialmente en aquellas zonas con déficit alimentario, gracias a su importante contenido proteico y energético. Puede recolectarse en cualquier momento de los 8 a 24 meses después de ser plantada o permanecer en el terreno como defensa contra una escasez de alimentos inesperada. También gracias a los planes de acción llevados a cabo por la FAO para fomentar el cultivo de la yuca y luchar contra el hambre en muchos países en desarrollo, por ejemplo, Ghana logró reducir la desnutrición más rápidamente que cualquier otro país entre 1980 y 1996, aumentando la producción y el consumo de yuca (Anónimo, 2010).

Este cultivo tiene gran potencial agrícola y una amplia justificación social y económica tanto para la alimentación humana en forma directa, como en la elaboración de alimentos balanceados para animales en sustitución de los granos, de los cuales actualmente somos deficitarios, así como en el aspecto industrial por los múltiples derivados que tiene. Además de ser un excelente productor de carbohidratos en sus raíces, lo cual es su característica principal, contiene en su follaje gran cantidad de proteínas, aminoácidos y vitaminas que pueden utilizarse en la alimentación animal. La parte aérea varía en su contenido de proteínas en base seca, en las hojas llega a tener de 23 a 28%, mientras que al emplear los peciolo y el cogollo se reduce a 18 ó 21%, en tanto que su contenido de fibra es de 9% en las hojas y de 20 a 25% en los cogollos (Buitrago, 1990).

c. Ecológica

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es endémica de la región tropical de Argentina, Paraguay, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú y Venezuela, aunque se estima que las variedades hoy conocidas son efecto de la selección artificial; generalmente la yuca se adapta a los trópicos bajos del mundo, entre los 30° de latitud sur y hasta una altitud de 2000 m. No tolera heladas y es sensible al frío, por lo que se cultiva en lugares con temperatura media mayor a 18°C, siendo el óptimo de 24° a 26°C y con 500 mm de precipitación pluvial anual. Se adapta a condiciones de suelos extremadamente ácidos e infértiles, pero no tolera la inundación y se desarrolla mejor en suelos de textura media. Tolerla la sequía permaneciendo en latencia sin tener periodo crítico como otros cultivos; bajo estas condiciones tiene potencial de producir de 40 a 50 toneladas por hectárea. Se encuentra entre los cultivos más eficientes para fijar energía por unidad de área y tiempo, superando a cultivos como el maíz y arroz. Puede permanecer sin cosecharse hasta la época conveniente, cuando alcanza mejores precios. Es considerada como un cultivo de amortiguación de la pobreza rural pues ha demostrado su ventaja comparativa en zonas marginales lo que la convierte en uno de los más rentables (Villalobos *et al.*, 2007).

3. CONSERVACIÓN IN SITU

a. Áreas de distribución real y potencial del género *Manihot* sp

Áreas de distribución real. Actualmente, en México, la yuca *Manihot esculenta* Crantz se encuentra ampliamente distribuida principalmente en las regiones de trópico húmedo y trópico seco a nivel de huerto familiar, cubriendo toda la franja costera del Golfo de México, desde la península de Yucatán, Tabasco, Veracruz y sur de Tamaulipas, así como la costa del Pacífico desde el Estado de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Colima y sur de Sinaloa, cultivada con una tecnología tradicional, rendimiento promedio de 8 a 10 toneladas y con la mayoría de la producción para el autoconsumo, alimentación animal y poco excedente al mercado (Figura 8).

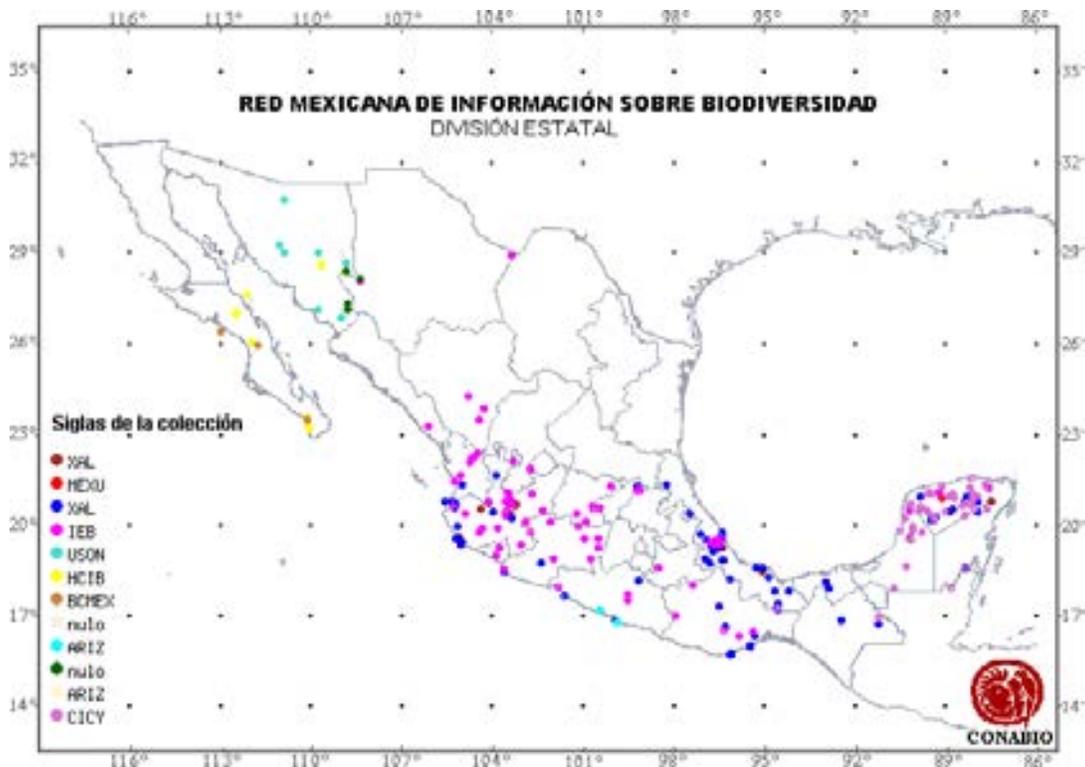


Figura 8. Distribución actual de *Manihot* sp en México a partir de colecciones de herbario.

Sin embargo, de acuerdo con la información consultada relacionada con los datos de ejemplares de herbario, en la Figura 8 se aprecia que la distribución de especies del género *Manihot* se extiende hasta la zona árida y templada que corresponde a los estados de Sonora y Baja California Sur, lo cual indica que las especies del género pueden prosperar en este medio ambiente bajo condiciones adecuadas de humedad en el periodo libre de heladas, ya que la yuca no tolera temperaturas menores de 15 a 16° y requiere de precipitaciones pluviales de 500 mm anuales para una agricultura de temporal.

Se han intentado realizar algunos proyectos gubernamentales y de la iniciativa privada, con la finalidad de producir almidones para la industria de los pegamentos, la producción de harina para alimentos balanceados, así como la utilización de la harina como sustrato para la cría de hongos y la producción de lisina, entre otros, con poco éxito. Sin embargo, en la última década se han registrado cambios importantes en relación a un mayor interés por el cultivo y con esto también un cambio en el nivel tecnológico empleado, adoptando la tecnología generada por el INIFAP para el establecimiento de siembras comerciales en los estados antes mencionados, en virtud de la importancia creciente del

mercado por las harinas panificables, los almidones y la producción de etanol como biocombustible sustituto de las gasolinas.

Sánchez (2010) identificó un total de 27 especies, entre las cuales destaca la especie *Manihot esculenta* Crantz, como la especie mayormente cultivada y de mayor presencia en el consumo humano, animal y de uso industrial. La lista de las especies se enumera a continuación.

- | | | |
|---|--|--|
| 1. <i>M. caudata</i> | 10. <i>Manihot sp</i> | 19. <i>M. pringlei</i> |
| 2. <i>M. rubricaulis</i> | 11. <i>M. colimensis</i> | 20. <i>M. tomatophylla</i> |
| 3. <i>M. rubricaulis</i> var.
<i>isoloba</i> | 12. <i>M. angustiloba</i> | 21. <i>M. intermedia</i> |
| 4. <i>M. isoloba</i> | 13. <i>M. crassipétala</i> | 22. <i>M. pausiflora</i> |
| 5. <i>M. aesculifolia</i> | 14. <i>M. esculifolia</i> | 23. <i>M. mcvaughii</i> |
| 6. <i>M. chlorosticta</i> | 15. <i>M. rhomboidea</i> sp
<i>microcarpa</i> | 24. <i>M. parvicocca</i> |
| 7. <i>M. carthaginensis</i> | 16. <i>M. microcarpa</i> | 25. <i>M. triloba</i> |
| 8. <i>M. esculenta</i> | 17. <i>M. auriculata</i> | 26. <i>M. rhomboidea</i> sp
<i>rhomboidea</i> |
| 9. <i>M. oaxacana</i> | 18. <i>M. michaelis</i> | 27. <i>M. rhomboidea</i> |

La información generada a través de colectas en el estado de Veracruz, se encontró yuca en al menos 17 municipios. Con certeza existe yuca en municipios como Álamo, Papantla, Espinal, en la zona norte del estado, como en Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, en la zona centro-sur del estado.

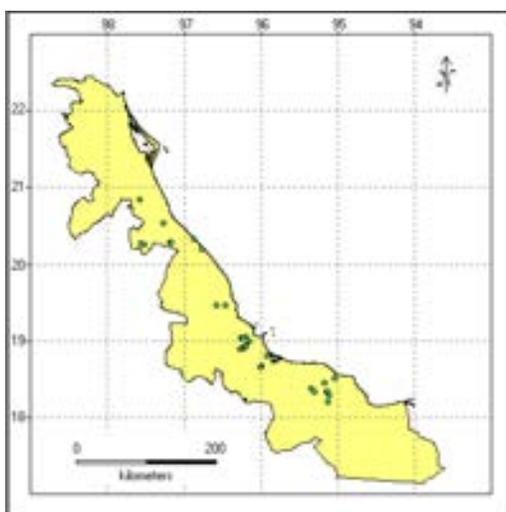


Figura 9. Distribución actual de la yuca en el estado de Veracruz.

Sin embargo, la mayor presencia de esta planta se observó en municipios como Medellín de Bravo, Jamapa y Cotaxtla (Figura 9). Es importante mencionar que la zona productora se concentra en el municipio de Santiago Tuxtla, en condiciones de lomeríos, bajo uso de insumos y de temporal (Meneses, 2012).

Áreas de distribución potencial. México cuenta con poco más de 10 millones de hectáreas en las regiones tropicales y subtropicales de clima húmedo y subhúmedo, las cuales por sus características similares a los requerimientos de suelo y clima de la yuca son áreas de distribución potencial de este género. En esta amplia zona del trópico se encuentra un área de suelos fértiles, los cuales tienen un alto potencial para la agricultura intensiva, con cultivos ya tradicionales como el maíz, frijol, caña de azúcar, soya, etc., pero además existe otra gran área de suelos de baja o mediana fertilidad y variable acidez, en donde la yuca prospera mejor que otros cultivos. Esta área con una superficie aproximada de 5.5 millones de hectáreas, se encuentra asociada con la distribución de la selva alta perennifolia en las regiones de trópico seco y húmedo, comprendiendo los estados de Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Campeche, Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Nayarit, Colima, Guerrero, Jalisco, sur de Sinaloa y Tamaulipas entre otros, en donde este cultivo se adapta sin competir con otros cultivos (Figura 10).



Figura 10. Distribución de la yuca con alto y mediano potencial en México.

La superficie potencial donde puede prosperar el género *Manihot* sería significativamente mayor, en la medida en que se cuente con tecnología y capacidad de inversión para una agricultura intensiva que consideren el riego dentro de sus componentes tecnológicos, ya que existe el antecedente que la yuca prospera en las regiones áridas en el periodo libre de heladas (Vásquez *et al.*, 2013).

No obstante, a pesar de existir esta gran superficie potencialmente productora de yuca, en México no se le ha dado el interés debido a este cultivo, permaneciendo hasta la fecha como un cultivo de traspatio que empieza a cultivarse en áreas más grandes.

b. Especies, razas o variedades locales amenazadas

En el caso de la yuca no existen trabajos relacionados con estudios sobre la amenaza a variedades locales u otro tipo de razas o especies. Sin embargo, se reconoce la existencia de este fenómeno a causa de las actividades del ser humano como son el cambio en el uso del suelo, las prácticas de control de malezas con herbicidas, y por el sistema de rosa, tumba y quema en la apertura de nuevas áreas para la agricultura, así como en tierras destinadas para la ganadería extensiva en los trópicos. A medida que se han hecho recorridos de exploración etnobotánica se constató que solo es posible encontrar plantas a nivel de traspatio, dentro del sistema milpa, intercaladas con maíz, y de manera aislada en huertas de cítricos, o como cercos vivos, en cantidad muy limitada a causa del poco conocimiento sobre el potencial que representa este cultivo para la alimentación humana, animal y para la industria de los almidones y sus derivados.

c. Áreas o regiones donde se realiza conservación *in situ* del género.

Los estudios realizados en la actualidad no incluyen la parte de conservación *in situ* de *Manihot*, sin embargo, a través de recorridos de exploración etnobotánica y colectas de yuca se ha podido identificar que en la zona de Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, se siembra yuca criolla en una área compacta de producción a la cual se le conoce como *yuca ceiba* (Figura 11). Este material se ha venido conservando por los productores desde hace muchos años y hoy en día es típico encontrar ese tipo de yuca en la región mencionada.



Figura 11. Yuca ceiba cultivada en la región de Los Tuxtlas, en Veracruz.

Además se cultiva otro genotipo denominado *yuca roja*, la cual presenta una raíz con textura muy suave parecida a la papa y por esa similitud en otros municipios del estado se le conoce como yuca papa (Figura 12).



Figura 12. Siembra de yuca roja en Los Tuxtlas, Veracruz.

Otra zona importante de conservación *in situ* hecha por los productores corresponde al municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, Oaxaca, la cual pertenece a la región de la cuenca del Papaloapan. Región que se caracteriza por su orografía muy accidentada y con vocación para otros cultivos, más sin

embargo es posible encontrar siembras de yuca criolla en esos terrenos usando materiales criollos de la misma región y que año tras año los productores la han venido conservando.

d. Participación de agricultores y de organizaciones locales de agricultores

La totalidad de los agricultores que se dedican a este cultivo han venido conservando los materiales de yuca año tras año. Además han identificado plenamente las características que las hacen atractivas para su conservación. Aunque no participan de manera ex profeso en la conservación su función juega un papel clave para que hoy en día se tenga disponible una gama de genotipos de yuca tanto en coloración de tallo y color de raíz. Dado el poco interés por fomentar la siembra de esta raíz por parte de instancias del gobierno aún no se tiene organizado a los productores en torno a este cultivo. No obstante lo anterior, hay productores en el estado de Tabasco que tienen una estructura productiva que les permite exportar producto fresco al mercado americano e inclusive en el estado de Veracruz, la empresa YUCAVERA ha venido suministrando raíces frescas a tiendas de autoservicio como lo es Walmart.

e. Bancos de germoplasma comunitarios

No existen bancos de germoplasma en las comunidades. Sin embargo es posible encontrar productores que conservan distintos materiales en el mismo lote de producción, identificados con base en color del tallo. Además, año con año distribuyen e intercambian estacas con otros productores, lo cual ha fomentado una mayor dispersión de los materiales y ha permitido la evolución de constante del material genético. Ejemplo de esto lo representa el productor Francisco Prieto, de la comunidad de Los Arrieros, municipio de Medellín de Bravo, en el estado de Veracruz, quien conserva tres clones de yuca: roja, gris y ceiba (Figura 13).



Figura 13. Custodio de la diversidad genética de yuca en Veracruz.

4. CONSERVACIÓN EX SITU

a. Metodologías y prácticas de recolección de germoplasma

La colecta de nuevas accesiones es la actividad más importante en el proceso de conservación de la diversidad genética, aunque forma parte de una estrategia de conservación, en la que se definen las razones para coleccionar germoplasma, se desarrolla una estrategia de colecta y se realizan las colectas necesarias o posibles (IPGRI, 2010). Se inicia con el trabajo de gabinete en la que incluye la planeación de las acciones a llevar a cabo. Una acción clave corresponde a la definición de las rutas a coleccionar, la cual mediante acopio de información de literatura se logra determinar las regiones con mayor diversidad genética de este cultivo y en consecuencia como las áreas a coleccionar. Cuando se tiene contemplado coleccionar en todo un estado, desde el punto de vista práctico es dividir en tres regiones de colecta: norte, centro y sur e ir delimitando los municipios donde existen reportes de presencia de yuca. Hecho lo anterior, se prosigue con la calendarización de los recorridos exploratorios. En el caso de la especie que nos ocupa, las fechas también están determinadas por la etapa en que los tallos han alcanzado la edad apropiada (plantas entre ocho y doce meses después de la siembra) para utilizarse como material de propagación (Anónimo, 2009). La yuca se puede encontrar tanto en parcelas comerciales, cercos vivos como también en huertos de traspatio. Al ubicar un sitio donde existen ejemplares pero que el material vegetativo aún no está en la madurez adecuada, es necesario realizar una visita posterior.

Para todos los materiales colectados se registran los datos pasaporte que incluyen lugar, fecha de colecta, y con apoyo de un GPS se determina la localización geográfica, altitud, etc. Así mismo se hacen observaciones sobre las condiciones de hábitat en que se encuentran creciendo las plantas. Con esta información se crea una base de datos para un manejo adecuado y ágil de los datos. El tamaño de muestra es variable, desde uno hasta cinco tallos de al menos un metro de largo, dependiendo de la disponibilidad del material vegetativo con que cuenta cada custodio.

b. Instituciones que participan en actividades de conservación *ex situ*

En los inicios de la década de los 80's, el INIFAP realizó una colecta a nivel nacional en colaboración con personal investigador del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali, Colombia. En ese tiempo se colectaron aproximadamente 106 accesiones las cuales se tuvieron establecidas en Huimanguillo, Tabasco. Una réplica de estos materiales fue enviada al CIAT, la cual hasta hoy en día conservan y está disponible para su utilización para fines de investigación e intercambio con instituciones interesadas en el cultivo. De acuerdo con personal experto de dicho centro, no se reporta material de yuca silvestre para México¹ (Daniel Debouck, comunicación personal). Actualmente se cuenta con 45 accesiones de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en el banco de germoplasma del Campo Experimental Huimanguillo del INIFAP, ubicado en el km 1 de la carretera Huimanguillo-Cárdenas en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. Se inició también con la multiplicación, tratamiento, siembra y mantenimiento de las colectas de yuca del INIFAP en campo, así como el registro de datos y su caracterización. Esta misma institución tiene en el Campo Experimental Cotaxtla, ubicado en el kilómetro 34 de la carretera Veracruz-Córdoba, en el municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, 61 colectas provenientes de todo el territorio veracruzano (Meneses, 2012) y del estado de Campeche. En los campos experimentales del Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano # 25 en Cd. Altamirano, Guerrero, se tienen disponibles cuatro variedades introducidas de Suramérica (Colombia y Brasil) y una recolectada en Morelos, las cuales han mostrado una buena adaptación a las condiciones ecológicas de la Región Tierra Caliente con rendimientos promedios de 10 a 15 toneladas por hectárea sin manejo agronómico. El ITA 25 y la Fundación Produce de Guerrero a través de la Biofábrica de vitroplantas tienen un programa de multiplicación y fomento de materiales promisorios de yuca para el consumo humano y animal. La variedad Bernabela es la que ha tenido mayores

¹ Daniel Debouck. Programa de Recursos Genéticos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia).

rendimientos de raíces, mientras la de mayor producción de follaje son las variedades Mandioca 1 y Mandioca 2 (Ballesteros *et al.*, 2011).

5. UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

a. Numero de muestras caracterizadas y evaluadas

Meneses *et al.* (2014) señalan que durante el periodo de septiembre a abril del 2010-2011 se realizó la caracterización de *nueve* genotipos de yuca a los cuales se les determinó el contenido de materia seca y almidón (Figura 14). En el año 2012 se llevó a cabo la caracterización de 40 colectas provenientes del estado de Veracruz (Meneses, 2012). En ambos casos se utilizaron los descriptores señalados por Fukuda *et al.* (2010) en la cual se incluyen 50 caracteres en total. Se han evaluado 14 genotipos tanto en la región del Golfo de México como en la región del Pacífico, que incluye a los estados de Veracruz y Guerrero (Rosas *et al.*, 2014; Meneses *et al.*, 2013; Ballesteros *et al.*, 2011). En la Península de Yucatán se evaluaron tres materiales de yuca denominadas yuca roja, yuca blanca y guaxupe, con rendimiento de 20 toneladas por hectárea contra las 12 toneladas obtenidas con la criolla regional².

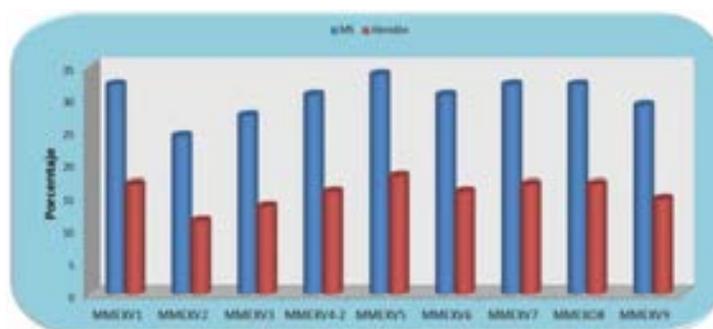


Figura 14. Parámetros de calidad en raíz fresca de yuca.

b. Numero de instituciones que intervienen en la caracterización y evaluación

Dentro de las prioridades de la Red de Yuca ha sido llevar a cabo la caracterización morfológica de las accesiones que se encuentran en los Bancos Activos de Germoplasma, así como también de las nuevas colectas que se van realizando, con base en guías técnicas aprobadas por la Unión

² Jorge Basulto Graniel. Ficha tecnológica: Variedades de yuca para la Península de Yucatán. INIFAP. Correo-e:jabasulto@hotmail.com

Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se ha enfocado a la caracterización y evaluación de materiales, en cambio, el Instituto Tecnológico de Guerrero y la Fundación Produce Sinaloa se han enfocado a la evaluación de genotipos con fines de identificar el que mejor se adapte y el de mayor rendimiento, para generar el paquete tecnológico de producción para sus respectivas regiones.

c. Número de colecciones núcleo identificadas

Dado que la caracterización de todas las accesiones está en proceso, aún es prematuro disponer de una colección núcleo de la variabilidad genética de *M. esculenta* Crantz. Sin embargo, con base en los trabajos que se han realizado desde la década de los ochenta en la Sabana de Huimanguillo, Tabasco, existen materiales de referencia que fueron liberados para uso de los productores, tales como las variedades Sabanera y Esmeralda, y la criolla regional “Ceiba” que se encuentra en los estados de Veracruz y Tabasco. Los materiales anteriores presentan características muy particulares que permiten ser referentes en la caracterización de materiales. En el grupo de nuevas colectas hechas en el estado de Veracruz, ha sido posible identificar al menos cinco accesiones cuyas características morfológicas las hacen mostrar la variabilidad dentro de esta especie. Algunas de ellas son yuca gris, yuca roja y la yuca conocida regionalmente como castelloba. Aunado a lo anterior, se encontró una accesión de yuca ornamental que muestra parte de esa riqueza genética existente, que por el color de tallo y combinación de colores en las hojas (variegada) la hacen distinta y al mismo tiempo un referente entre materiales.

d. Usos actuales y potenciales del género

La yuca se puede usar en forma integral. Las raíces se usan en la alimentación humana, en la alimentación animal, en la industria de la panificación, en la industria de los almidones, alcoholes y productos derivados. Los tallos sirven como material vegetativo para propagar el cultivo, los tallos tiernos y hojas se emplean como forraje, ya que son una fuente excelente de proteína en la alimentación animal.

Nutricional. Las variedades de yuca “dulces” son las que se usan para la alimentación humana y del ganado. La yuca produce gruesas y abundantes raíces, cuyo contenido principal son los hidratos de carbono, los cuales constituyen una parte importante en la alimentación humana, su composición es como sigue: proteína, 4.5%; grasa 0.4%; fibra, 3.3%; hidrato de carbono, 87.8%; y ceniza, 4.0%; esto

aunado a su facilidad de propagación y sencilla obtención, manifiestan su importancia como fuente de alimentos baratos para la dieta humana (Contreras, 1979). Con la harina de yuca, en Brasil se hacen tortillas y en Cuba se produce pan, con calidad similar a la del pan de trigo. Otros productos que se pueden obtener de la yuca son: atoles, dulces y vinos. En Veracruz la yuca se come en diferentes formas, desde asada o hervida, hasta en deliciosos pasteles (Contreras, 1978).

Forrajera. Dentro de la gran diversidad de alimentos para la producción animal en los países tropicales, el follaje de yuca destaca por su alto valor nutritivo y bajo costo en las dietas para bovinos y mono gástricos, comparado con la mayoría de las leguminosas tropicales. La yuca contiene aproximadamente de 16 a 18 % de proteína cruda en su follaje y 18 por ciento de fibra cruda considerando hojas y tallos tiernos, lo que la caracteriza como un excelente forraje. Considerando solo las hojas, la proteína cruda puede variar de 24 a 28 por ciento, dependiendo principalmente de la variedad, la edad de cosecha, la fertilidad del suelo y manejo del cultivo (Sánchez *et al.*, 1999). En ovinos, uno de los beneficios de la dieta alimenticia a base de yuca es el aumento significativo en la ganancia de peso diario, que de 70 g pasa a 290 g. Sin embargo, la mayor relevancia está dado por la reducción de ocho a dos meses el tiempo de engorda después del destete y producto de lo anterior se incrementa de 4 a 5 ciclos de engorda al año en vez de uno, logrando así rápida solvencia del flujo y eficiencia de capital invertido (Figura 15)³.

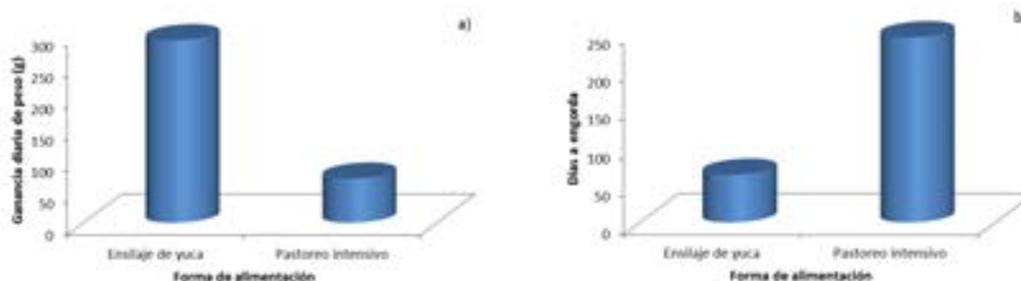


Figura 15. Alimentación en ovinos y su efecto sobre: a) ganancia diaria y b) tiempo de engorda.

Industrial. Para el aprovechamiento del *almidón*, se obtiene mediante un proceso de extracción de fécula y tiene infinidad de usos. Por ejemplo, como materia prima para producir hongos productores de lisina, en la industria farmacéutica por su gran resistencia para comprimir, fibra textil y propiedades

³ Fernando Duarte Vera. Ficha tecnológica: Ensilaje de yuca para la engorda intensiva de ovinos. INIFAP.

adherentes. Forma la mayor parte de la materia seca (70 a 85 %), compuesto por 17 a 20 % (en base seca) de amilasa y 82% de amilopectina, lo que le confiere un aumento en el grado de viscosidad, muy apreciado para la obtención de un pellet de excelente durabilidad en contacto con el agua. A partir del almidón, se generan las **dextrinas**, para la elaboración de pegamentos, gomas, pastas, etc. El **alcohol** se libera al transformar el almidón en azúcares mediante la fermentación y destilación. Útil en la fabricación de bebidas, perfumes, explosivos o como energéticos en motores de combustión. El ácido láctico, elaborado por refinación del jugo de yuca, se usa en el procesamiento de pieles, extractos para jarabes y medicamentos. Por lo anterior, es el almidón de yuca el que tiene mayor demanda comercial.

6. CREACIÓN DE CAPACIDADES

a. La red Yuca

El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) se crea en el año 2002, siendo el mecanismo oficial en México encargado de estudiar, conservar, proteger y utilizar de manera adecuada los recursos genéticos de diferentes géneros nativos del país. La estrategia para cumplir con ese mandato es a través de la integración de redes de trabajo por cultivo y para el caso que nos ocupa, fue en 2008 cuando se crea la red YUCA encargada de estudiar el género *Manihot esculenta* Crantz entre sus principales prioridades con los objetivos siguientes:

1. Promover el intercambio, la cooperación científica y fomentar la coordinación, planificación y fijación de prioridades, como medio de evitar duplicidad de esfuerzos, reforzar y hacer más eficaz la labor realizada en materia de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), reduciendo al mínimo los costos de conservación y utilización.
2. Facilitar el establecimiento de objetivos y prioridades institucionales y el cumplimiento de los mismos mediante la integración de las acciones en el marco de la Red.
3. Toma de decisiones para la adopción del mejor método de conservación y uso sustentable de los RFAA incluidas las especies afines cultivadas.
4. Realizar acciones en torno al SINAREFI para el ordenamiento y organización de un sistema eficaz de conservación, cuyo objetivo es contribuir al aseguramiento del patrimonio de los RFAA del país, mediante el resguardo de las semillas (accesiones) producto de las colectas, regeneraciones, incrementos, caracterizaciones, evaluaciones y documentación.

En la actualidad el equipo de trabajo de la red se constituye por un grupo interdisciplinario de diecisiete investigadores mexicanos de diversas instituciones, tales como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad Popular de la Chontalpa, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Tecnológica de Tabasco y del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.60 de Ciudad Hidalgo, Chiapas. Cada uno de ellos se enfoca a desarrollar diferentes tópicos sobre investigación de la yuca. Los datos respectivos se presentan en el cuadro que a continuación se presenta.

Cuadro 2. Integrantes de la red yuca del SINAREFI.

Institución	Nombre	Correo electrónico
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	Dr. Isaac Meneses Márquez	meneses.isaac@inifap.gob.mx
	Dr. Enrique Noé Becerra Leor	becerra.enrique@inifap.gob.mx
	M.C. Andrés Vásquez Hernández	vasquez.andres@inifap.gob.mx
	M.C. Mario Rodríguez Cuevas	rodriguez.mario@inifap.gob.mx
	Ing. Xóchitl Rosas González	rosas.xochitl@inifap.gob.mx
Universidad Popular de la Chontalpa (UPCh)	Lic. Elisabeth Casanova García	afgha@hotmail.com
	Dra. Patricia de la Cruz Burelo	
	Dra. Ma. de los Angeles Pérez Villar	
	M.C. Liliana Pelayo Muñoz	
	M.C. Ma. Lyssette Mazo Quevedo	
	M.C. Fabiola Torres Méndez	
Universidad Tecnológica de Tabasco (UTT)	M.C. Franco Lucio Ruiz Santiago	francolucioruiz@hotmail.com
	M.C. Roberto Rocher Cordoba	
	M.I. Rafael García Jiménez	
	Ing. Ana Line Hernández Muñoz	
Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	M.C. Jorge Reyes Reyes	jorere@gmail.com
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 60. SEP-DGETA.	Dr. Dante Alfredo Hernández Sedas	dalsedas@hotmail.com

b. Disposiciones legales

Para el caso de los recursos fitogenéticos no existe mecanismo de esta naturaleza para su aprovechamiento y tampoco existe información relacionada con especies en peligro de extinción, aunque es de esperarse que por las diversas actividades humanas la población de esta especie se haya visto reducida. Para la utilización de germoplasma que se encuentra disponible en los centros de conservación designados, existen los acuerdos de transferencia de material genético entre instituciones que se interesan por material vegetativo de algunas colectas. Todo esto coordinado por el SINAREFI-SNICS para su entrega y recepción de materiales.

c. Legislaciones federales, estatales y locales respecto al usufructo

Para esta especie no existen leyes sobre el usufructo de las poblaciones naturales. Existe la de Desarrollo Rural Sustentable pero que no guarda relación directa con la temática de los recursos genéticos. No se omite señalar que el tema del aprovechamiento de los recursos genéticos ya es del conocimiento de los representantes del legislativo e incluso en estados como Tlaxcala y Oaxaca se han emitido leyes estatales en torno al tema del aprovechamiento de los maíces criollos. Por lo que no se descarta que a medida que esto continúe en agenda nacional, a mediano plazo se disponga de alguna ley para yuca. Respecto a la guía técnica para conducir examen de distinción, homogeneidad y estabilidad, en el seno de la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades Vegetales (UPOV) se está trabajando un borrador al respecto. Por lo que la red considera de vital importancia que tan pronto como sea posible, México se incorpore en los trabajos relacionados con dicha guía y ser participe en el contexto mundial que le permita aportar los conocimientos que se tienen sobre esta especie.

7. LITERATURA CITADA

1. Anónimo. 2009. Aspectos tecnológicos sobre producción de yuca *Manihot esculenta* Crantz. Gobierno del estado de Veracruz. YucaVera, S.A. de C. V. Xalapa, Ver. México. 29 p.
2. Anónimo. 2010. Monografía de la yuca. Gobierno del estado de Veracruz. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). Veracruz, México. 21 p.
3. Aristizabal, J.; T. Sánchez y D. Mejía L. 2007. Guía técnica producción y análisis de almidón de Yuca. Boletín de servicios Agrícolas de la FAO No. 163. Roma, Italia. 129 p.
4. Ballesteros P., G.; L. A. Rodríguez P.; F. Zavala H.; F. Puche A.; M. Urieta P.; N. Ballesteros N.; L. Flores L. 2011. La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), cultivo promisorio para Guerrero. Manual Técnico No. 1 Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano. Fundación Produce de Guerrero A. C. Cd. Altamirano, Gro., México. 28 p.
5. Buitrago A., J. A. 1990. La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali Colombia. 446 p.
6. Casanova G. E.; Mazo Q. M. L.; Rodríguez C. M. 2014. Uso gastronómico de la yuca. Agroteología 65: 32-34.
7. Cock J. H. 1982. Yuca: Investigación, Producción y Utilización. "Aspectos Fisiológicos del Crecimiento y Desarrollo de la Planta de Yuca". Cursos de capacitación sobre yuca: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 51-74.
8. Contreras G., J. 1978. El cultivo de la yuca en la zona central de Veracruz. Circular No. 65. SARH. INIA. CIAGOC. 8 p.
9. Contreras G., J. 1979. Cómo cocinar la yuca. SARH. INIFAP. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Boletín técnico. Veracruz, México. 7 p.
10. Domínguez, O. C. E. y Ceballos L. F. 1980. Clasificación Taxonómica y Morfología de la Yuca *Manihot esculenta* Crantz. In: Manual de Producción de Yuca. Programa de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 33 p.
11. FAO. 2014. FAOSTAT. Disponible en <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es#ancor>.

12. Fukuda , W. M. G.; C. L. Guevara; R. Kawuki; M. E. Ferguson. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Ibadan, Nigeria. 19 p.
13. IPGRI. 2010. <http://www.ipgri.cgiar.org/training/unit8-1-1/unit8-1-1-htm>.
14. Leihner, D. 1983. Management and evaluation of intercropping systems of white Cassava. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 70 p.
15. Meneses M. I. 2012. Manejo, evaluación y acciones que promuevan la conservación de yuca. Informe técnico Final del Proyecto. INIFAP. CECOT. 22 p.
16. Meneses M. I.; A. Vásquez H.; E. N. Becerra L.; X. Rosas G.; M. Rodríguez C. 2013. Caracterización preliminar y aprovechamiento de la diversidad genética de yuca. Informe final del proyecto. INIFAP. CECOT. 26 p.
17. Meneses M., I.; A. Vásquez H.; X. Rosas G.; E. N. Becerra L. 2014. Contenido de materia seca y almidón en clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 2(3): 271-274.
18. Rosas G. X.; I. Meneses M.; E. N. Becerra L.; A. Vásquez H. 2014. Posición de la estaca y su efecto sobre el rendimiento de raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Veracruz, México. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 2(2): 97-104.
19. Sánchez E. D.; J. Acosta E.; M. Rodríguez C.; A. Olivera de los S. 1999. Manual para producir follaje de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Tabasco. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Núm. 3 Tabasco, México. 95 p.
20. Sánchez E. D. 2010. Diagnóstico del estado actual y conservación de los recursos fitogenéticos de *Manihot sp* (yuca) en México. Informe técnico final. INIFAP. C. E. Huimanguillo. Cárdenas, Tab., México.
21. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>.

22. Vázquez, H. A.; G. Díaz P.; I. Meneses M.; R. Zetina L.; X. Rosas G.; E. N. Becerra L. 2013. Regionalización del potencial productivo de yuca. Memoria V Congreso Internacional Biológico Agropecuario. 24 al 27 de septiembre, Tuxpan, Veracruz, México. Pp. 68.
23. Villalobos, Y.; N. Rincón; W. Gutiérrez y E. Martínez. 2007. Desarrollo sostenible en el sistema de producción yuca *Manihot esculenta* Crantz del municipio de Mara del estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. 24:367-387.