

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



"CUANTIFICACIÓN DE ALMIDÓN EN DIEZ ESPECIES VEGETALES"

Por:

JUAN CASTRO RAMIRÉZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

"CUANTIFICACIÓN DE ALMIDÓN EN DIEZ ESPECIES VEGETALES"

TESIS:


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

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS


Presentada por:

JUAN CASTRO RAMIRÉZ

APROBADA:


Lic. Laura O. Fuentes Lara
Presidente del Jurado


Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal


Q.F.B. Ma. del Carmen Julia Garcia
Sinodal


Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2010

COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme la vida y las fuerzas para salir adelante y llegar hasta este punto de mi vida, por velar en todo momento mi vida y nunca dejarme desamparado. A mi **Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"** mi ALMA TERRA MATER por permitirme formarme dentro de sus instalaciones, y darme los valores y conocimientos para ser un mejor ser humano, y un profesionalista de bien.

Con admiración y respeto a la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** por la disponibilidad de su tiempo, por su incondicional apoyo para la realización del presente trabajo, por ser tan paciente y generosa, una excelente maestra y una gran persona de gran valor humano.

A la **Q.F.B. Ma. del Carmen Julia García** por la disponibilidad y colaboración para apoyarme en el presente trabajo, por ser una excelente maestra.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su apoyo y colaboración para la realización del presente trabajo.

AL **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** por su amistad y colaboración, ayuda incondicional para poder realizar el trabajo de laboratorio de la presente investigación.

A **todos mis maestros de la carrera**, por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación profesional, y hacer de mi una mejor persona, en mi estancia en esta Universidad.

A **mis amigos y compañeros de la Universidad**: Gildardo Alamilla, Pascasio Hernández, Raymundo Valdivia, Arturo Acosta, Juan García, Marco Antonio Velázquez, Mario Alberto Valdemar, Omar, Víctor, José Isai, Diego, Cauich, Alfredo. Gracias por su amistad y compartir momentos difíciles y de alegría en estos años.

A todas las personas y cada una de ellas que sin la necesidad de nombrarlas han participado, brindado su ayuda incondicional, en el trayecto de mi formación profesional. Gracias

DEDICATORIAS

A mi madre

Juana Ramírez Huerta

Gracias mamá por darme la vida, amor, por ser una excelente mamá, por ser una mujer muy valiente y de gran corazón, por estar siempre conmigo, porque me diste la formación correcta, los consejos y regaños cuando los llegue a requerir, por apoyarme, por hacer hasta lo imposible para que nunca me faltara nada, todo lo que soy te lo debo a ti mamá, aquí se ven reflejados todos tus esfuerzos. Que dios te bendiga. TE AMO

A mis hermanos; Carmen y Alberto, gracias por ser mis hermanos, por todo su cariño que me han brindado, los quiero mucho.

A mi abuelita Elvira Huerta Chávez, por darme cariño, apoyo, por cuidar de mi, en mi infancia, te quiero mucho que Dios la bendiga.

A mis tíos (as) y primos (as); por todo su apoyo durante mi vida.

A mi novia **Annethe Nevai Trejo Cecilio** por brindarme todo su amor, cariño y comprensión, por todo el apoyo que me has dado durante mi estancia en la Universidad, gracias amor sin ti no habría sido posible este logro, por fin se cumplió una de nuestras metas amor, gracias por todos los momentos maravillosos que me has brindado. Perdón por el tiempo que no estuve a tu lado, pero aquí se ve el fruto de todo nuestro sacrificio. Gracias por tu infinito amor, te amo con toda mi alma. Que Dios te bendiga.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específico.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Rizoma.....	5
2.1.2 Raíz tuberosa.....	5
2.1.3 Cormo.....	5
2.2 Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	6
2.2.1 Origen.....	6
2.2.2 Información nutricional.....	6
2.2.3 Generalidades.....	7
2.2.4 Principales usos medicinales.....	8
2.2.5 Impacto económico.....	8
2.2.6 Gastronomía.....	9
2.2.7 Recolección.....	10
2.2.8 Conservación.....	10
2.2.9 Productividad de la Yuca.....	10
2.3 Camote (<i>Ipomoea batatas</i>)	12
2.3.1 Origen.....	13
2.3.2 Importancia económica y distribución.....	13
2.3.3 Usos.....	13
2.3.4 Variedades.....	14
2.3.5 Requerimientos de cultivo.....	14
2.3.6 Diversidad.....	14
2.3.7 Capacidad vitamínica.....	15
2.3.8 Valor nutricional.....	15
2.3.9 Ventajas e inconvenientes de su consumo.....	16

2.3.10 Post – cosecha.....	16
2.4 Ñame (<i>Discorea alata</i>).....	19
2.4.1 Descripción.....	19
2.4.2 Origen y Localización.....	21
2.4.3 Producción Mundial.....	22
2.4.4 Usos.....	23
2.4.4.1 Medicinal.....	23
2.4.5 Cultivo del Ñame.....	24
2.4.6 Labores de Post – Cosecha.....	24
2.4.6.1 Operaciones básicas de acondicionamiento.....	24
2.5 Jícama (<i>Pachyrhisus erosus</i>).....	26
2.5.1 Descripción.....	27
2.5.2 Formas de consumo.....	29
2.5.3 Distribución Geográfica.....	29
2.5.4 Hábitat.....	30
2.5.5 Distribución.....	30
2.5.6 Época de siembra.....	30
2.5.7 Su selección.....	30
2.5.8 Para almacenar.....	31
2.5.9 Producción mundial, regional y nacional.....	31
2.6 Chufas (<i>Cyperus esculentos</i>).....	32
2.6.1 Descripción.....	32
2.6.2 Características.....	32
2.6.3 Usos.....	33
2.6.4 Historia.....	34
2.6.5 Origen y distribución geográfica.....	35
2.6.6 Identificación y descripción.....	35
2.6.7 Descripción técnica.....	35
2.7 Taro (<i>Colocasia esculenta</i>).....	38
2.7.1 Descripción.....	38
2.7.2 Cultivo.....	40
2.7.3 Botánica.....	40
2.7.4 Eco-fisiología.....	42
2.7.5 Valor nutricional.....	43
2.8 Maca (<i>Lepidium meyenii</i>).....	45
2.8.1 Descripción.....	45
2.8.2 Historia de la Maca.....	46
2.8.3 Raíz.....	47
2.8.4 Tallo.....	47
2.8.5 Hojas.....	47
2.8.6 Flores.....	48
2.8.7 Fruto.....	48

2.8.8 Ecotipos.....	48
2.8.9 Origen y Localización.....	48
2.8.10 Composición Nutricional.....	49
2.8.11 Usos.....	50
2.8.12 Efecto en los hombres.....	51
2.8.13 Efecto en las mujeres.....	52
2.8.14 Post–Cosecha.....	52
2.8.14.1 Operaciones básicas de acondicionamiento.....	52
2.8.14.2 Recolección.....	52
2.8.14.3 Selección y clasificación.....	52
2.8.14.4 Secado.....	53
2.8.14.5 Empaque.....	53
2.8.14.6 Almacenamiento.....	53
2.8.14.7 Transporte.....	53
2.8.15 Transformación.....	54
2.8.15.1 Procesos de obtención de harinas de Maca.....	54
2.8.15.2 Harina Pre tostada.....	54
2.8.15.3 Harina Gelatinizada.....	54
2.9 Málaga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>).....	55
2.9.1 Aspectos generales.....	55
2.9.2 Descripción botánica.....	56
2.9.3 Ecología y Adaptación.....	57
2.9.4 Siembra.....	57
2.9.5 Cosecha.....	58
2.9.6 Distribución Geográfica.....	58
2.9.7 Aspectos ecológicos y fitogeográficos.....	58
2.9.8 Usos en Alimentación y Nutrición.....	58
2.9.9 Clima y Suelo.....	59
2.9.10 Importancia económica potencial y comercialización.....	60
2.10 Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>).....	60
2.10.1 Historia.....	61
2.10.2 Generalidades del producto.....	61
2.10.3 Los componentes.....	63
2.10.4 El jengibre incluye en su composición 12 aminoácidos y aceites esenciales.....	63
2.10.5 Los principales usos del jengibre.....	63
2.10.5.1 Culinarios.....	63
2.10.5.2 Terapéuticos.....	64
2.10.6 Producción Mundial.....	64
2.10.7 Industrialización.....	64
2.10.7.1 Deshidratado.....	65
2.10.7.2 Extracción de aceites esenciales de Jengibre.....	65
2.10.7.3 Obtención de Oleorresina.....	66
2.10.7.4 Jengibre preservado.....	66

2.11 Azafrán (<i>Cúrcuma longa</i> L.)	67
2.11.1 Origen.....	67
2.11.2 Descripción.....	67
2.11.3 Parte de la planta que es usada.....	69
2.11.4 Uso.....	69
2.11.5 Calidad sensorial.....	70
2.11.6 Principales constituyentes.....	70
2.11.7 Cultivo.....	70
2.11.8 Suelo y Clima.....	71
2.11.9 Post- Cosecha.....	71
2.11.9.1 Rizomas.....	71
2.11.9.1.1 Limpieza y estabilización.....	71
2.11.9.1.2 Desecado.....	72
2.11.9.1.3 Molienda.....	72
2.11.9.1.4 Esencia.....	72
2.12 El almidón.....	72
3. MATERIALES Y MÉTODOS	74
3.1 Materia prima.....	74
3.2 Materiales y Equipos.....	74
3.3 Reactivos.....	75
3.4 Metodología.....	76
3.4.1 Localización.....	76
3.4.2 Determinación de almidón.....	76
3.4.3 Cuantificación de almidón de Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	78
3.4.4 Cuantificación de almidón de Camote (<i>Ipomea batata</i>).....	79
3.4.5 Cuantificación de almidón de Ñame (<i>Discorea alata</i>).....	79
3.4.6 Cuantificación de almidón de Jícama (<i>Pachirhizus erosus</i>)..	79
3.4.7 Cuantificación de almidón de Maca (<i>Lepidium meyenii</i>).....	80
3.4.8 Cuantificación de almidón de Chufas (<i>Cyperus esculentos</i>)..	80
3.4.9 Cuantificación de almidón de Taro (<i>Colocasia esculenta</i>).....	81
3.4.10 Cuantificación de almidón de Malanga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>).....	81
3.5 Cuantificación de almidón de Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>).....	81
3.5.1 Determinación de almidón de Azafrán (<i>Curcuma domestica</i> L.).....	82
3.5.2 Determinación de materia seca total o sólidos totales.....	82
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
4.1 Determinación del análisis Químico.....	83
4.1.1 Resultados de la cuantificación de almidón.....	83
5. CONCLUSIONES	86
6. RECOMENDACIONES	87
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición nutritiva media por 100 g de Yuca en base húmeda.....	7
Cuadro 2. Producción en toneladas de Yuca	11
Cuadro 3. Tabla de composición nutricional por 100 g de porción de Camote.....	16
Cuadro 4. Tabla Nutricional del Ñame.....	22
Cuadro 5. Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento del Ñame.....	26
Cuadro 6. Valor nutricional de la Jícama.....	28
Cuadro 7. Composición nutricional parcial del tubérculo de Jícama en 100 g de peso fresco.....	29
Cuadro 8. Contenido nutrimental de la Chufa	33
Cuadro 9. Tabla nutricional de la Chufa.....	34
Cuadro 10. Comparación del contenido alimenticio de hojas de Taro.....	43
Cuadro 11. Comparación del contenido alimenticio del Taro (cormo) con tubérculos convencionales.....	44
Cuadro 12. Composición química de 100g de Taro de porción comestible.....	44
Cuadro 13. Principales países productores de Taro.....	45
Cuadro 14: Composición nutrimental de la Maca.....	50
Cuadro 15. Contenido nutrimental de Malanga.....	59
Cuadro 16. Valor nutricional de 100 g de rizoma Jengibre base húmeda.....	62
Cuadro 17. Valor nutricional (Azafrán) de 100 g base húmeda.....	68
Cuadro 18. Elaboración de curva patrón para la cuantificación de almidón.....	77
Cuadro 19. Datos para curva de almidón.....	78
Cuadro 20. Gráfica de curva de almidón de Yuca.....	78

Cuadro 21. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Yuca.....	78
Cuadro 22. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Camote.....	79
Cuadro 23. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Ñame.....	79
Cuadro 24. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Jícama.....	79
Cuadro 25. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Maca.....	80
Cuadro 26. Datos para curva de almidón.....	80
Cuadro 27. Grafica de curva de almidón.....	80
Cuadro 28. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Chufas.....	81
Cuadro 29. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Taro.....	81
Cuadro 30. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Malanga.....	81
Cuadro 31. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Jengibre.....	81
Cuadro 32. Datos obtenidos del porcentaje de almidón en Azafrán.....	82
Cuadro 33. Comparación de medias del contenido de almidón de las diez especies vegetales.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Imagen Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	6
Figura 2. Imagen Camote (<i>Ipomoea batatas</i>).....	12
Figura 3. Imagen Ñame (<i>Discorea alata</i>).....	19
Figura 4. Imagen Jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>).....	26
Figura 5. Imagen Chufas (<i>Cyperus esculentos</i>).....	31
Figura 6. Taro (<i>Colocasia esculenta</i>).....	37
Figura 7. Imagen Maca (<i>Lepidium meyenii</i>).....	45
Figura 8. Imagen Málaga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>).....	55
Figura 9. Imagen Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>).....	60
Figura 10. Imagen Azafrán (<i>Cúrcuma longa L.</i>).....	67
Figura 11. Espectrofotómetro, utilizado para la lectura de almidón.....	77
Figura 12 Contenido de almidón en las diferentes especies vegetales.....	85

RESUMEN

En la actualidad el almidón, desempeña un papel importante en la industria de los alimentos por el amplio campo de aplicaciones en que este se requiere, y la energía que proporciona al cuerpo humano al consumirlo, el cual es la principal fuente de almacenamiento de energía de las plantas, se puede encontrar en rizomas, tubérculos, cormos. Puede ser utilizado para la impartición de textura y consistencia en los alimentos, hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables.

El objetivo del presente trabajo fue la cuantificación de almidón en diez especies hortícolas, para lo cual se analizaron; raíces tuberosas, rizomas y cormos, para determinar, cuál de ellos contiene mayor porcentaje de almidón. Siendo el Taro el que resulto con un porcentaje de 31.48 %, seguido de la especie Maca con 22.59 %.

De las muestras analizadas se realizo una recopilación de información de cada una de ellas.

PALABRAS CLAVE: Cuantificación de almidón, raíces tuberosas, rizomas, cormos.

1. INTRODUCCIÓN

Las posibilidades de fomentar el uso y consumo de las Raíces, cormos, y rizomas va a depender en gran medida del conocimiento que se disponga sobre sus principales componentes químicos y de las características físicas, nutricionales y funcionales que se atribuyen para orientar sus posibles usos y aplicaciones (Guiska *et al.*, 1994).

El continente americano es uno de los centros donde se han originado y domesticado especies de plantas cultivadas como la papa, el maíz, la yuca, el camote y el frijol que han contribuido a la alimentación del mundo, pero también se han originado varias otras especies que son poco conocidas aún pero con potencial para ser explotadas más intensamente. Entre estas especies, están los tubérculos, rizomas y cormos: Chufas (*Cyperus esculentus*), Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), Taro (*Colocasia esculenta*), Ñame (*Dioscorea alata*), Jícama (*Pachyrhizus erosus*), Camote (*Ipomoea batatas*), Yuca (*Manihot esculenta*), Maca (*Lepidium meyenii*), Azafrán (*Curcuma domestica* L.), Jengibre (*Zingiber officinalis*) (Hermann 1992 cit. en Espinoza *et al.* 1996).

Los tubérculos fueron domesticados en los Andes hace miles de años y son parte desde entonces de los patrones alimenticios de los pobladores andinos. Estas especies se asocian con la altitud, están cultivadas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo. Por lo tanto, las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales.

Las raíces y tubérculos tienen un enorme potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico de las áreas rurales. Sus características agronómicas y bioquímicas son apropiadas para la transformación, proceso

necesario para expandir su utilización. Las tendencias de producción, área y rendimiento sugieren la oportunidad y la necesidad de diversificar el uso de estos cultivos mediante procesos sencillos y de bajo costo.

Las raíces tuberosas, rizomas son buenas fuentes de almidón, datos técnicos disponibles acerca de las características y propiedades de estos carbohidratos se reportan, a fin de fomentar su aprovechamiento industrial como posibles fuentes amiláceas que substituyan total o parcialmente a las fuentes tradicionales (Hermann 1992 cit. en Espinoza *et al.* 1996).

1.1 Justificación

Es necesario ampliar el conocimiento acerca de la utilización de estas especies . Especialmente aquellas que pueden servir como fuente de alimento o bien como fuente potencial para la obtención de almidón, lo que traería un incremento en el valor y demanda en el mercado de dichas especies de raíces, rizomas y cormos.

La determinación y posteriormente la extracción de almidón en tubérculos, puede proveer materias primas con propiedades especiales para usos específicos en la industria de los alimentos y en la fabricación de bioenergéticos.

Existe poca información con respecto a las propiedades físicas, químicas, y nutricionales de los tubérculos, rizomas y cormos y cantidad de almidón, que estos contienen, lo cual hace necesario realizar estudios, para generar información y alternativas para este importante recurso como lo es el almidón.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Cuantificar el contenido de almidón en raíces tuberosas, cormos y rizomas de diez especies hortícolas.

1.2.2 Objetivo específico

- Diferenciar las diez especies, en cuanto a su contenido de almidón

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Rizoma

Los rizomas son tallos horizontales que están al ras de la tierra o ligeramente enterrados. Almacenan reservas y de ellos salen brotes que forman la planta, (Jengibre).

2.1.2 Raíz tuberosa

Las raíces tuberosas son un tipo especial de raíces que se caracteriza por acumular sustancias de reserva de nutrientes que la planta produce en las hojas. De las raíces tuberosas pueden brotar tallos que dan lugar a un nuevo individuo, (Maca, Camote, Ñame, Chufas, Yuca, Jícama).

2.1.3 Cormo

Un cormo es un tallo engrosado subterráneo, de base hinchada y crecimiento vertical que contiene nudos y abultamientos de los que salen yemas. Está recubierto por capas de hojas secas, a modo de túnicas superpuestas. En la parte inferior produce pequeños cormos nuevos que servirán para la reproducción de nuevas plantas. Estos órganos son acumuladores de sustancias nutritivas, (Malanga, Azafrán, Taro).

2.2 Yuca (*Manihot esculenta*)

Nombre común o vulgar: Mandioca, Yuca, Tapioca, Casava

Familia: Euforbiáceas.



Figura 1 Imagen Yuca (*Manihot esculenta*)

2.2.1 Origen

Se estima que es originaria de la región conocida como Amazonia, la cual está comprendida entre el sur del Orinoco y la cuenca del río Amazonas. La yuca tiene dos variedades: la dulce y la amarga. La amarga tiene dos grandes usos: como alimento, se puede ingerir en forma de casabe, y como materia prima industrial, se utiliza en la fabricación de glucosa y almidón. La yuca dulce puede comerse directamente: hervida, frita o asada.

2.2.2 Información nutricional

La Yuca es un alimento muy rico en hidratos de carbono, pobre en grasas y proteínas, Es un alimento muy digestivo, aporta, de forma moderada, vitaminas del grupo B (B2, B6), vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro. La tapioca es una harina que se obtiene de la variedad *Manihot esculenta*. Contiene mayor cantidad de hidratos de carbono, en torno al 88 % y aporta, al

igual que la yuca, muy pocas proteínas y grasas. Sin embargo, dado su elevado contenido de potasio, no se les recomienda el consumirla (Cock, 1984).

Cuadro 1: Composición nutritiva media por 100 g en base húmeda

Valor energético (Kcal)	132.0
Agua (%)	62.2
Proteína (%)	1.0
Grasa (%)	0.4
Carbohidratos totales (%)	32.8
Fibra (%)	1.0
Cenizas (%)	0.6
Calcio (mg)	40.0
Fósforo (mg)	34.0
Hierro (mg)	1.4
Tiamina (mg)	0.05
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.60
Ácido ascórbico (mg)	19.00
Porción no comestible (%)	32.00

FUENTE: Cock. 1984

2.2.3 Generalidades

La yuca es un cultivo perenne con alta producción de raíces reservantes, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas. Las características de este cultivo permiten su total utilización, el tallo (estacón) para su propagación vegetativa, sus hojas para producir harinas y las raíces reservantes para el consumo en fresco o la agroindustria o la exportación. Se cultiva mucho en los trópicos y subtrópicos de Sudamérica y el Pacífico por sus raíces comestibles, almidonosa de alto valor alimentario. Está adaptada a condiciones de la zona intertropical, por lo que no

resiste las heladas. Requiere altos niveles de humedad aunque no anegamiento y de sol para crecer. Su consumo es muy adecuado en situaciones de convalecencia y en personas que sufren de afecciones digestivas (acidez, gastritis, úlcera y colitis de todo tipo).

Tanto el tubérculo como las hojas crudas resultan tóxicas por liberar ácido cianhídrico y otros compuestos nocivos. Por este motivo, siempre se han de cocinar antes de su consumo, ya que los compuestos tóxicos desaparecen por acción del calor (cocción, asado, estofado).

Toda la yuca es tóxica recién cosechada. La dulce, que es la que se usa para comer como tubérculo, pierde la toxicidad al poco tiempo y por lo tanto es segura cocinarla y comerla.

2.2.4 Principales usos medicinales

- Para desinflamar los tumores (hinchazones), se mezcla un poco de harina de yuca con el zumo de limón y un poco de agua fría y se aplica en forma de cataplasma sobre las hinchazones.
- La cataplasma del cazabe humedecida con aguardiente de caña y vinagre se usa para las irritaciones del hígado y en los panadizos (inflamación de los dedos, principalmente en su extremo).
- La harina de yuca sirve también para espolvorear sobre las escoriaciones de la piel de los niños.
- Para calmar el dolor de cabeza, se golpean ligeramente las hojas frescas de yuca.

2.2.5 Impacto económico

La producción mundial de yuca está estimada en 184 millones de toneladas en 2002, la mayoría de la producción se encuentra en África, donde crecen 99.1 millones de toneladas, 51.5 en Asia y 33.2 en América Latina (Cock, 1984).

En muchos lugares de América, la yuca es el alimento básico. Esto se traduce en el abundante uso de imágenes de yuca usados en el arte de Perú por la gente de la cultura Moche quienes la representan a menudo en su cerámica.

2.2.6 Gastronomía

La yuca se utiliza extensamente en la cocina latinoamericana. Las variedades dulces se consumen ampliamente hervidas, o fritas como sustituto de las papas.

En la costa del Ecuador la yuca es muy típica en platos costeños, destacándose el "encebollado" donde la yuca es un elemento principal del plato, se acompaña con pescado (bonito o atún) en un caldo especial también se acompaña con verde frito (chifles) limón, aceite y ají.

En Brasil la harina (farofa) se emplea para espesar guisos, o tostada directamente sobre una plancha. La feijoada, un succulento cocido de cerdo y alubias negras, se acompaña habitualmente con farofa tostada. Otros platos emplean la raíz, como la vaca atolada, en que ésta se cocina hasta disolverse en el caldo. Hervida y molida se emplea para postres (Connor y Palta, 1981).

En la cocina de Paraguay y el norte de Argentina la harina de mandioca se mezcla con queso y leche para hacer bollitos horneados llamados chipá, el tentempié más habitual de la región, o se utiliza para dar consistencia a guisados de carne y verdura como el mbaipuí y el borí-borí. La raíz se come hervida y luego frita como acompañamiento de las comidas, a modo de pan.

En el estado de Tabasco en México, se prepara una comida llamada puchero, la cual contiene carne y verduras mismas que se dejan hervir, hasta que la yuca se ablanda, resultando de lo anterior un caldo muy apreciado.

En el estado de Yucatán en México, se prepara un postre, que consiste en hervir durante casi un día entero la yuca en miel de abeja, actualmente se usa

azúcar, para la cocción se utiliza leña en lugar de hacerlo en estufa. Se podría decir que son yucas en almíbar.

2.2.7 Recolección

En su uso normal, la planta entera se desarraiga al año de edad para extraer las raíces comestibles; si alcanza mayor edad, la raíz se endurece hasta hacerse incomedible.

2.2.8 Conservación

Debe conservarse en refrigeración o bien, una vez pelada y troceada, se puede congelar para aumentar su periodo de conservación. La raíz fresca debe consumirse rápidamente, ya que debido a su alto contenido de almidones se descompone rápidamente por la acción de diversos microorganismos. Congelada o envasada al vacío se conserva durante meses en buen estado (Cock y Rosas, 1975).

2.2.9 Productividad de la yuca

La yuca es la séptima mayor fuente de alimentos básicos del mundo. Algunos la califican de "base de la vida" tropical, porque es una de las más importantes fuentes de alimentación en extensas áreas de los trópicos. Es un cultivo apreciado por su fácil y amplia adaptabilidad a diversos ambientes ecológicos, el poco trabajo que requiere, la facilidad con que se cultiva y su gran productividad. Puede prosperar en suelos poco fértiles, en condiciones de poca pluviosidad. En condiciones óptimas la yuca puede producir más calorías alimenticias por hectárea que la mayoría de los demás cultivos alimenticios tropicales. Actualmente es un cultivo con altas expectativas para la producción de etanol y se prevé un crecimiento espectacular en la implantación de este cultivo (Ramunujam, 1990).

Cuadro 2: Producción en toneladas

Nigeria	33 379 000	18 %
Brasil	22 146 800	12 %
Tailandia	18 430 000	10 %
Indonesia	18 473 960	10 %
República Democrática del Congo	14 944 600	8 %
Ghana	10 239 340	5 %
India	7 100 000	4 %
Tanzania	6 890 000	4 %
Mozambique	6 149 897	3 %
Angola	5 699 331	3 %
Uganda	5 400 000	3 %
Vietnam	5 228 500	3 %
Benín	3 675 147	2 %
China	3 901 500	2 %
Paraguay	3 900 000	2 %
Otros países	24 463 620	13 %
Total	190 021 695	100 %

Fuente: FAOSTAT (FAO) Datos 2003-2004

2.3 Camote (*Ipomoea batatas*)

Nombre común o vulgar: batata, batatas, boniato, boniatos, camote, moniato, papa dulce, batata azucarada, patata dulce, batata de Málaga, Patata de Málaga

Familia: Convolvuláceas (Convolvulácea).



Figura 2 Imagen Camote (*Ipomoea batatas*)

El camote o batata es una planta perenne que se cultiva como anual. Es una planta de porte rastrero, tallo cilíndrico, de longitud variable (10 cm a 6 m). Las hojas son numerosas, simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo de hasta 20 cm, de forma generalmente acorazonada, pero en algunas variedades puede ser entera, hendida o muy lobulada. Posee una inflorescencia tipo cima, bípara, de color blanco o violeta, que se localiza en la axila de la hoja. El fruto es una pequeña cápsula de menos de 1 cm de diámetro. Las raíces son abundantes y ramificadas, producen falsos tubérculos, de formas y colores distintos, dependiendo de la variedad (FAOSTAT, 2001).

Este tubérculo es consumido ancestralmente en varios países de Latinoamérica (particularmente en Colombia, Costa Rica, El Salvador Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Filipinas). Es un alimento reconocido como eficaz en la lucha contra la desnutrición debido a sus

características nutritivas, facilidad de cultivo y productividad. A diferencia de la patata, este tubérculo posee un sabor dulce debido a su alto contenido en azúcares (FAOSTAT, 2001).

2.3.1 Origen

El área exacta de domesticación permanece poco clara. Se cuenta con evidencia de su presencia en México hace 6,500 años y en Perú entre 8 mil a 10,000 años, pero sin evidencia de cultivo. Además del centro de diversidad americano, según el Centro Internacional de la Papa (CIP, 10), existe un centro de diversidad secundario en Papúa, Nueva Guinea y en otras partes de Asia. El camote lo llevaron los portugueses al África, India y Java, antes del siglo XVII, y los españoles en el siglo XVI, a través del Pacífico, hasta China y Japón. También se dispersó por la Polinesia, Micronesia y Malasia (Mitchell *et al.*,1995).

2.3.2 Importancia económica y distribución

El camote es el séptimo cultivo alimenticio en el mundo. Se siembra en más de 100 países tropicales en vías de desarrollo y en 50 de ellos se ubica entre los cinco más importantes. La producción anual es de 133 millones de toneladas. Es un cultivo de pequeños productores, poco demandante, que se siembra en suelos marginales. Se cultiva básicamente en Asia, África, América Latina y El Caribe. Los principales países productores son: China, Uganda, Nigeria, Indonesia y Vietnam. En México, la superficie sembrada en 2004 fue de 2,907 hectáreas y la producción de 61,097 toneladas, con un valor de la producción de \$153,823.00. Los principales estados productores son Guanajuato, Michoacán, Chihuahua, Jalisco y Yucatán (Mc Vaugh,1989).

2.3.3 Usos

El camote se utiliza en fresco para preparar dulces, jarabes, obtener almidón, el cual a su vez es materia prima para la obtención de alcohol, panes,

entre otros. Las partes aéreas se consumen como verdura y se usan para una variedad de propósitos medicinales.

En la industria se emplea en la producción de hojuelas, almidón, licor, harinas y una variedad de alimentos procesados. Otro uso que se le da es como forraje.

Las raíces del camote, se aprovechan para consumo humano como hortaliza y en sopas; la raíz se emplea en la alimentación de cerdos. El follaje se utiliza en la elaboración de forraje para alimentación de animales.

2.3.4 Variedades

Las distintas variedades se diferencian por diversas características: la forma de las hojas y el tallo; la forma, tamaño y color de los tubérculos; la duración del ciclo de cultivo; el tipo de pulpa y su color. Las variedades que destacan son: la californiana, la centenial, Jasper, Eland, la mexicana, la brasileña, la argentina, la rosa y amarilla.

2.3.5 Requerimientos de cultivo

El camote es una planta de clima tropical, que se adapta bien a diversos tipos de suelos, aunque los suelos de textura gruesa, sueltos, granulados y con buen drenaje son los mejores para su desarrollo. En suelos arcillosos prospera bien, siempre y cuando sean granulados. El pH que requiere fluctúa entre 4.5 a 7.5 (el pH óptimo es 6). La temperatura media adecuada para su crecimiento es de 21° C, y la mínima es de 12°C. No tolera las bajas temperaturas. Requiere una humedad relativa de 80 a 85 % e intensidad lumínica alta. Se propaga por trozos de tallos y por raíces seleccionadas en almácigos. Tarda en crecer 3 ó 4 meses. Los rendimientos medios varían entre los 20 y 30 ton/ha.

2.3.6 Diversidad

El camote es el tubérculo que se obtiene de la planta del mismo nombre y que se consume como hortaliza. Pesa entre 0.5 y 3 Kg y presenta una forma alargada, aunque existen ejemplares casi esféricos. Existen más de 400

variedades de batata que se diferencian tanto por el color de su piel y de la carne como por su textura, suave o áspera. Las más comunes son las de piel roja o rosada y carne blanca.

2.3.7 Capacidad vitamínica

De acuerdo a investigaciones científicas, 100 gramos de camote de pulpa anaranjada por día son suficientes para eliminar y hasta reducir significativamente la carencia de vitamina A. La deficiencia de esta vitamina, debilita el sistema inmunológico, especialmente en los niños, y los hace vulnerables a enfermedades como el sarampión, la malaria, diarreas e inclusive la ceguera.

2.3.8 Valor nutricional

La composición de este tubérculo es muy similar a la de la patata, si bien existen algunas diferencias. Presenta un sabor dulce debido a su elevado contenido en azúcares que, en general, resulta mayor cuanto más cerca del ecuador se halle la zona de cultivo. Por su riqueza en hidratos de carbono se puede decir que es un alimento de alto valor energético. En cuanto al contenido vitamínico cabe destacar el aporte de pro-vitamina A, muy superior al de la patata, en especial en las variedades cuyo color de la carne es de un amarillo o anaranjado intenso. Por este motivo son más nutritivas las batatas amarillas que las blancas. Otras vitaminas que se encuentran en mayor proporción en la batata con respecto a la patata son la vitamina E, la C y el ácido fólico. Además este tubérculo es buena fuente de potasio y contiene mayor cantidad de sodio que la patata (Dubois *et al.*, 1999).

Cuadro 3: Tabla de composición nutricional (por 100 g de porción)

Agua	74%
Hidratos de carbono	21.5% (Fibra 1.2%)
Lípidos	0.2%
Proteínas	1.2%
Sodio	41 mg/100g
Potasio	385 mg/100g
Fósforo	55 mg/100g
Calcio	22 mg/100g
Hierro	1 mg/100g
Vitamina C	25 mg/100g
Vitamina A	667 UI/100g
Vitamina B1	0.1 mg/100 g
Vitamina B2	0.06 mg/100g

Fuente: http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl

2.3.9 Ventajas e inconvenientes de su consumo

Dado su contenido de azúcares e hidratos de carbono complejos (almidón) y de su valor energético, la batata es un alimento adecuado para niños, personas que realizan esfuerzos físicos importantes o aquellas que se encuentran debilitadas o convalecientes. Sin embargo, en caso de sobrepeso u obesidad o de diabetes, se ha de moderar la cantidad y frecuencia de consumo (Beynum y Roels 1985).

2.3.10 Post – cosecha

a) Operaciones básicas de acondicionamiento

Los parámetros para determinar la fecha de cosecha son el ciclo vegetativo, disminución en la intensidad del color oscuro del follaje y el agrietamiento de la tierra alrededor de las plantas. Algunos productores toman

en cuenta la floración pero cuando se tiene días largos los días a flor se alargan (Wolfgang *et al.*, 1999).

a) Recolección

Para sacar las raíces se procede con un azadón, piocha o con otro implemento que permita remover la tierra; para las variedades que tienen sus raíces en disposición compacta esta labor se facilita ya que solamente se busca en la parte más cercana a la planta, no así las variedades que las presentan dispersa donde es necesario buscar en toda el área (Wolfgang *et al.*, 1999).

b) Clasificación

Debe realizarse en el campo, manualmente eliminando la tierra adherida, separando por un lado el camote comercial y el de "rechazo" no comercial. En este último se incluyen las "rabizas" (batatas menores de 113 gramos, según su forma), partidas, picadas por piogán, las podridas o con lesiones de enfermedades y las muy afectadas por grietas. A continuación se debe empacar en sacos de 55 a 60 Kg y coserles con sogas la boca a los mismos.

c) Curación

Tiene como objeto provocar la cicatrización de las lesiones causadas por la cosecha, evitando el ataque de microorganismos que provocan putrefacción, disminuir la pérdida de humedad y mayor intensidad respiratoria ocasionada por las heridas. Una buena curación se consigue colocando el camote en depósitos durante 4 a 7 días a temperatura entre 27 y 30°C, manteniendo una buena humedad relativa del 85 al 95% a temperatura de 31.5° C la curación se realiza en un tiempo de 3 a 5 días. El camote curado tiene mejor apariencia; la suberización de las heridas es completa y pueden conservarse por largo tiempo (hasta un año) con buen almacenaje.

d) Almacenamiento

Después de la extracción de las raíces, éstas se colocan a la sombra, para realizar la separación del producto dañado del sano, inmediatamente después se empacan en redes para su comercialización. Si el producto no se llevará inmediatamente al mercado se debe colocar en bodegas que sean frescas y ventiladas. Durante el acondicionamiento y almacenaje se puede perder entre un 5 y 10 % por deshidratación y por los procesos de respiración. Parte de los almidones se transforman en azúcares lentamente durante el almacenamiento, por esta razón los tipos blandos quedan mucho más dulces y muestran una consistencia más suave después de su acondicionamiento y almacenaje, comparándolo con los recién cosechados.

El camote no debe dejarse expuesto al sol, puesto que la mayor deshidratación disminuye la vida útil. Al recoger y transportar el camote se debe tener cuidado de no provocar daños mecánicos.

La mayor conservación se consigue manteniendo la temperatura entre 13 y 13.5°C, con la misma humedad usada para la curación (85 a 95 %). Las buenas condiciones de conservación indicadas hacen que durante los primeros meses la calidad del camote vaya en aumento, debido a la acumulación de azúcares; por sacarificación de los almidones por diastasas y la baja actividad respiratoria disminuye el consumo de glúcidos. Sin embargo, estas condiciones de almacenaje arriba señaladas, requieren de instalaciones costosas.

2.4 Ñame (*Dioscorea alata*)

Nombre común o vulgar: Ñame, Yam, Cará

Familia: Dioscoreacea



Figura 3 Imagen Ñame (*Dioscorea alata*)

2.4.1 Descripción

El Ñame es un género de planta tropical, cuyo tubérculo se usa ampliamente para la alimentación, siendo un producto básico para el consumo humano en Nueva Guinea y África oriental. Su consumo es importante también en el Caribe. En Asia y África su cultivo data de hace ocho mil años, en tanto en América tropical es cultivada por los pueblos indígenas desde la época precolombina. Es cultivado por pequeños y medianos agricultores y constituye la principal fuente de ingresos y de empleo en muchas zonas rurales del mundo. Las variedades chinas, polinesias y malayas pertenecen al género *Dioscorea* (*Dioscorea batatas*, *Dioscorea alata*) (Minagricultura, 2003).

Entre los cultivos tropicales de la Costa Atlántica, el Ñame, es el de menor costo de producción y el más remunerado, a pesar de estos beneficios el Ñame ha sido poco estudiado. Es una planta herbácea con tallo trepador, hojas alternas u opuestas y la parte alimenticia es el tubérculo, que puede ser uno o varios y llegan a pesar hasta 20 Kg. Los análisis nutricionales han mostrado que

el tubérculo de Ñame aventaja a otras raíces y tubérculos en contenido de aminoácidos y proteínas.

Se desarrolla a temperaturas medias entre 25°C y 30°C, para obtener máximos rendimientos necesita de abundante agua, entre 1,500 y 2,000 m³/año. El período crítico para mantener la humedad es durante los cinco primeros meses de desarrollo; pasado este tiempo, el exceso de humedad puede ocasionar pudrición de los tubérculos. El Ñame es una enredadera de la familia *Dioscoreácea* caracterizada por tubérculos subterráneos o aéreos. Los Ñames comestibles son del género *Dioscorea*, ampliamente distribuidos en los trópicos.

Es una planta de tallos volubles, delgados que enrollan hacia la izquierda, provistos de dos a ocho alas membranosas, generalmente con mayor número y desarrollo en la parte inferior del tallo. La planta requiere abundante luz para obtener mayor producción, un período de 12 horas con luz es adecuado. Se desarrolla bien en suelos francos, sueltos, profundos, con buen drenaje y de pH de 6.0, con buena fertilidad (Moorthy y Nair, 1989).

El tallo subterráneo es un órgano irregular y corto del que emergen los tallos aéreos, raíces y estolones, estos últimos en círculos sucesivos. El estolón que mide hasta 70 cm de largo, se ensancha formando el tubérculo. Las hojas miden hasta 25 cm de largo, son digitadas, con tres a siete segmentos o lóbulos, el central es el más grande.

Las plantas son unisexuales. Las inflorescencias estaminadas son racimos simples o muy ramificados, con flores verdes de 4 a 6 mm de diámetro; las inflorescencias pistiladas de dos racimos nacen de la misma axila con flores de 12 a 24 mm de largo. Esta especie florece más regularmente que las otras *Dioscoreas spp* cultivadas.

Los tubérculos varían mucho en forma y tamaño, aún en la misma planta; los hay en forma esférica, fusiforme, claviforme y a menudo con ramificaciones muy cortas. La superficie es rugosa, a veces con raicillas. La pulpa es uniforme, compacta y varía de color blanco, amarillo hasta morado, con un sabor y apariencia característica, después de cocido. El peso de los tubérculos está entre 300 y 400 g cada uno.

Los tubérculos de *Dioscorea* son ricos en carbohidratos y pobres en lípidos. Presentan, además de eso, importantes propiedades nutricionales, siendo ricos en proteínas, vitaminas C, B1 (tiamina) y B2, B5 (niacina), riboflavinas, provitamina A, β -caroteno, provitamina D, almidón, ácido ascórbico, Ca, Fe y P, fitoesteroides, entre otras. Su almidón es parecido al del maíz en sabor, textura y color (Lasztity *et al.*, 1998).

La harina puede ser adicionada a la de trigo para la fabricación de panes o puede ser utilizada en diversos platos, dulces o salados.

2.4.2 Origen y Localización

El género *Dioscorea* es muy grande. La especie *Dioscorea alata* es originaria de Asia, *Dioscorea cayenensis* y *Dioscorea rotundata* en África y el *Dioscorea trifida* es originaria de América Tropical.

Cuadro 4: Tabla Nutricional

El Ñame presenta un buen contenido de calcio y fósforo. Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	118 Kcal
Agua	69.60 g
Proteína	1.53 g
Grasa	0.17 g
Cenizas	0.82 g
Carbohidratos	27.89 g
Fibra	4.1 g
Calcio	17 mg
Hierro	0.54 mg
Fósforo	55 mg
Vitamina C	17.1 mg

FUENTE: fao.org/inpho/content

2.4.3 Producción Mundial

El cultivo de Ñame se encuentra entre los 20 cultivos alimenticios de mayor importancia en el mundo y de acuerdo con la FAO (2003), el área donde se cultivan *Discorea* (Ñames) ha sido estimada en 3 millones de hectáreas que en el 2002 produjeron 39.6 millones de toneladas de Ñames, de las cuales, el 97 % se produjeron en el continente africano (Nigeria y costa de Marfil), donde su consumo per cápita alcanza los 65 kg. El 3 % restante se produjo en países de América latina (Brasil, Costa Rica, Colombia, Panamá) y algunos países de Asia (India, Filipinas y Japón). Los rendimientos de la especie de *Discorea* cultivadas se reportan entre 20-30 ton/ha para *D. esculenta* y entre 16-24 ton/ha

para algunas variedades de *D. alata*. La producción de ñame a nivel presenta gran importancia económica en países de África, Asia y América Latina. Se estima que el ñame será un cultivo estratégico para los productores de subsistencia, debido que se soporta condiciones de cultivo similar a los cultivos básicos (maíz, frijol, trigo, arroz, papa, soya, entre otros).

2.4.4 Usos

El ñame es utilizado en la obtención de almidones y en la preparación en diversos platos. Los tubérculos se consumen cocidos, en puré, sopas y guisos. Se consume frito, forma en la que se preparan hojuelas crocantes. También se prepara una chicha o "masato" de ñame. En África, el ñame se usa en la preparación de "fufu", alimento tradicional en estos pueblos, que consiste en una masa elástica elaborada con ñame cocido, molido y amasado en un mortero de madera. Sustituto de la papa y la yuca (Alves *et al.* 1999).

Utilizado como materia prima para elaboración de concentrados para animales cuando posee un buen rendimiento en materia seca total.

2.4.4.1 Medicinal

En muchas especies de ñames silvestres han sido halladas sustancias conocidas como sapogeninas que tienen composición química similar a la de los corticoides (cortisona, hormonas sexuales, anticonceptivos), de uso farmacéutico.

Entre muchas de las propiedades medicinales del ñame, se destaca la prevención de enfermedades como la malaria, fiebre amarilla y dengue. La medicina tradicional utiliza este rizoma para erupciones de la piel, creyéndose en la limpieza de impurezas (Rincón *et al.*, 2000).

2.4.5 Cultivo del Ñame

El Ñame no necesita cuidados intensos, excepto que exige una gran cantidad de agua.

Es una especie perenne perfectamente resistente. El único inconveniente es que, en buenos suelos, puede alcanzar 90 centímetros de longitud con la parte más gruesa de la raíz en el fondo, lo que la hace difícil de cosechar y es probablemente la razón de que no se cultive comercialmente. Su propagación puede hacerse ya sea replantando la parte superior de la raíz, con tallos cortados al final de la primavera o por tubérculos (Morales, 1992).

Pequeños tubérculos que se forman en la base de las hojas de las plantas viejas y se tratan como semillas, se siembran en maceta en el invernadero, de preferencia tan pronto como maduran.

2.4.6 Labores de Post – Cosecha

2.4.6.1 Operaciones básicas de acondicionamiento

La cosecha se efectúa manualmente cuando la planta está seca. Los tubérculos se extraen del suelo, se dejan secar para eliminar la tierra, se separan por la parte más delgada o pedúnculo y se almacenan.

a) Recolección

Es necesario el mayor cuidado para evitar daños mecánicos durante la recolección, después de recogidos los rizomas deben dejarse secar en un lugar fresco por varios días. Después de lo cual se les pueden quitar todos los residuos con un cepillo. Deben exponerse al sol por corto tiempo.

b) Selección

Los tubérculos deben ser seleccionados por peso, forma, apariencia y retirar todas las impurezas.

c) Lavado y desinfección

Se recomienda hacer un lavado y desinfectar con una solución clorada los tubérculos, para evitar pérdida por ataque de hongos, pero el principal problema que se presenta durante el almacenaje es la brotación.

d) Empaque

Para fines de exportación cada ñame es forrado independientemente con un papel suave que le sirve de protección; luego son empacados en cajas de cartón de 50 libras, las cuáles son ventiladas y firmes.

e) Almacenamiento

Los tubérculos de ñame pueden almacenarse por varios meses; la pérdida de peso (en un período hasta de ocho meses) fluctúa entre 7 y 24 % de acuerdo con la especie.

La mejor manera de almacenar los tubérculos en el campo es enterrándolos. Solo se deben almacenar rizomas sanos y tener la precaución de eliminar todos los rizomas enfermos y dañados por los instrumentos de cosecha.

Cuando se tiene un centro de acopio para el almacenamiento de ñame, debe tener buena ventilación y evitar que la temperatura se eleve fuertemente.

Para almacenar tubérculos para semilla, éstos deben ser tendidos en el suelo en capas finas o en montículos a la temperatura ambiente (25 a 30°C). Aunque el tubérculo se puede almacenar por varios meses, es conveniente controlar periódicamente las condiciones de humedad y temperatura. Cuando los tubérculos quedan expuestos al sol durante mucho tiempo se desarrollan lesiones negruzcas en el interior de ellos.

f) Curado

El curado de los tubérculos a 40°C y 100 % de humedad relativa por 24 horas da excelentes resultados en la reducción de pérdidas durante el

almacenamiento. Este tratamiento es efectivo tanto en los tubérculos almacenados a temperatura ambiente como en los almacenados en frío.

Cuadro 5: Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento

Temperatura de almacenamiento		Humedad relativa	Temperatura más alta de congelación		Producción de etileno	Susceptibilidad al etileno	Vida de almacenamiento aproximada
°C	°F	%	°C	°F			Meses
15	59	70-80	-1.1	0	Muy baja	Baja	2-8

Fuente: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Producefacts/Espanol/ProduceFacts-espanol.shtml>

2.5 Jícama (*Pachyrhizus erosus*)

Familia: Fabáceas



Figura 4 Imagen Jícama (*Pachyrhizus erosus*)

2.5.1 Descripción

Las plantas de jícama son bejucos trepadores de rápido crecimiento que pueden alcanzar unos 5 m de alto. Sus flores son de color azul-violeta o blanco. Aunque crecen bien en regiones que van desde el trópico al subtropical y de clima seco a húmedo, para un buen cultivo requieren de clima cálido con lluvias moderadas. Toleran algo la sequía; pero son sensibles al frío. El suelo debe ser ligero y bien drenado. Las plantas se propagan fácilmente por semilla. Los cultivos de jícama no requieren grandes cuidados para su mantenimiento, crecen fácilmente y son generalmente resistentes a las plagas. En México se cultiva ampliamente en 18 estados. Los tubérculos radicales, carnosos y subterráneos de la jícama; además de ser un alimento rico en nutrientes y agua, proveen sustancias nitrogenadas que enriquecen el suelo donde crecen, por presentar bacterias nitrificantes que viven en simbiosis con la raíz, formando nódulos (Guzmán, 1975).

El tubérculo puede tener hasta 3 dm de diámetro. El exterior de éste es amarillo, mientras que su interior es blanco cremoso, con una textura quebradiza que se asemeja a la de una papa cruda o una pera. El sabor es dulce y almidonado. Generalmente se consume crudo, con sal, limón y chile o en ensaladas. También se come cocinado, en sopas, asada o frita. Es común la preparación de jugo de jícama (Guzmán, 1975).

En contraste con el tubérculo, el resto de la planta se considera tóxico; la semilla tiene un alto contenido del insecticida natural rotenona, y puede ser usada molida para combatir plagas. El aceite de las semillas puede emplearse para el consumo humano una vez retirada la rotenona. Su sabor dulce proviene de la oligofructosa inulina (carbohidrato que por medio de la cocción se transforma en fructosa, también llamado (fructo-oligosacarina), que no es metabolizada por el organismo humano y resulta ideal para consumo de los diabéticos. El tubérculo conservado en lugares secos, a temperaturas entre los

12 y 16 °C puede conservarse uno y hasta dos meses. La palabra jícama tiene su origen en la palabra náhuatl xīcama o xīcamatl.

Cuadro 6. Valor nutricional

La jícama contiene aproximadamente 20 mg de vitamina C. Además, el tubérculo presenta un buen contenido de carbohidratos y minerales como calcio, hierro y calcio

Agua (g)	86.5
Proteína (g)	1.2
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos totales (g)	11.7
Fibra Cruda (g)	0.6
Ceniza (g)	0.4
Calcio (mg)	17.0
Fósforo (mg)	18.0
Hierro (mg)	0.7
Actividad de vitamina A (µg)	0.0
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.3
Acido Ascórbico (mg)	19.0
Valor energético (Kcal)	48

FUENTE: INCAP

Cuadro 7: Composición nutricional parcial del tubérculo de jícama (en 100 g de peso fresco)

COMPONENTE	PROMEDIO
Proteínas (g)	1.3
Humedad (%)	87
Carbohidratos (g)	9.9
Grasas (g)	0.2
Almidón (g)	7.5
Fibra (g)	0.7

FUENTE: (Sorensen, pp. 52, 1996).

2.5.2 Formas de consumo

En esta zona al jícama se consume como fruta refrescante en la época calurosa, se consume la parte interior blanca que es jugosa y de sabor moderadamente dulce a bien dulce, así como su consumo en forma de verdura, en sopas o como ensalada agregándole sal y limón. También como aperitivo al freír las rebanadas o conservarlo en vinagre con cebolla y chile. La jícama contiene aproximadamente 20 mg de vitamina C, además el tubérculo presenta un buen contenido de carbohidratos y minerales como calcio, hierro y fósforo (Sorensen, pp. 22, 1996).

2.5.3 Distribución Geográfica

Se dice que *Pachyrrizus erosus* es nativo del suroeste de México y fue llevado a Asia por los galeones hispanos que viajaban anualmente de México a las Filipinas. Este producto se hizo popular en el mercado chino. Aunque crece bien en localidades subtropicales y tropicales de clima seco a húmedo, para obtener mejores producciones se requiere de un clima cálido con lluvia moderada. Tolerancia a la sequía, pero es sensible a las heladas. Este cultivo se encuentra en ambientes, que van desde el nivel del mar hasta los 2 000 metros,

en toda clase de climas semiáridos, secos y húmedos; y en suelos pobres y bien cultivados (Sorensen, pp. 26, 1996).

2.5.4 Hábitat

Se encuentra en selvas baja caducifolias y selva alta perennifolia.

2.5.5 Distribución

Guerrero: Alcozauca de Guerrero, Eduardo Neri, La Unión, Teloloapan, Tlapa de Comonfort. Jalisco: Cihuatlán, La Huerta, Tolimán. Michoacán: Gabriel Zamora, Huetamo Oaxaca, Tuxtepec.

2.5.6 Época de siembra

La producción de tubérculos inicia a los cinco meses. Por lo general la jícama se siembra en julio – agosto y se cosecha en noviembre – diciembre. Normalmente se siembra el mismo lote dos años y luego se rota ya que si no tienden a bajar los rendimientos. En Honduras, se acostumbra a sembrar la jícama a una distancia de 60 centímetros entre surcos y 15 centímetros entre plantas lo que en teoría nos debería de dar entre de 75 a 77 plantas por manzana. Una vez sembrada la jícama requiere de una limpia a los 30 días y luego el mantenimiento es muy poco, el estacado y la fertilización. En plantaciones un poco más tecnificadas se eliminan las flores y se da una segunda limpia (Fernández *et al.*, 1996).

2.5.7 Su selección

Debe ser de textura lisa y firme, de forma y tamaño uniforme, con cáscara “suave” y su pulpa debe ser quebradiza, succulenta y blanca con sabor dulce a almidón; para notar su frescura ésta debe ser cremosa y jugosa. Evite escoger raíces que están magulladas, arrugadas, quebrantadas o resacas.

2.5.8 Para almacenar

En lugares frescos y secos, a bajas temperaturas, no mayor a un periodo de 2 – 3 semanas. Estas raíces son altamente susceptibles a daños por frío, causándoles decoloración en su pulpa. No debe refrigerarse, hasta después de haber sido cortada. Una vez cortadas, se envuelven en plástico y se guardan en el refrigerador hasta por una semana, sin que pierda su frescura.

2.5.9 Producción mundial, regional y nacional

La jícama se produce en Asia, Sur América, México, Centro América, El Caribe y Australia, entre otros países. Probablemente el mayor productor comercial es México que supe la demanda de Estados Unidos. En Centro América hay producción en todos los países en una escala muy pequeña que es difícil cuantificar. En el 2004 el área sembrada de jícama en México era de 6,445 hectáreas, casi el 100 % de incremento en relación al año 1993 que era de 3,106 hectáreas. En Estados Unidos se produce jícama en Hawaii y en California. En Honduras la jícama se produce mayormente en La Paz, Intibucá, Lempira y Ocotepeque. El Centro Internacional de cultivos de cobertura, ha sido la organización que ha trabajado en la validación de paquetes tecnológicos que aumenten los rendimientos de los pequeños productores de ladera, que es el prototipo de productor de jícama en Honduras (García, 1998).

2.6 Chufas (*Cyperus esculentos*)

Familia: Cyperaceae



Figura 5 Imagen Chufas (*Cyperus esculentos*)

2.6.1 Descripción

La chufa es una planta ciperácea llamada también cotufa. Sus raíces producen unos tubérculos carnosos, dulces, que pueden comerse crudos y que se emplean como condimento para la fabricación de horchatas y para la extracción de un aceite de excelente calidad. Peso unitario: Comprendido entre 0.45-0.80 g. en fresco por unidad. Partes comestibles: Los tubérculos se pueden comer crudos, cocinados, o molidos como sucedáneo de la harina. Puede alcanzar 40 cm. de altura y los tallos tienen tres bordes. Las hojas son como las de las gramíneas, pero erectas. Produce estolones subterráneos que se hinchan hacia su extremo y forman pequeños tubérculos redondeados u ovoides de casi 1 cm de largo, blancos por dentro y castaños por fuera, con cicatrices; son carnosos, suculentos y oleosos, y se llaman chufas. Es una gimnosperma porque no presenta flor (Villaseñor y Espinosa, 1998).

2.6.2 Características

La planta requiere de suelos arenosos y un clima templado; como tal, el clima mediterráneo de Valencia es particularmente propicio para su cultivo. Las

chufas son plantadas entre los meses de abril y mayo, e irrigadas semanalmente hasta su recolecta, en los meses de noviembre y diciembre. Las flores, de tamaño irregular, son verdosas o amarillentas y nacen de tallos terminados en espiguillas (Espinosa y Sarukhán, 1997).

La chufa tiene una forma rugosa y redondeada y con un cierto color a tierra ya que se encuentra enterrada hasta que se saca de ella para su consumo. La planta, por su parte, posee unas hojas de un verde intenso característico que es muy común verlo en algunos campos de países de África y también en algunos pueblos de la Valencia costera (Rzedowski, 2001).

2.6.3 Usos

Los tubérculos, llamados "chufas", se consumen como alimento en algunas partes de Europa y el norte de África. Las hojas sirven como alimento para ganado, además se le atribuyen cualidades medicinales como diuréticas, diaforéticas y emenagogo.

Cuadro 8: Contenido nutrimental

Composición nutricional (en 100 g de peso fresco)

Componente	Unidad (%)
Almidón	29.3
Sacarosa	18.3
Ácido Mirístico	1.6
Ácido Palmítico	2.4
Ácido Oleico	16.0
Proteínas	6.0
Agua	26.0

FUENTE: Albacete García. 1992

Cuadro 9: Tabla nutricional

Composición nutricional (en 100 g de peso fresco)

Almidón	25-40 %
Grasa	23-31 %
Proteínas	6.5-12 %
Azúcares	11-17.5 %
Humedad	7.5-12 %

FUENTE: Fernández Cuesta. 1990

2.6.4 Historia

La chufa (*Cyperus esculentus*) es un tubérculo que se ha utilizado desde hace siglos en una parte importante de África. Los antiguos egipcios, una de las civilizaciones más importantes de la antigüedad, ya utilizaban este alimento por sus magníficas propiedades curativas y regenerativas. Prueba del valor que le daban es que se han encontrado chufas en algunos sarcófagos, donde es sabido que los egipcios se enterraban con sus pertenencias más valiosas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Desde aquellos tiempos, o incluso antes, diferentes civilizaciones le han dado a la chufa un papel fundamental dentro de una alimentación equilibrada y sana. Diferentes estudios que se han realizado en Europa, donde llegó gracias a la entrada de los árabes en la península ibérica cultivándose definitivamente en la comunidad Valenciana, avalan las propiedades y los nutrientes intrínsecos de este tubérculo exclusivo que van desde la prevención de enfermedades coronarias (reduce el colesterol malo) a la regulación de la función intestinal (por su alto contenido en fibras naturales).

2.6.5 Origen y distribución geográfica

a) *Área de origen*

Originaria de Eurasia, introducida en América.

b) Distribución secundaria

En todo el mundo, excepto en lugares muy fríos.

c) Distribución en México

En México se reporta de Baja California, Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila, Colima, Nayarit, Aguascalientes, Querétaro, Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo, Estado de México, Guerrero, Tlaxcala, Michoacán, Morelos, Puebla, Tamaulipas, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo (Villaseñor y Espinosa, 1998).

d) Estatus migratorio en México

Especie exótica.

2.6.6 Identificación y descripción

2.6.7 Descripción técnica

a) Hábito y forma de vida

Planta perenne.

b) Tamaño

De 10 a 50 (65) cm de altura.

c) Tallo

Triangular, de 1.5 a 3 (4) mm de grueso en el ápice.

d) Hojas

Alternas y se desarrollan en series de 3; de 3 a 10 mm de ancho, de color verde pálido y el ápice es finamente agudo; la vaina basal es cerrada, pálida a café-rojizo; brácteas 2 a 6 (8), desiguales, hasta de 28 cm de largo y de 0.5 a 6 mm de ancho.

e) Inflorescencia

Es una umbela terminal, con espigas de 1.5 a 2.6 cm de longitud y de 1.5 a 4.6 cm de ancho, con (5) 10 a 25 (50) espiguillas; éstas de 6 a 30 mm de longitud y 1 a 3 mm de ancho, no comprimidas en la madurez, dísticas o casi dísticas; pedúnculos 4 a 10, simples o ramificados, desiguales, de 0 a 12 cm.

f) Flores

6 a 40 flores por espiguilla, raquilla de color verde o amarillento, con alas persistentes, hialinas, en ocasiones con líneas de color rojo, de 1.3 a 1.5 mm de longitud y de 0.3 a 0.5 mm de ancho, bractéola de 3 a 5 (10) mm de longitud, a veces caudada, angosta pero basalmente de 0.3 a 0.5 mm de ancho en vista lateral, glumas deciduas, las inferiores de mayor tamaño, de 2.6 a 4 mm de longitud, de 0.7 a 1 mm de ancho en vista lateral, con 7 a 11 nervaduras bien distribuidas (incluyendo 1 a 3 de la quilla), cortamente mucronadas (que termina en una proyección corta y aguda), con la quilla de color verde, los lados de color café claro a dorado, en ocasiones con las nervaduras teñidas de rojo púrpura y los márgenes hialinos; estambres 3, con los filamentos de 1.5 a 2.8 mm de longitud, aplanados, las anteras de (1.2) 1.5 a 2.1 mm de longitud, de color amarillo a rojizo; estilo de 1.5 a 2 mm de longitud, con 3 ramas de 0.8 a 2 (3) mm de longitud.

g) Frutos y semillas

Aquenio de sección triangular, de 1.3 a 2 mm de longitud y de 0.6 a 0.8 mm de ancho, con la superficie punctulada, de color grisáceo o café claro.

h) Plántulas

Coleóptilo de 3.5 a 8 mm de largo; primera hoja con vaina de 5 a 10 mm de ancho, sin lígula, lámina linear de 20 a 30 mm de largo y hasta 0.5 mm de ancho, ápice agudo, sin pelos.

i) Raíz

Rizomas hasta de 20 cm de longitud, cubiertos con escamas envainantes, de 0.3 a 1 (2) mm de grueso, con frecuencia terminando en tubérculos.

j) Hábitat

Abundante en cultivos, orillas de caminos, en parcelas en descanso, en hortalizas, orillas de ríos.

k) Distribución por tipo zonas bioclimáticas

Se conoce de partes más bien calientes de todo el mundo.

l) Distribución por tipo de clima

En climas cálidos y templados, pero es poco tolerante a la sombra.

m) Distribución por tipo de suelos

En suelos ricos y arenosos, con pH de 5 a 7.

2.7 Taro (*Colocasia esculenta*)

Familia: Araceae



Figura 6 Taro (*Colocasia esculenta*)

2.7.1 Descripción

El Taro es considerado una de las especies de raíces y tubérculos con gran potencial en las zonas tropicales. Los cormos, denominación botánica del tallo subterráneo, se utilizan para la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales. Es una especie poco conocida en México (Acosta, M.A. 1969).

Forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo, originalmente en África, Asia, Oceanía, y debido sobre todo a la fuerte inmigración a occidente recientemente en América y Europa. Se enmarca dentro de los productos exóticos o no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un auge importante aprovechando el interés por parte de sectores crecientes de consumidores. Existen varias regiones que cuentan con las condiciones adecuadas para explotación y cultivo de Taro en México, lo que lo hace un producto con alto potencial para su implantación en el país, participando activamente en la reconversión de cultivos que lo necesiten (Acosta, M.A.1969).

El taro es un alimento tradicional en muchas áreas tropicales del mundo, y la base para hacer el "poi" en Hawái. La planta es indigerible si se come cruda debido a las sustancias ergásticas en las células de la planta. Pueden ocurrir severos problemas gastrointestinales a menos que sea procesada primero. Como en todas las legumbres, las hojas de taro son ricas en vitaminas y minerales. Son buena fuente de tiamina, riboflavina, hierro, fósforo, y zinc, y un buen recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre, y manganeso. Los cormos de taro son muy altos en almidón, y son buena fuente de fibra dietética, vitamina B6, y manganeso. El ácido oxálico puede estar presente en el cormo y especialmente en la hoja, y estos alimentos no pueden ser ingeridos por personas con problemas de riñones, gota o artritis reumática (Conita. 1991).

El taro se hierve, se cuece, o se corta y se fríe como tempura. La variedad pequeña redonda se pela y hierve, se vende a veces congelada, empacada con sus propios líquidos o enlatado. En China, el taro se usa a veces como un ingrediente en el niangao, una especie de dulce denso, hecho de harina de arroz, y que se come durante el Año Nuevo Chino.

El taro puede crecer en arrozales o en tierras altas donde el agua es suministrada constantemente por lluvia o irrigación. Algunas variedades de taro pueden crecer también fuera de los trópicos, en lugares como Corea y Japón. En Corea, el taro es llamado toran (土卵) que significa "huevo de la tierra", y el cormo se pela y los retoños de las hojas son sofritos. La colocasia esculenta y otros miembros del mismo género son cultivados por sus tubérculos comestibles, un alimento típico de almidón en varios lugares del trópico. El tipo de planta que es comestible crece en el sur del Pacífico donde son comidas como patatas.

2.7.2 Cultivo

El tubérculo de la raíz suele plantarse cerca de la superficie. Una vez plantado, los primeros indicios de crecimiento aparecen entre la primera y la tercera semana. Cuando es adulta, necesita como mínimo un 1 m para poder desarrollarse adecuadamente haciéndolo mejor en suelos ricos en composta y a la sombra, aunque crecerán perfectamente en suelos que retengan la humedad. Estas plantas no deberán estar en suelos secos durante mucho tiempo ya que, si sucede, sus hojas se marchitarán. Regándolas puede conseguirse recuperar la planta, siempre y cuando la misma no esté ya demasiado seca. Si se fertilizan periódicamente (cada 3 o 4 semanas) con cualquier fertilizante común, la planta crecerá mucho más. La mejor temperatura para su crecimiento ronda entre los 20 °C y los 30 °C. Pueden dañarse si se mantienen varios días en temperaturas inferiores a los 10 °C. Cuando es cultivada en zonas con inviernos muy fríos, el tubérculo de la raíz debe ser desenterrado y almacenado durante los meses más fríos en un lugar protegido de la helada y con una buena ventilación para reducir el riesgo de enfermedades de hongos. La replantación se realiza en primavera, una vez ha pasado la helada.

2.7.3 Botánica

El Taro (*Colocasia esculenta Schott*) Pertenece a la familia de las aráceas comestibles, la que comprende los géneros: *Colocasia*, *Xanthosoma*, *Alocasia*, *Cyrtosperma* y *Amorphophallus*.

a) Porte

Son plantas herbáceas, suculentas que alcanzan una altura de 1-3 metros, sin tallo aéreo. El tallo central es elipsoidal, conocido como cormo y rico en carbohidratos (18-30 % en base fresca) (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1977).

b) Cormo

Del cormo central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas. El color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se

presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1977).

Según el clon, la forma varía de cilíndrica hasta casi esférica y el tipo de ramificación desde simple a muy ramificada. Presenta marcas transversales que son las cicatrices de la hoja con frecuencia con fibras y está cubierta por una capa corchosa delgada y suelta. Internamente el cormo se divide en la zona cortical y el cilindro central. La primera es angosta, de apariencia compacta, está formada por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón. En el cilindro central el tejido básico es parénquima, pero de células más irregulares y con paredes delgadas, constituidas principalmente por almidón. Estas características del almidón y el contenido de minerales y vitaminas hacen de los cormos de Taro una fuente de alimentos nutritivos y de alta digestibilidad. En el cilindro central se localizan también los haces vasculares, canales de mucílago y rafidios de oxalato de calcio.

c) Hojas

Son por general de forma peltada. Se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto. Las hojas nuevas salen enrolladas de entre los peciolo de las ya formadas y las laterales más viejas se marchitan y secan. En los primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente, para luego mantenerse estable mientras aumenta el peso de los órganos subterráneos. El peciolo es cilíndrico en la base y acanalado en la parte superior, mostrando una coloración que varía según el clon. Es característica distintiva la presencia de líneas longitudinales amarillas o rosadas y de manchas o puntos rojizos a violáceos hacia la base. El peciolo se inserta en la parte media del limbo de la hoja del cual se conecta directamente a los tres nervios principales; el ángulo que forma el peciolo con la lámina es característica varietal. En algunos clones la inserción del peciolo determina que la lámina tome una posición vertical y en otros inclinada. La proporción largo: anchó varía con el clon. De la inserción del peciolo parte el

nervio central, que termina en el ápice de la hoja y dos nervios basales. El color varía de verde-claro y verde púrpura (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1977).

d) Inflorescencias

Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolos de las hojas. Se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice. Son estructuras características de las aráceas. Del eje de éste último se insertan las flores sésiles. En la parte inferior lleva flores pistiladas las cuales no se desarrollan, se secan y desprenden. El Taro tiene una producción errática de semillas, pero se conocen casos de formación de semillas normales en numerosos sitios de su distribución geográfica (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1977).

2.7.4 Eco-fisiología

El Taro es una planta netamente tropical. Para su desarrollo óptimo requiere las siguientes condiciones climáticas y de suelo (Mendoza, 1989 y Montaldo, 1991).

a) Altitud

Se adapta desde el nivel del mar hasta 1500 msnm (Jiménez, 1988). Precipitación. Requiere de regímenes de lluvia altas (1800-2500 mm) y bien distribuidas; cuando existe insuficiente humedad en el suelo, las hojas se tornan amarillentas y se marchitan.

b) Temperatura

Debe haber temperaturas promedio no inferiores a 20 °C, siendo la óptima entre 25-30 °C. Las temperaturas menores de 18°C detienen el crecimiento y se interrumpe la fotosíntesis.

c) Fotoperiodo

El mejor desarrollo se alcanza con periodos de 11-12 horas luz. La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como la altura de la planta.

d) Tipo de suelo

En cuanto al tipo de suelo, las plantas se adaptan más a aquéllos profundos, fértiles, con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena. El pH óptimo debe ser entre 5.5-6.5, aunque puede adaptarse a espectros de 4.5-7.5 . También puede desarrollarse en terrenos húmedos en las vegas de los ríos, lagunas, orillas de drenes y canales de riego donde no se desarrollan otros cultivos.

El cultivo muestra problemas en suelos arenosos o pesados y mal drenados, así como en suelos rocosos y pedregosos ya que deforma el cormo y se dificulta la cosecha. Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos (Montaldo, 1991).

Existen variedades que crecen bajo el agua (cultivos bajo inundación), en tanto que otras prefieren los suelos bien drenados (cultivos secos).

2.7.5 Valor nutricional

La composición química de los cormos es alta en nutrientes disponibles, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, por lo que se le considera un excelente alimento. Se consumen cocidos y como harina para diversos usos como frituras.

Cuadro 10: Comparación del contenido alimenticio de hojas

(100 g de porción comestible, base fresca)

Alimento	Proteína (g)	Calcio (mg)	Vitamina C (mg)
Taro	4.4	268	142
Espinaca	2.9	66	40
Acelga	2.9	62	6

Fuente:<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/taro/taro.pd>

Cuadro 11: Comparación del contenido alimenticio del taro (cormo) con tubérculos convencionales

(100 g de porción comestible, base fresca)

Alimento	KCAL	Proteína (g)	Calcio (g)
Taro	8.5	2.5	19.10
Camote	103	1.0	14.00
Papa	76	1.6	17.50
Yuca	121	1.0	28.20

Fuente: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México

Cuadro 12: Composición química de 100g de taro de porción comestible

(Uso humano).- Base húmeda.

Composición	Unidad	Crudo	Cocido
Humedad	g	71.9	72
Proteína	g	1.7	1.0
Grasa	g	0.8	0.2
Carbohidratos	g	23.8	25.7
Fibra	g	0.6	0.4
Cenizas	g	1.2	0.7
Calcio	mg	22.0	26.0
Fósforo	mg	72.0	32.0
Hierro	mg	0.9	0.6
Vitamina A Retinal	mcg-meq	3	0
Tiamina	mg	0.12	0.08
Riboflavina	mg	0.02	0.01
Niacina	mg	0.6	0.4
Ácido ascórbico	mg	6	0
Energía	cal/Kg	3808	3892

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela. 1983

Cuadro 13. Principales países productores de taro

(Miles de toneladas)

Países	2001	2002	2003	2004
Nigeria	26,232.00	27,911.00	29,697.00	31,766.00
Ghana	3,546.74	3,900.00	3,812.80	3,892.26
Costa de Marfil	4,579.72	4,706.59	4,836.96	4,970.95
Benín	1,700.98	1,875,.01	2,010.70	2,257.25
Togo	549.07	574.89	568.90	570.00

Fuente: <http://apps.fao.org/faostat>

2.8 Maca (*Lepidium meyenii*)

Familia: Crucíferas



Figura 7 Imagen Maca (*Lepidium meyenii*)

2.8.1 Descripción

La maca es una planta herbácea bianual, cuya parte subterránea (hipocótilo) es comestible y se aprecia mucho por su valor nutritivo, crece arrosetada y postrada a ras del suelo, ventaja que ha hecho, que la maca pueda prosperar bajo condiciones de clima extremo más allá de los 4.000 metros de altura, sobre el nivel del mar (FAO, 2006).

La Maca, el Ginseng peruano Maca (*Lepidium Meyenii*) es una planta tuberosa (tubérculo) que crece entre 3,000 y 4,000 metros sobre el nivel del mar en los Andes Peruanos. La Maca es la única planta que puede sobrevivir a esta altitud debido a las condiciones de tiempo extremas: las temperaturas brutalmente calientes durante el día y las temperaturas frías o heladas por la noche (FAO, 2006).

La tierra en que la Maca se desarrolla, contiene grandes cantidades de minerales que hacen que la Maca sea una planta de alto valor nutritivo, conteniendo aminoácidos esenciales y ácidos grasos importantes. La planta se relaciona a la familia de la papa (patata). Color-sabio parece una papa, pero tiene forma como de un rábano grande. La Maca tiene un sabor dulce. En Perú, la maca se consume de maneras diferentes: cruda, cocida o seca. Los peruanos hacen galletas, tortas, bocaditos embolsados y bebidas con la maca. En Europa y América del Norte, conocemos la maca principalmente en su forma seca, encapsulada, tabletas o gelatinizada. La raíz de la maca puede secarse para luego rehidratarse, después de haberse guardado durante varios años sin que esta sufra mayor deterioro.

2.8.2 Historia de la Maca

La población de las regiones montañosas peruanas ha usado la Maca durante los últimos 5,000 años como un elemento nutricional de calidad superior. Los Incas, una bien-organizada y desarrollada civilización Peruana, también conoció la Maca como una planta con poderes medicinales. Antes de la batalla, los guerreros Incas comían Maca para poder obtener fuerza extra. La Maca era también entregada a los mensajeros (Chasquis) que tenían que recorrer distancias enormes a lo largo del gran imperio. Debido a la conquista de América del Sur, los españoles se familiarizaron con la Maca. Ya que sus caballos fueron debilitándose y comenzando a sufrir problemas de fertilidad debido a la altitud de la zona.

Es por eso que la población local recomendó a los españoles que den Maca a sus caballos. Los efectos logrados por el consumo de la Maca en sus animales, dieron semejante impresión en los conquistadores que motivaron que estos dejaran sentado en sus memorias escritas los resultados motivando después, que se cobraran impuestos incluso mediante la entrega de kilogramos de Maca, la cual ellos transportaron a España. La Maca se apreció en España por sus cualidades únicas: la mejora de memoria, incremento de la vitalidad, aumento de él libido y como tratamiento contra la anemia y la depresión. Sin embargo, la Maca entró en el olvido en Europa, siendo usada únicamente por los pobladores de los Andes Peruanos (FAO, 2006).

2.8.3 Raíz

Los hipocótilos, conocidos comúnmente como maca, son producto de la acumulación de sustancias de reserva por parte de la planta, varían en cuanto a color, forma y tamaño.

2.8.4 Tallo

Corto y poco visible, acaule (Planta que carece de tallo o lo tiene muy corto).

2.8.5 Hojas

Arrocetadas, compuestas, con vaina ensanchada, pecíolo largo con la cara superior aplanada, limbo compuesto, tiene un largo de 6 – 9 cm; las basales son pinnatífidas y caulinares algo reducidas. Durante la fase vegetativa la roseta es solamente de hojas y tiene un promedio de 30 centímetros de diámetro; durante la fase reproductiva está formada por hojas e inflorescencias compuestas que pueden alcanzar un promedio de 60 centímetros, incluso algunos ejemplares pueden llegar a medir más de 80 centímetros de diámetro.

2.8.6 Flores

Las flores forman grupos, son hermafroditas, actinomorfas, de color verde claro y muy pequeñas. Sus pétalos, son de color blanco y sus sépalos varían de verde a violeta. Las flores se reúnen en inflorescencias en panícula y el conjunto forma la roseta de la fase reproductiva de la maca.

2.8.7 Fruto

Los frutos de la Maca son silículas que se caracterizan por tener solamente dos semillas, separadas por un tabique el cual divide al fruto en dos porciones iguales, las semillas son de un color naranja, aunque la gama varia de amarillo a naranja y marrón.

2.8.8 Ecotipos

Respecto a la Maca no se puede hablar de variedades sino de ecotipos. Estos se definen claramente por su coloración: amarillo, blanco cremoso, rojo, morado, negro y plomo.

Para su cultivo se necesita un suelo de textura franco-arenosa, sin problemas de sales, fuertemente ácido - característico de zonas alto-andinas - con alto nivel de materia orgánica, fósforo, potasio y gran capacidad de intercambio catiónico. A los cinco meses después del trasplante se puede notar que la mayor parte del cultivo se encuentra en su etapa final de floración y desde este momento se hacen observaciones periódicas para identificar el término de la floración y maduración de los frutos.

2.8.9 Origen y Localización

Esta especie que en el Imperio de los Incas se constituyó en alimento de nobles y servía de ofrenda para los dioses era un cultivo muy importante y fue probablemente sembrada en mayores extensiones que las que existen en la actualidad, como lo evidencia la gran cantidad de tablones (terrazas angostas) abandonadas en muchas de las laderas que rodean al Lago Junín. Después de

la conquista esta planta fue marginada, al extremo de ser puesta en peligro de extinción ya que su hábitat fue ocupado en su mayoría por el ganado ovino que los españoles trajeron al Nuevo Mundo y por especies vegetales como pastos y avenas forrajeras; pese a esto los indígenas con frecuencia utilizaban la maca para alimentar a sus animales, pues creían que a esas alturas (4.150 metros sobre el nivel del mar) la capacidad de reproducción disminuía considerablemente, y como habían escuchado que la maca servía para mejorar ese problema la aprovechaban como forraje, pero sin duda ellos también hacían uso de esta planta para los mismos propósitos (FAO, 2006).

La Maca es una especie de origen alto andino, de gran valor alimenticio, energético y medicinal. Su mayor extensión se encuentra en la zona central de la sierra en los departamentos de Junín y Pasco, en Perú. Es una especie con una gran adaptación a condiciones extremas de clima.

El cultivo de la Maca ofrece excelentes oportunidades para utilizar sosteniblemente los terrenos ubicados en las zonas más frías de los Andes peruanos y las punas presentes también en Bolivia, Chile y Argentina.

2.8.10 Composición Nutricional

La Maca presenta un alto contenido de calcio, fósforo, hierro, cobre y carbohidratos, necesarios para mantener y recobrar las energías. Tiene una cantidad importante de aminoácidos esenciales y contiene ácidos grasos, de los cuales el linoleico, palmítico y oleico son los más representativos, es rica en esteroides y con un alto contenido mineral.

Cuadro 14: Composición nutrimental

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	176 hasta 384 Kcal
Agua	5.0-19-62 %
Proteína	10.10-18-25 %
Grasa	0.2 - 2-2 %
Cenizas	3.46 - 6-43 %
Carbohidratos	51.81 - 76.05 %
Fibra	3.85 - 8.50 %
VITAMINAS (mg/100g)	
Carotenos	0.07
Tiamina (B1)	0.15-1.17
Ácido Ascórbico	0.80-3.52
Niacina	37.2 -43.03
Riboflavina (b2)	0.3 -0.76
MINERALES (mg/100g)	
Calcio	150.00-650.35
Magnesio	70.0-114.63
Hierro	62-86ppm y de 9.93 - 24,37mg/100 g
Fósforo	183-329
Potasio	1000 - 2050
Cobre	6 a 8ppm y 5,9 mg/100g

Fuente: Maca - Planta Medicinal y Nutritiva del Perú. Lida Obregón Vilches, Enero 1998.

2.8.11 Usos

La Maca es cultivada para consumo de sus raíces tuberosas y se usa extensivamente con propósitos medicinales. Actualmente se hacen esfuerzos por parte de laboratorios farmacéuticos para promover su cultivo y expandir su producción y consumo. Se afirma que esta raíz ayuda a la conservación de un excelente estado físico, mantiene la lucidez y los reflejos.

De acuerdo con las creencias comunes la Maca es un afrodisíaco que eleva el impulso sexual y la fertilidad femenina en los humanos y animales domésticos, la cual tiende a ser reducida a grandes altitudes.

Entre las propiedades más destacadas de la Maca, se citan las siguientes: ayuda en el síndrome de fatiga crónica, disminuye los estados de estrés, aumento de resistencia física, mejora la percepción y el estado de ánimo, mejora la memoria, anti-depresivo, aumento del vigor y resistencia física, combate la anemia y estimula el sistema inmunológico, combate la impotencia masculina, altamente eficaz en la etapa de menopausia y post-menopausia femenina, regula la secreción hormonal, regulador del ciclo menstrual femenino, combate disfunciones hormonales y ayuda en problemas de osteoporosis (FAO, 2006).

A escala industrial se elaboran harinas, polvo instantáneo, licores, cápsulas y tónicos concentrados. La Maca está hecha de una combinación de alcaloides que estimulan ciertas partes del cerebro (como la hipófisis y el hipotálamo) que producen diferentes tipos de hormonas (la testosterona) que mejoran el impulso sexual y la libido.

La Maca normaliza los esteroides hormonales como la testosterona, estrógeno y la progesterona. Esto quiere decir que hace que el sistema endocrino tanto en el cuerpo de varones como en el de mujeres produzca hormonas (testosterona) hasta alcanzar los niveles necesitados por el cuerpo, ello hace que mejore el impulso sexual de forma natural y sana (FAO, 2006).

2.8.12 Efecto en los hombres

La Maca regula el equilibrio hormonal y aumenta el nivel de la testosterona. Además también funciona como un afrodisíaco y lucha contra trastornos eréctiles y la impotencia. Mejora también el nivel de energía y vitalidad en atletas. Alivia problemas de la menopausia masculina. Personas mayores que usan la Maca dicen sentirse más jóvenes mientras toman Maca.

El doctor americano, Garry Gordon, relaciona una vida de sexo saludable con una vida más larga. Es por esto que él afirma que la Maca puede ayudar en la lucha contra la edad (FAO, 2006).

2.8.13 Efecto en las mujeres

Para las mujeres, la Maca principalmente tiene efectos sobre 'el apetito sexual'. Esto produce una frecuencia más alta de actividad sexual. La Maca suple la deficiencia de elementos importantes en el cuerpo humano, como las hormonas, funcionando como un estimulante. Las mujeres consiguen más energía y vitalidad en este proceso. Esto puede afectar la vida o apetito sexual de las mujeres, sobre todo mujeres que son peri menopáusicas.

2.8.14 Post – Cosecha

2.8.14.1 Operaciones básicas de acondicionamiento

La cosecha es la parte más delicada del proceso de producción, se realiza en forma manual, extrayendo las macas con la ayuda de una piqueta. Esta se introduce por los bordes de la planta, haciendo palanca y halando las hojas. Un indicativo del grado de madurez es el cambio de color del follaje.

2.8.14.2 Recolección

Se hace entre los 7 a 9 meses cuando las macas están maduras, se identifica porque en la parte apical de la inflorescencia no se ven flores y en la parte basal se observan algunas semillas (dehiscencia). La cosecha se realiza cuando la planta tiene entre el 80% a 90% del follaje un color amarillento y en el almacenamiento se recomienda no amontonar grandes cantidades porque se eleva la temperatura y se producen pérdidas pos cosecha.

2.8.14.3 Selección y clasificación

Durante la cosecha se seleccionan las macas que estén totalmente sanas, con la raíz completa, de forma achatada, que tengan el mayor diámetro del

tallo; se lavan, desinfectan y luego se cortan los tallos, dejándoles un centímetro.

2.8.14.4 Secado

Después de cosechada la maca se debe dejar secar 2 ó 3 días, hasta que se sequen las hojas, en un lugar adecuado donde se proteja de lluvias, heladas y demás inclemencias del clima. La maca se tiende uniformemente durante todo el día en capas que no deben superar los 10 centímetros de grosor. A medida que las hojas se secan, se van retirando para evitar contaminación.

2.8.14.5 Empaque

La Maca se empaca en sacos de yute de tamaño estándar (con capacidad entre 50 y 60 kilos), libre de olores que pueden afectar el producto. El empaque debe ser resistente a la compresión, apto para ser apilado y almacenado, libre de cuerpos extraños al producto empacado. El rótulo debe incluir información básica: nombre del producto, zonas de origen, clasificación, peso y número de sacos.

2.8.14.6 Almacenamiento

Se almacena en canastillas plásticas o se re siembran en pozas. Después de un mes, las macas se guardan en costales y se almacenan en un lugar fresco, donde la humedad relativa no sea muy alta. En estas condiciones puede almacenarse por largo tiempo.

2.8.14.7 Transporte

Para transportar el producto a zonas de menor altitud, se debe tener cuidado en su almacenamiento pues la polilla, puede producir pérdidas pos cosecha.

2.8.15 Transformación

2.8.15.1 Procesos de obtención de harinas de Maca

2.8.15.2 Harina Pre tostada

Para la elaboración de este tipo de harina, la Maca entera en forma de raíz es secada al sol a 4000 msnm, luego se hace un proceso de recepción y selección de los hipocótilos, para luego clasificarlos y desinfectarlos rigurosamente.

Posteriormente se somete a un proceso de tostado, controlando las temperaturas de tal forma que no haya degradación de las proteínas, evitando su desnaturalización, se realiza una molienda y un tamizado que logra la homogeneización de la partícula, finalmente se envasa en sus diferentes presentaciones, obteniendo de esta manera la harina de Maca pre tostada, con un excelente perfil de aminoácidos, un agradable olor y sabor a tostado, logrando darle a la raíz un mayor valor agregado.

2.8.15.3 Harina Gelatinizada

La Maca entera en forma de raíz es secada al sol a 4000 msnm, luego se hace un proceso de recepción y selección de los hipocótilos, para luego de clasificarlos y desinfectarlos rigurosamente, se hace un lavado, triturado y deshidratado, estos pasos se realizan con la finalidad de desdoblar los almidones presentes en un 30 % la Maca pulverizada pasa a un proceso de hidratación y molido coloidal, posteriormente pasa a una maquina secadora de cilindros, obteniéndose un producto instantáneo que es pulverizado (FAO, 2006).

Este proceso es ventajoso puesto que al romper la cadena del almidón, el organismo aprovecha en gran porcentaje los beneficios que brinda la Maca debido a sus múltiples propiedades nutricionales, de esta manera obtenemos una harina con un excelente olor característico, un estable y completo perfil de

aminoácidos, y con una alta solubilidad. En el proceso se asegura la esterilidad de la Maca y la conservación de sus propiedades características.

Posee un alto nivel de proteína asimilable por el organismo humano, lo que hace que sea ideal en las dietas de deportistas, estudiantes y niños en crecimiento. Además, el almidón gelatinizado que contiene hace que no requiera cocción para ser digerible y dar un importante aporte energético al ser humano (FAO, 2006).

2.9 Málaga (*Xanthosoma sagittifolium*)

Familia: Aráceas.



Figura 8 Imagen Málaga (*Xanthosoma sagittifolium*)

2.9.1 Aspectos generales

Dos Aráceas alcanzan importancia mundial como alimentos energéticos: el taro (*Colocasia esculenta*), originaria de Oceanía y sureste de Asia, y la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), de los trópicos americanos. En ambas especies las partes utilizables son los tallos subterráneos tuberosos, que contienen, en el caso de esta última especie, entre un 15 y un 39 por ciento de carbohidratos, 2-3 por ciento de proteína y un 70-77 por ciento de agua; ambas son en valor nutritivo comparables a las papas, y probablemente de mayor

digestibilidad. Un uso secundario es el consumo de las hojas tiernas, como espinacas, más común que en el taro (Acosta, M.A. 1969).

El cultivo de la malanga debe ser muy antiguo en el Nuevo Mundo; posiblemente se originó en la parte septentrional de América del Sur y se extendió por las Antillas y Mesoamérica. A la llegada de los europeos se conocía del sur de México hasta Bolivia, pero posiblemente era más intensivo en las Antillas. La domesticación pudo ocurrir en distintos lugares y con materiales diferentes, y se basó en procesos, como asar y cocinar los cormos, con lo que se eliminaban las sustancias irritantes, cristales de oxalato de calcio y saponinas (Acosta, M.A. 1969).

Desde América, la malanga se llevó a África occidental, que es actualmente la mayor región productora; en ella ha ido desplazando al taro por su mayor rendimiento, y porque puede reemplazar a los ñames en la preparación de "fufu", alimento muy popular en África tropical. La malanga ha sido tradicionalmente un cultivo de subsistencia, y la producción que no es consumida por las familias de los productores se destina al mercado. Esto explica su marginación, pues aunque es un alimento básico para millones de personas en los trópicos, son pocas las informaciones sobre su cultivo y requerimientos (Acosta, M.A. 1969).

2.9.2 Descripción botánica

El género *Xanthosoma* tiene cerca de 45 especies, muchas son cultivadas por su cormo comestible. La diferenciación entre estas especies es muy difícil. A continuación se describe *X. sagittifolium*.

X. sagittifolium es una hierba perenne constituida por un tallo subterráneo o cormo en el que el meristema apical forma una corona de pocas hojas. Las hojas se unen por la base, formando un pseudo tallo cilíndrico de pocos centímetros de largo. Las hojas nuevas ocupan el centro y las viejas se secan,

desintegrándose sucesivamente. La base de la hoja envolvente y acanalada, continúa hacia arriba, con las alas bien desarrolladas, de bordes sinuosos y contorneados en ciertos clones. Las alas terminan abruptamente y, desde ese punto hasta la inserción de la lámina, el pecíolo es prismático, con tres a cinco lados, curvo y continúa directamente en el nervio principal de la hoja. La lámina está dividida en tres lóbulos, los dos superiores redondeados y el central triangular y acuminado.

El tallo subterráneo es un cormo que constituye una reserva de nutrientes y de agua para la planta. El cormo puede ser simple o ramificado, de acuerdo con el clon. Cuando ramifica, las ramas o estolones forman tubérculos (cormelos) en forma de maza con una yema apical. La superficie está cubierta por una capa corchosa muy delgada, de corta duración, pero renovable por un felógeno formado por una capa de células muy angostas. El color del cormo puede ser blanco o morado. Debajo de la capa corchosa está la zona cortical y el cilindro central que consiste en parénquima lleno de granos de almidón. Los haces vasculares son más numerosos en el cilindro central; en la zona cortical están acompañados de canales de mucilago que exudan un líquido oscuro y pegajoso (Monge, M., Arias, O. y Ramírez, P. 1987).

2.9.3 Ecología y Adaptación

Es una planta nativa del trópico húmedo lluvioso. En su hábitat natural crece en la sombra del bosque, pero en cultivos comerciales se desarrolla a pleno sol. Requiere suelos bien drenados y, aunque no tolera agua permanente, prefiere suelos con buen contenido de humedad. La temperatura media debe ser mayor a 20° C, para un adecuado desarrollo (Bermejo, H. 1999).

2.9.4 Siembra

Las semillas se colocan a una profundidad de 7 a 10 cm. La distancia de siembra depende del estado de fertilidad del suelo y del laboreo futuro: manual o mecánico. Las distancias de plantación son de 0.90 x 1.10 m.

2.9.5 Cosecha

La cosecha se realiza a los 10 meses de la siembra para la Malanga blanca y a los 12 meses para la malanga morada. La planta está lista para ser cosechada cuando las hojas inferiores se tornan amarillentas. Aproximadamente, ocho días antes de sacar los camotes del suelo, se procede a eliminar el follaje de la planta. La cosecha se realiza manualmente, jalando con fuerza a la mata, se extrae y se clasifica (Bermejo, H. 1999).

2.9.6 Distribución Geográfica

La malanga es originaria de América tropical, fue dispersándose posteriormente al sureste de Asia, las islas del Pacífico y África donde se introdujo en el siglo XIX.

Las plantas crecen bien en altitudes bajas o medianas (950 m) de relativa alta humedad. Los suelos húmedos son adecuados para estos cultivos y crecen mejor con una precipitación pluvial de 140 a 200 mm. Las plantas están bastante bien distribuidas en América tropical y en los trópicos húmedos (ENYI, 1968).

2.9.7 Aspectos ecológicos y fitogeográficos

Las especies de *Xanthosoma* son plantas de la selva tropical lluviosa, que aunque en su hábitat natural crecen bajo el dosel del bosque, en cultivo se siembran por lo común a pleno sol. Requieren suelos bien drenados, y no toleran agua permanente. La temperatura media para su crecimiento óptimo debe ser superior a 20 °C.

2.9.8 Usos en Alimentación y Nutrición

Es fuente de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consume cocida en agua como se hace con otros tubérculos, también puede ser consumida horneada o frita en aceite. Se puede obtener una harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía

en alimentación animal. Es utilizado como sustituto de la papa en sopas o estofados

Tiene un contenido de almidón superior al de la yuca. Las hojas verdes de de malanga, con bajo contenido de oxalatos pueden consumirse cocinados como una hortaliza (León, 1968).

Cuadro 15: Contenido nutrimental de Malanga

Composición	Unidad	Cantidad
Humedad	g	71.9
Proteína	g	1.7
Grasa	g	0.8
Carbohidratos	g	23.8
Fibra	g	0.6
Cenizas	g	1.2
Calcio	mg	22.0
Fósforo	mg	72.0
Fierro	mg	0.9
Vitamina A Retinol	µg	3
Tiamina	mg	0.12
Riboflavina	mg	0.02
Niacina	mg	0.6
Acido ascórbico	mg	6
Energía	Cal/Kg	3808

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela.1983

2.9.9 Clima y Suelo

El cultivo de la malanga requiere de clima cálido húmedo, con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30 grados centígrados, con buena luminosidad. No tolera bajas temperaturas. La malanga es una planta tropical, por lo tanto se cultiva bien en altitudes bajas y medianas no mayores a los 1000 msnm no debe ubicarse su cultivo, los cultivos deben estar ubicados bajo los 1000 msnm, y con una humedad relativa del ambiente del 70 al 80 %; sin embargo puede soportar períodos de sequía no muy largos. La malanga se desarrolla bien donde hay suficiente humedad durante el año, sin embargo no

acepta el encharcamiento. El requerimiento de precipitación de lluvias está alrededor de 1500 a 2500 mm La malanga produce bien en suelos sueltos, arenosos, profundos, de textura media y bien drenados y con alguna cantidad de materia orgánica. Los suelos arcillosos no son convenientes para este cultivo. Su pH adecuado está entre 5.5 a 6.5. Es tolerante a cierto grado de salinidad de los suelos (Zavala, P, 2001).

2.9.10 Importancia económica potencial y comercialización

El mercado en los países amazónicos está principalmente en las poblaciones ubicadas en la región. No obstante, existe potencial para exportar a EE.UU. y otros países desarrollados, como lo hacen Costa Rica y Puerto Rico. Asimismo, existe potencial para industrializar los cormos y comercializar en estos mercados.

2.10 Jengibre (*Zingiber officinale*)

Familia: Zingiberáceas



Figura 9 Imagen Jengibre (*Zingiber officinale*)

2.10.1 Historia

Los rizomas y los tallos del jengibre juegan un rol esencial en la medicina china, japonesa e hindú desde los años 1500. La óleoresina de jengibre está presente con gran frecuencia como ingrediente de compuestos digestivos, contra la tos, anti flatulencias, laxantes y antiácidos.

Existe evidencia a partir de una prueba clínica controlada al azar y de un estudio abierto, que apoya el hecho de que el jengibre reduce la gravedad y duración de la náusea/ emesis inducida por la quimioterapia. Aparentemente, se crean efectos de adicción a la proclorperazina (Compazine). Tampoco hay claridad acerca de la dosis óptima ni de los efectos del jengibre en otras clases de náusea/emesis, tales como la náusea postoperatoria o mareo inducido por movimiento (Soto Calvo, B. 1992).

El jengibre se usa de manera oral, tópica e intramuscular para el tratamiento de una amplia gama de afecciones, sin que haya evidencia científica acerca de sus beneficios. Puede inhibir la concentración plaquetaria/ disminuir la producción del tromboxano en las plaquetas, lo cual en teoría, incrementa el riesgo de sangrado.

Hablar del jengibre (*Zingiber officinale*) es hablar de salud, desde tiempos inmemoriales se ha utilizado en la medicina natural china y de La India, y también como especia, ofreciendo un potente carácter fragante y de sabor.

El nombre original en sánscrito es “Zingibera” o “Sinabera”, que significa “en forma de cuerno”, pasó al persa como “dzungebir” y al griego como “Zingieri”, en latín se convirtió en “*Zingiber officinale*”.

2.10.2 Generalidades del producto

El jengibre (*Zingiber officinale*) es una planta de la familia de las cingiberáceas una herbácea perenne cultivada en su mayoría en India, África,

Jamaica, Indonesia, Australia, China y Japón., cuya raíz está formada por rizomas horizontales muy apreciados por su aroma y sabor picante. La planta llega a 90 cm de altura, con largas hojas de 20 cm. Crece en todas las regiones tropicales del mundo. El jengibre tiene un sabor característico de pungencia (picor) que se atribuyen a la presencia de una sustancia oleosa llamada gingerol.

Las variedades más caras y de mayor calidad generalmente proceden de Australia, India y Jamaica, mientras que las más comercializadas se cultivan en China y Perú (Alvarado, A. 1998).

El consumo de esta raíz, es de forma natural, deshidratada es decir en polvo y confitada, se puede consumir a diario en forma de polvo, en sopas, purés, leche, legumbres y dulces antes elaborados, la dosis es de 250 a 1000 miligramos diarios. La comercialización del jengibre se hace en función del sabor, el contenido de fibra y el precio, entre otros.

Cuadro 16: Valor nutricional de 100 g de rizoma jengibre base húmeda

Composición	Cantidad
Valor energético (cal)	47
Humedad (%)	87
Proteína (g)	1.6
Grasa (g)	0.8
Carbohidratos totales (g)	9.0
Fibras(g)	0.9
Cenizas(g)	1.0
Calcio(mg)	44
Fósforo(mg)	66
Hierro(mg)	0.02
Rivoflavina(mg)	0.06
Niacina(mg)	0.07
Ácido ascórbico(mg)	2.0

Fuente: Wu Leung, Woot-Tsuen y Flores, Marina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

2.10.3 Los componentes

12 aminoácidos y aceites esenciales

2.10.4 El jengibre incluye en su composición 12 aminoácidos y aceites esenciales

1. **Asparagina:** favorece la emisión de orina.
2. **Borneol:** es un analgésico y antiinflamatorio. Reduce la fiebre y protege el hígado.
3. **Cimeno:** es un antigripal, antiviral, antihongos y anti insectos.
4. **Cineol:** es un anestésico. Cura infecciones del pecho y garganta, es antiséptico y baja la tensión arterial.
5. **Citral:** es un antihistamínico.
6. **Geraniol:** es un anti cándida y , anti insectos.
7. **Gingerol:** es un analgésico que reduce la fiebre. Estimula la circulación, reduce la tensión arterial, trata y calma el estómago.
8. **Zingerona:** es un vasoconstrictor.
9. **Shogaol:** es un analgésico que reduce la fiebre, sedante, constriñe los vasos sanguíneos y eleva la tensión arterial.
10. **Pinemo:** expulsa las flemas.
11. **Mirceno:** es un anti bacterias y anti insectos, relajante muscular.
12. **Linalol:** es un anticonvulsivo y antiséptico.

2.10.5 Los principales usos del jengibre

2.10.5.1 Culinarios

Los rizomas se utilizan en la mayoría de las cocinas del mundo a través de la cocina asiática, los tiernos son jugosos y carnosos con un fuerte sabor. Se suelen conservar en vinagre como aperitivo o simplemente se añaden como ingrediente de muchos platos. Las raíces maduras son fibrosas y secas. El jugo de los rizomas viejos es extremadamente picante y a menudo se utiliza como especia en la cocina china para disimular otros aromas y sabores más fuertes, como el marisco y la carne de cordero. En la cocina occidental, el jengibre, seco o en polvo, se restringe tradicionalmente a alimentos dulces; se utiliza para

elaborar caramelos, pan de jengibre, para saborizar galletas (como las populares galletas de jengibre) y como saborizante principal de la gaseosa de jengibre o “ginger ale”, bebida dulce, carbonatada y sin alcohol. El jengibre se utiliza para preparar frutas escarchadas, principalmente calabaza y pepino, también en sopas, salsas, platos de volatería, caza y arroz. El jengibre es un medio excelente para estimular el apetito y activar los procesos digestivos.

2.10.5.2 Terapéuticos

En investigaciones médicas se ha comprobado que la raíz de jengibre es un efectivo tratamiento contra las náuseas causadas por los mareos en medios de transporte, y por el embarazo. Se utiliza también como estimulante gastrointestinal, tónico y expectorante, entre otros. Es un potente estimulante del sistema nervioso central y autónomo. Contiene muchos antioxidantes. Externamente sirve para tratar traumatismos y reumatismos.

2.10.6 Producción Mundial

El principal productor mundial de jengibre es India, en el 2008 alcanzó una producción total de 370,300 toneladas, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), seguido por China con 327,373 toneladas.

2.10.7 Industrialización

El Jengibre se cosecha y luego pasa por una serie de etapas básicas para cualquier proceso que se le dé, las cuales son el limpiado eliminando la tierra suelta, el lavado con agua potable y el pelado parcial o completo. El pelado se puede hacer en máquinas abrasivas o en tambores rotatorios. Esta operación debe hacerse con mucho cuidado para no destruir las células que contienen los aceites esenciales, las cuales se encuentran justo debajo de la cáscara. Básicamente existen cuatro productos importantes que se pueden obtener a partir del Jengibre (Benavides, A. 1989).

2.10.7.1 Deshidratado

El Jengibre deshidratado se obtiene de un proceso de aplicación de calor para reducir el contenido de humedad del rizoma de un 70-75 % hasta un 10 % . La materia prima puede utilizarse como pelada como sin pelar. En la mayoría de los casos se hace una reducción de tamaño antes del secado con el fin de facilitar la eliminación de agua y mejorar la calidad del proceso. Pero también puede secarse entero. El secado puede hacerse con secadores solares o con hornos de aire caliente. Al usar los hornos se tiene un proceso más controlado y el producto final tiene una mejor calidad.

El secado o calentamiento excesivo provoca una disminución de la pungencia característica del jengibre, ya que el gingerol se degrada. La literatura recomienda que para el secado en hornos se usen temperaturas de secado de 55 °C, 65 °C y 75 °C, con aire húmedo de 12 y 55 gramos de agua/kg de aire seco. La forma del producto que se ponga a seca es la que ejerce mayor influencia en el tiempo final del proceso. Cuando se utiliza picado se necesita menor tiempo de proceso y se facilita la operación de molienda posterior en caso que se vaya a aplicar, los trozos pueden ser de 0.2 a 0.3 cm o rodajas de 0.5 cm de espesor. El jengibre deshidratado y molido hasta polvo fino se llega a convertir en una especia más. Las especias son saborizantes o sustancias aromáticas que mejoran el sabor de un producto alimenticio. Las especies pueden ser de origen vegetal o bien provenir de semillas u otras partes de plantas como rizomas en el caso del jengibre.

El jengibre deshidratado debe ser almacenado en lugares oscuros y ventilados para evitar que se oxiden y se deteriore perdiendo sus propiedades saborizantes.

2.10.7.2 Extracción de aceites esenciales de Jengibre

La extracción de los aceites esenciales del jengibre se hace mediante un proceso de destilación con vapor de la especia deshidratada. Estos aceites poseen el aroma y el sabor del producto, pero no se recupera la sustancia responsable de la pungencia. La selección de la especia utilizada como materia prima es importante para obtener un producto con buenos rendimientos, es decir, obtener la mayor cantidad posible de aceite a partir de la especia. Estos rendimientos por lo general son muy bajos y oscilan entre un 2 a un 3 % a partir del Jengibre fresco. El aceite esencial obtenido es de un color amarillo-verdoso, viscoso, difícilmente soluble en alcohol e insoluble en agua. Los principales componentes químicos son el zingiberene y el curcumene, así como el Citral y otros terpenos. El Citral puede estar presente hasta en un 25 % en el total de aceites recopilados. Los aceites esenciales del jengibre pueden ser utilizados para saborizar bebidas, productos horneados y confitería, así como en perfumería. Nunca deben ser almacenados en recipientes plásticos, sino que deben ser tambores de metal con revestimientos.

2.10.7.3 Obtención de Oleorresina

La oleorresina es el componente que se extrae de la especie molida usando agentes solventes como acetona, alcohol y etileno di clorado. La oleorresina puede contener tanto el aceite esencial (20-25 %) y el componente responsable de la pungencia, el gingerol, en un 25-30 %. Este producto se usa en productos horneados como saborizante, también en confitería, productos de carne, pepinos en vinagre y salsa.

2.10.7.4 Jengibre preservado

Para este tipo de producto se utiliza el rizoma verde por contener menor grado de pungencia. Este se mantiene sin pelar y se conserva en jarabe, sometiéndolo a ebullición en jarabes (soluciones concentradas de azúcar) de diferentes concentraciones hasta lograr que se cristalice o que alcance la concentración deseada. Por lo general se utilizan jarabes hechos de agua con

un contenido de azúcar equivalente a un 80 % del peso de la materia prima. La concentración final deseada en el Jengibre se puede alcanzar en la tercera ebullición, con la concentración más alta de azúcar. Una vez listo se almacena en grandes barriles de metal.

2.11 Azafrán (*Cúrcuma longa* L.)

Familia: Zingiberaceae



Figura 10 Imagen Azafrán (*Cúrcuma longa* L.)

2.11.1 Origen

Debido a que se ha comercializado desde la antigüedad, no se puede determinar con exactitud. Es probable que su origen esté en el Sureste de Asia o Asia del Sur – Indonesia y el sur de India, donde ha sido cultivado por más de 5000 años.. El nombre *cúrcuma*, se deriva del nombre en árabe antiguo de la planta kurkum, mejor conocida como azafrán. El vocablo español se deriva del francés *terre-mérite* (Latín terra merita, “tierra merecedora”), probablemente porque el turmerico molido da la remembranza de pigmentos minerales (ocre) (Mesa. Carolina, 2004).

2.11. 2 Descripción

Especie herbácea, vivaz, cuyos tallos aéreos pueden alcanzar una altura de un metro. Hojas anchas, largamente pecioladas, ovales o lanceoladas, color

verde claro. Las flores pueden tener distintos colores según las variedades, amarillento, purpurino, entre otros y se disponen en espigas cilíndricas, cóncavas, por lo general de color verde, y de cuyas axilas nacen las flores. La especia cúrcuma es el rizoma (tallo subterráneo) molido y deshidratado, de color amarillo brillante, de una planta herbácea similar en tamaño y forma al jengibre, con hojas largas y flores amarillo pálidas. El rizoma es tuberoso, con una piel áspera y segmentada, de color café amarillento, con un interior anaranjado mate que se vuelve amarillo brillante al molerlo. El rizoma principal puede medir hasta 7 cm de longitud, y un diámetro de 2.5 cm, con pequeños tubérculos ramificados. La cúrcuma se propaga plantando piezas de los rizomas de la temporada anterior. Crecen unos 90 cm, con hojas de tallo largo y flores amarillo pálido. Se cosecha después de 9 meses, levantando cuidadosamente todo el sistema subterráneo de rizomas (Mesa. Carolina, 2004).

La cúrcuma posee un sabor y aroma picantes, con insinuación a madera. Tiene un sabor cálido a almizcle, con un resabio levemente amargo. La cúrcuma posee de 3 a 5 % de materias colorantes llamadas curcuminoides, de las cuales la principal es la curcumina. También posee hasta 70 mg/kg de aceite esencial rico en terpenos (zingibereno, y -curcumeno, ar-curcumeno) y cetonas sesquiterpénicas (turmeronas).

Cuadro 17: Valor nutricional (Azafrán) de 100 g base húmeda

Componente	Composición
Carbohidratos	3.7 %
Aceites esenciales	2.44 %
Ácidos grasos	3.3 %
Materias colorantes	3-6 %
Fibra	14.5 g

FUENTE: Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Mesa, M. D.; Ramírez-Tortosa. 2002

2.11.3 Parte de la planta que es usada

El rizoma. Las hojas frescas del turmerico son usadas en algunas regiones de Indonesia como saborizante, por ejemplo en la parte oeste de Sumatra.

2.11.4 Uso

Es una de las especias más importantes desde la antigüedad. El turmerico es una especia esencial en la cocina India. Es sagrada para los Hindúes, es por ello que la usan comúnmente en sus ceremonias religiosas.

Esta especia cálida y aromática con tonalidades amargas es usada extensamente en la cocina del sureste asiático y en el medio oriente. En el sureste de Asia, el turmerico fresco es preferido sobre las formas secas. En Tailandia, los rizomas frescos son rallados y añadidos a los platos. El turmerico también forma parte de la pasta amarilla del curry. El arroz amarillo (*Nasi Kuning*) es popular en las islas del este de Indonesia. En la cocina marroquí es añadido a la carne picante, particularmente al cordero y vegetales. También es usado en mezclas de especias en las regiones del Caribe y del Norte de África, y es popularmente servido en forma de té en Okinawa (Japón). La cocina occidental no usa el turmerico de forma directa, pero éste forma parte de algunas mezclas de especias (polvo de curry) y salsas. Su color amarillo brillante le da un matiz naranja al curry. También es usado para dar un color amarillo brillante a la pasta de mostaza (Ospina F. & López C, 2005).

El turmerico se utiliza como colorante de alimentos en: bebidas enlatadas, productos horneados, productos lácteos, helados, yogurts, pasteles amarillos, galletas, palomitas de maíz coloreadas, caramelos, betún de pasteles, cereales, salsas, tabletas de compresión directa, etc. En combinación con el anato (E160b), es aplicado para colorear quesos, aderezos de ensaladas, bebidas de frutas, margarina y mantequilla. También es usado para dar color y sabor a la mostaza, pepinos encurtidos, chutneys, caldo de pollo enlatado, platos a base de arroz y otros alimentos (Ospina F. & López C, 2005).

2.11.5 Calidad sensorial

El turmerico tiene un sabor picante, caliente, agudo y amargo y una fragancia suave que levemente se parece a la naranja y jengibre.

En estado fresco, el rizoma tiene una fragancia aromática y picante, el cual cuando es secado obtiene un aroma más medicinal. Cuando es almacenado, el aroma cambia ligeramente a un aroma terroso y desagradable. De la misma manera, el color del turmerico molido tiende a apagarse/desteñirse si es guardado por un largo período.

2.11.6 Principales constituyentes

El turmerico contiene un aceite esencial (máximo 5 %), el cual contiene una variedad de sesquiterpenos, la mayoría de los cuales son específicos para las especias. Los más importantes para el aroma son la turmerona (máx. 30 %), ar-turmerona (25 %) y zingibereno (25 %). El color anaranjado y probablemente el sabor pungente (3 a 4 %), son producidos por diarilheptanoides conjugados (1,7-diaril-hepta-1,6-dieno-3,5-dionas, ejemplo: curcumina). La curcumina representa alrededor del 0.3-5.4 % del turmerico puro. La curcumina es usada también como un colorante de alimentos (E100) (Ospina F. & López C, 2005).

2.11.7 Cultivo

Se ha cultivado desde hace más de dos mil años en la India, China y Oriente Medio y en la actualidad se cultiva en todas las regiones tropicales del mundo, es una especie de clima tropical o subtropical, no soporta las heladas.

La preparación del suelo debe ser esmerada y profunda, dado que la porción útil es un rizoma que debe estar favorecido en su desarrollo. Es también importante que el predio se encuentre libre de malezas.

La plantación de los rizomas conviene realizarla desde fin del invierno hasta principio de primavera. La distancia de plantación puede ser de 0,70 entre líneas y 0,30 entre plantas, lo que se variará, sobre todo, en función de la maquinaria disponible; la profundidad será de 0.10 m cubriéndolos con tierra.

La recolección de los rizomas se realiza durante el otoño, después de la caída de las hojas. Se extraen los rizomas con la ayuda de azadas o mediante arado, cuidando no dañarlos, se hierven, de esta forma se desprende la cáscara exterior y las yemas y se exponen al sol de cinco a siete días para su secado. Finalmente se clasifican por su calidad y se suele moler para ser vendida. La recolección se realiza a los 10 meses de haberse plantado.

2.11.8 Suelo y Clima

Prospera en suelos sueltos, fértiles, humíferos, que permitan el buen desarrollo de los rizomas, con buen contenido de humedad, pero, bien drenados. No son apropiados los suelos compactos, de mal drenaje, donde el agua pueda estancarse.

Es una especie de clima tropical o subtropical. No soporta las heladas, las cuales queman fácilmente la parte aérea de la planta.

2.11.9 Post- Cosecha

2.11.9.1 Rizomas

2.11.9.1.1 Limpieza y estabilización

Primero se someten a una clasificación por tamaño, seleccionando los de mejor desarrollo y uniformidad y se eliminan las raicillas delgadas. Posteriormente se los lava para eliminar la tierra.

La estabilización se realiza en agua hirviendo durante unos 15 minutos. El contenido de las células se hincha y forma una masa pastosa coloreada de amarillo a causa de la *curcumina*.

2.11.9.1.2 Desecado

Los rizomas son cortados longitudinalmente para facilitar el secado, que puede ser natural (se precisan varios días al sol) o mecánico. Después del secado se elimina la cutícula mediante raspado.

2.11.9.1.3 Molienda

Es un proceso industrial. Se utilizan baterías de molinos en serie hasta obtener un polvo impalpable.

2.11.9.1.4 Esencia

Se la obtiene mediante destilación con vapor de agua de los rizomas secos.

2.12 El almidón

Estructuralmente, el almidón consiste de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces α (1-4), en el cual algunos enlaces α (1-6) pueden estar presentes. Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal que es capaz de desarrollar un color azul por la formación de un complejo con el yodo. Mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de unidades de glucosa unidas en un 94-96 % por enlaces α (1-4) y en un 4-6 % con uniones α (1-6). Dichas

ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15-25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente y en presencia de yodo produce un color rojizo violeta (Beynum y Roels,1985).

Es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria, es necesario buscar nuevas fuentes de extracción, ya que con una producción mundial de 48.5 millones de ton/año, existe una demanda insatisfecha del mismo (Thomas; Atwell, 1999).

De las calorías consumidas por los humanos, cerca del 70 al 80 % provienen del almidón. Es la principal fuente de almacenamiento de energía en los vegetales, ya que se encuentra en grandes cantidades en las diversas variedades de plantas, como, por ejemplo, en los granos de cereales, los cuales contienen entre 60 y 75 % de su peso seco de almidón, así como también, puede encontrarse en tubérculos, semillas de leguminosas y en algunas frutas, y su concentración varía con el estado de madurez de los mismos (Thomas; Atwell, 1999).

Los almidones nativos de las diferentes especies de vegetales tienen como característica fundamental que sus propiedades fisicoquímicas y funcionales estarán influenciadas por sus estructuras granular y molecular. Las propiedades más importantes a considerar para determinar la utilización del almidón en la elaboración de alimentos y otras aplicaciones industriales incluyen las fisicoquímicas: gelatinización y retrogradación; y las funcionales: solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de sus pastas y geles (Zhao;Whistler, 1994).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materias primas

- **Raíz tuberosa:** Maca (*Lepidium meyenii*), Camote (*Ipomoea batatas*), Ñame (*Discorea alata*), Chufas (*Cyperus esculentus*), adquiridos en la Central de abastos de México, Distrito Federal.

Yuca (*Manihot esculenta*), Jícama (*Pachyrhizus erosus*), adquirido en la Central de abastos, Saltillo, Coahuila.

- **Rizoma:** Jengibre (*Zingiber officinalis*), adquirido en la Central de abastos de México, Distrito, Federal.
- **Cormo:** Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), Azafrán (*Cúrcuma longa* L.), Taro (*Colocasia esculenta*), adquiridos en la Central de abastos de México, Distrito, Federal.

3.2 Materiales y Equipos

- Probeta de 10 ml (PYREX)
- Probeta 50 ml (PYREX)
- Matraz de aforación 25 ml (KIMAX)
- Matraz de aforación 100 ml (PYREX)
- Tubos de ensaye
- Frasco de plástico
- Baño con hielo
- Matraz erlenmeyer 250 ml (PYREX)
- Pipeta 10 ml (KIMAX)
- Pizeta
- Micro pipeta 100-1000 μ l (Transferpette)
- Licuadora 1 Velocidad (OSTERIZER)

- Vaso de precipitado 30 ml (PYREX)
- Vaso de precipitado 150 ml (PYREX)
- Crisoles
- Estufa, Modelo 27 100°-103° (THELCO)
- Balanza analítica (AC ADAPTER)
- Espectrofotómetro (Thermo Spectronic) Modelo Helios Épsilon
- Colador de plástico
- Gradillas
- Embudo
- Pinzas
- Tabla para picar
- Cuchillo
- Estufa de desecación (J.M.Ortiz)
- Desecador con material secante
- Parrilla
- Agitador magnético
- Imán agitador
- Papel aluminio
- Toallas sanita

3.3 Reactivos

- Solución madre (sustrato de almidón) para la curva patrón. Disolver 2 gramos de almidón en 700 ml de agua hirviendo. Aforar a 1000 ml con agua destilada.
- Solución STOCK
 - Disolver 0.55 g de cristales de Yodo y 1.1 g de Yoduro de Potasio en agua y se completa a 25 ml con agua destilada en un matraz de aforación.

- Solución diluida de yodo
De la solución Stock se toman 2 ml y se afora a 100 ml con agua destilada.

3.4 Metodología

3.4.1 Localización

El parte experimental del presente trabajo se realizo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

3.4.2 Determinación de almidón

La determinación del almidón se realizo mediante una modificación al método propuesto por (Fernández-Reyes, J.F. 2000).

Se utilizaron tubérculos de Maca (*Lepidium meyenii*), Camote (*Ipomoea batatas*), Ñame (*Discorea alata*), Chufas (*Cyperus esculentus*), Yuca (*Manihot esculenta*), Jícama (*Pachyrhizus erosus*), Rizomas de Jengibre (*Zingiber officinalis*), Cormos de Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), Azafrán (*Cúrcuma longa* L.), Taro (*Colocasia esculenta*), los cuales fueron mondados y cortados en pequeños cubos con un cuchillo en una tabla para picar.

De cada una de las muestras, se pesan 10 g en una balanza analítica y se mezclan con 40 ml de agua destilada, se licuan aproximadamente 2 minutos a máxima velocidad para reducir su tamaño en una licuadora Osterizer. La mezcla resultante se vierte en un matraz Erlenmeyer pasando por un colador de plástico para evitar el paso de sólidos, este matraz se ha puesto previamente en un baño de agua fría con hielos para evitar la oxidación de la muestra.

Se toman 4 ml de muestra con una micro pipeta, se coloca en un matraz Erlenmeyer, colocado en el baño con agua fría y hielos, posteriormente se le agregan 6 ml de agua destilada y 10 ml de solución diluida de yodo, esto se realiza por triplicado. Teniendo las tres muestras se lleva al espectrofotómetro para tomar lectura, previamente preparando el blanco con 10 ml de agua

destilada y 10 ml de solución de Yodo. Se toma lectura a 620 nm, con la finalidad de determinar el contenido de almidón de cada una de la muestras.

NOTA: A las muestras de Yuca, Camote, Ñame, Taro, Maca, Malanga, Chufas, se les realizo una dilución 1:10 (1ml de muestra en 9 ml de agua destilada) por la gran concentración de almidón que presentaron estas muestras.



- **Figura 11** Espectrofotómetro (Thermo Spectronic) modelo Helios Épsilon utilizado para la lectura del contenido de almidón

Cuadro 18: Elaboración de curva patrón para la cuantificación de almidón

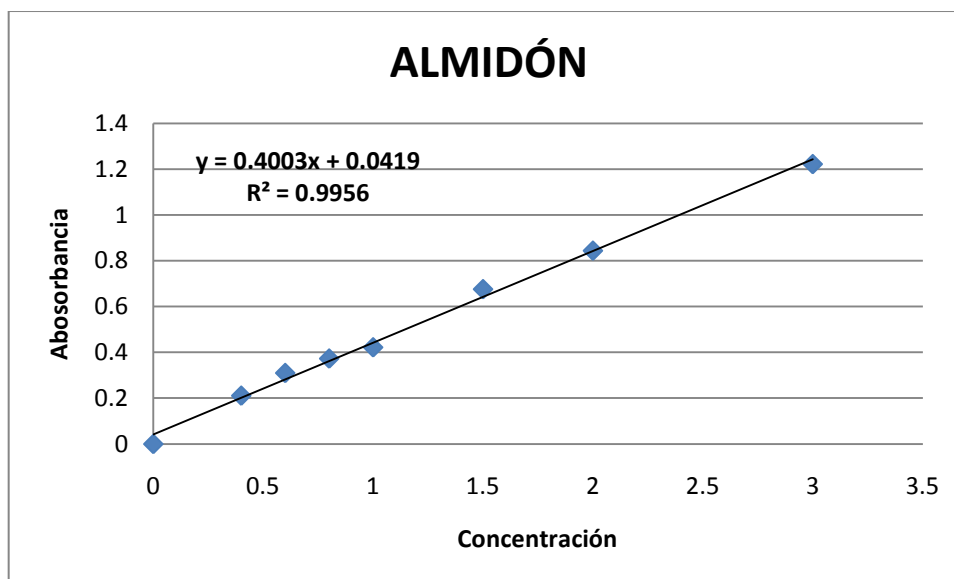
Tubos	blanco	1	2	3	4	5	6	7
Solución madre	0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0
Agua destilada	10	9.6	9.4	9.2	9.0	8.5	8.0	7.0
Sol. diluida de Yodo	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml

3.4.3 Cuantificación de almidón de Yuca (*Manihot esculenta*)

Cuadro 19: Datos para curva de almidón

Curva de almidón	
Concentración	Absorbancia
0	0
0.4	0.211
0.6	0.31
0.8	0.373
1	0.422
1.5	0.676
2	0.844
3	1.222

Cuadro 20: Gráfica de curva de almidón



Cuadro 21: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Yuca	1.147	2.765	0.01106	0.1106	11.06	15.372455
	1.132	2.7275	0.01091	0.1091	10.91	15.1639679
	1.154	2.7825	0.01113	0.1113	11.13	15.4697491

3.4.4 Cuantificación de almidón de Camote (*Ipomea batata*)

Cuadro 22: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Camote	0.429	0.97	0.00388	0.0388	3.88	10.0637936
	0.458	1.0425	0.00417	0.0417	4.17	10.8159843
	0.437	0.99	0.00396	0.0396	3.96	10.2712945

3.4.5 Cuantificación de almidón de Ñame (*Discorea Alata*)

Cuadro 23: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Ñame	0.341	0.75	0.003	0.03	3	13.4272846
	0.337	0.74	0.00296	0.0296	2.96	13.2482542
	0.345	0.76	0.00304	0.0304	3.04	13.6063151

3.4.6 Cuantificación de almidón de Jícama (*Pachirhizus erosus*)

Cuadro 24: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Jícama	1.273	3.08	0.01232	1.232	12.7840866
	1.291	3.125	0.0125	1.25	12.9708671
	1.211	2.925	0.0117	1.17	12.1407316

3.4.7 Cuantificación de almidón de Maca (*Lepidium meyenii*)

Cuadro 25: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

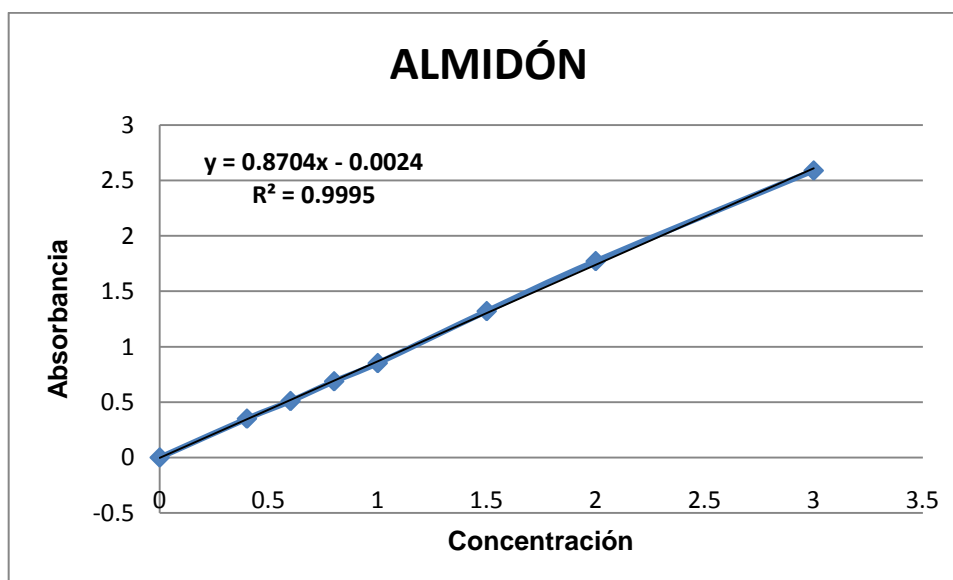
Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Maca	1.148	2.7675	0.01107	0.1107	11.07	22.5355372
	1.151	2.775	0.0111	0.111	11.1	22.5966091
	1.154	2.7825	0.01113	0.1113	11.13	22.657681

3.4.8 Cuantificación de almidón de Chufas (*Cyperus esculentus*)

Cuadro 26: Datos para curva de almidón

Curva de almidón	
Concentración	Absorbancia
0	0
0.4	0.35
0.6	0.509
0.8	0.687
1	0.851
1.5	1.32
2	1.771
3	2.588

Cuadro 27: Grafica de curva de almidón



Cuadro 28: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón total (%)
Chufas	0.465	0.53699449	0.00536994	0.05369945	5.36994485
	0.461	0.5323989	0.00532399	0.05323989	5.32398897
	0.459	0.5301011	0.00530101	0.05301011	5.30101103

3.4.9 Cuantificación de almidón de Taro (*Colocasia esculenta*)

Cuadro 29: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Taro	1.219	2.945	0.01178	0.1178	11.78	31.5752072
	1.211	2.925	0.0117	0.117	11.7	31.3607746
	1.217	2.94	0.01176	0.1176	11.76	31.5215991

3.4.10 Cuantificación de almidón de Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*)

Cuadro 30: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Malanga	1.098	1.26424632	0.00505699	0.05056985	5.05698529	13.3625281
	1.128	1.29871324	0.00519485	0.05194853	5.19485294	13.7268282
	1.142	1.31479779	0.00525919	0.05259191	5.25919118	13.8968349

3.5 Cuantificación de almidón de Jengibre (*Zingiber Officinale*)

Cuadro 31: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Jengibre	0.409	0.47265625	0.00189063	0.1890625	5.40301357
	0.416	0.48069853	0.00192279	0.19227941	5.49494623
	0.413	0.47725184	0.00190901	0.19090074	5.45554652

3.5.1 Determinación de almidón de Azafrán (*Curcuma domestica L.*)

Cuadro 32: Datos obtenidos del porcentaje de almidón

Muestra	Absorbancia	g/l	g/g	Almidón (%)	Almidón total (%)
Azafrán	0.216	0.25091912	0.00100368	0.10036765	1.1958026
	0.199	0.23138787	0.00092555	0.09255515	1.10272273
	0.206	0.23943015	0.00095772	0.09577206	1.14104974

3.5.2 Determinación de materia seca total o sólidos totales

Se procedió a realizar el análisis químico para la determinación de materia seca total o sólidos totales y de humedad. El método termogravimétrico se basa en la pérdida de peso a través del proceso de secado.

Se toma un crisol de porcelana de la estufa que se encuentre a peso constante, se coloca en un desecador para que se enfríe por un tiempo de 15 a 20 minutos, y posteriormente pesarlo en balanza analítica, poner 2 gramos de muestra a analizar, identificarlo y meterlo a la estufa a una temperatura de 100°-103°C, durante 24 horas, transcurrido el tiempo sacar la muestra, enfriar en un desecador por 15 a 20 minutos, pasado el tiempo registrar peso y realizar los cálculos correspondiente de acuerdo a las formulas.

$$\%MST = \frac{\text{Peso crisol con muestra} - \text{peso crisol solo} \times 100}{\text{g de muestra}}$$

$$\%H = 100 - \% MST$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias de Tukey ($\alpha= 0.05$) donde se determinó la cantidad de almidón en diez especies vegetales (tubérculos, rizomas y cormos). El paquete estadístico analizado fue el Analyse-it for Microsoft Excel versión V2.09. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

4.1 Determinación del análisis Químico

Resultados del análisis químico de las muestras analizadas

4.1.1 Cuantificación de almidón

Cuadro 33: Comparación de medias del contenido de almidón de las diez especies vegetales

Especie	Almidón (%) Medias	Tukey
Taro	31.48586	a [¥]
Maca	22.59661	b
Yuca	15.33539	c
Malanga	13.66206	d
Ñame	13.42728	d
Jícama	12.63190	e
Camote	10.38369	f
Jengibre	5.45117	g
Chufas	5.33165	g
Azafrán	1.14653	h

¥ Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos se observan en el cuadro 33; mostrando que la especie vegetal que contiene mayor cantidad de almidón es el Taro con 31.48 % siendo significativo con las otras especies. El cual coincide con un estudio llevado a cabo en el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, (1983) con 23.8 %, los factores por los cuales pudieran variar los resultados, son el tipo de suelo, la temperatura, altitud entre otros.

Por otra parte la especie Maca, obtuvo un resultado de almidón de 22.59 %. En un estudio realizado por Vilches Obregón Lidia, (1998) con el objetivo de conocer la cantidad de almidón y nutrientes que este posee, los resultados fueron de 51.81 de almidón, presentando además, un alto contenido de calcio, fósforo, hierro, cobre, ácidos grasos como linoleico, palmítico y oleico que son los más representativos. Lo cual describe que es un alimento con gran valor alimenticio. Estos resultados pudieran variar ya que este cultivo según (FAO, 2006) tienen más oportunidad de desarrollo, en las zonas más frías de los andes peruanos, como Bolivia, Chile y Argentina.

Las especies Malanga con 13.66 %, Ñame con 13.42 %, son estadísticamente iguales según DMS ($\alpha \leq 0.05$), al igual que el Jengibre con 5.45 % y las Chufas con el 5.33 % de almidón.

A diferencia del Azafrán que contiene la menor cantidad de almidón con un 1.14 %. En un estudio realizado por Mesa, M. D.; Ramírez-Tortosa (2002) , los resultados que se presentan en cuanto al almidón fueron de 3.7 %, las razones por las cuales pudiera variar son por el clima donde se cultivan, el tipo de suelo, sobre todo al grado de frescura que estos contengan al momento de realizar los análisis correspondientes.

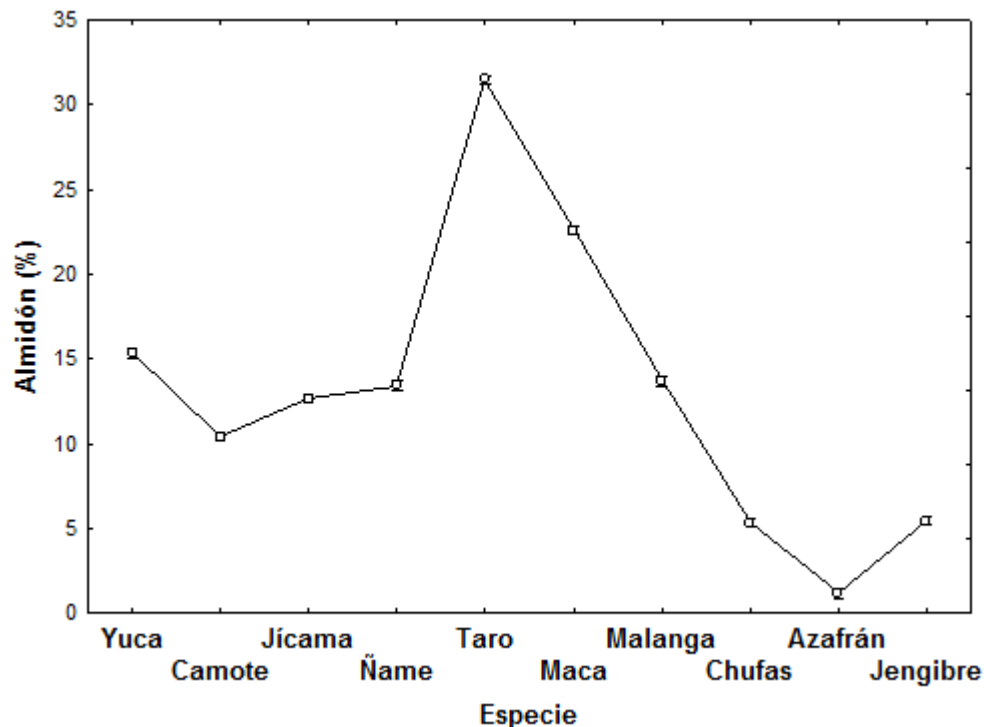


Figura 12 Contenido de almidón en las diferentes especies vegetales

En la figura anterior se observan los diferentes porcentajes obtenidos en cada una de las diez especies analizadas, destacándose el Taro por su alto contenido de almidón, el cual fue de 31.48 % y la especie Maca con 22.59 %, Según (Thomas; Atwell, 1999) de las calorías consumidas por los humanos, cerca del 70 al 80 % provienen del almidón. Es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria. Estas especies podrían ser empleadas para consumo humano, y utilizados como una nueva fuente de almidón, como materia prima para la industria de los alimentos.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye:

- Fue posible cuantificar el contenido de almidón de las diez especies vegetales.
- Se diferenciaron las diez especies de vegetales, en donde el Taro presentó un 31.48 % y la Maca con 22.59 % resultando ser los vegetales con mayor contenido de almidón, lo que los convierte en fuentes potenciales para la obtención de este importante polisacárido.
- De un cultivo no convencional se puede obtener almidón y ser utilizado en la industria de los alimentos.

6. RECOMENDACIONES

- Impulsar el cultivo y procesamiento de estas especies, para el consumo humano, para aprovechar los nutrientes y beneficios que estos proporcionan.
- Utilizar la especie Maca y Taro para la extracción de almidón y utilizarlos en la industria alimentaria.
- Continuar con la investigación, sobre las características físicas de el almidón de las especies analizadas para determinar las áreas específicas en la industria alimentaria en donde puede ser utilizado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M.A. 1969. *Identificación y descripción de las variedades de yautía (Xanthosoma) en la colección de la subestación en Gurabo*. Universidad de Puerto Rico. Est. Exp. Río Piedras Publ.

Alvarado, A. (1998). *Jengibre*. Raíces y Tubérculos. 2, (2-3-4-5,7), Dirección de Mercadeo y Agroindustria, Sistema de Información de Mercados. Consejo Nacional de Producción.

Alves, R.M.L., M.V.E. Grossmann y R.S.S.F. Silva; Gelling properties of extruded yam (*Dioscorea alata*) starch, Food Chemistry: 67(2), 123-127 (1999).

Benavides, A. (1989). Tecnología para el cultivo del Jengibre *Zingiber officinale* (hoja divulgativa). Costa Rica: Región Huetar Norte, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Bermejo, H. 1999 Tannia, Yautía, 6p.

Beynum, G. M. A. y Roels, J. A. (1985). Starch conversion technology. Ed. Marcel-Dekker. Nueva York, Estados Unidos. 360.

Conita. 1991. *Raíces y tubérculos*. Serie ITTA N 14. San José, Costa Rica.

Cock JH; Rosas SC. 1975. Ecophysiology of cassava. Paper presented to internal Symposium on Ecophysiology of Tropical Crops, Manaus, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Cock JH. 1984. Cassava: a basic energy source in the tropics. Science.

Connor DJ. Palta J. 1981. Response of cassava to water shortage. Stomatal control of plant water status. Field crops Research.

Espinosa, F. J. y J. Sarukhán, 1997. Manual de Malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

ENYI, B. 1968 Growth of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium Schott*) Indian Jour.Agri.Sci. 38: Págs 627-633.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Database. Roma, Italy, 2001.

Fernández-Quintero A. Effect of Processing Procedures and Cultivar on the Properties of Cassava Flour and Starch. [Tesis doctoral]. University of Nottingham; 1996.

García, R. 1998. Cambios relacionados con el daño por frío en los ácidos grasos del fosfatidil glicerol y fosfatidil colina de la membrana plasmática y en los niveles de antioxidantes naturales de jícama (*Pachyrizus erosus*). Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis de Doctorado. Santiago de Querétaro, México.

Guzmán, D. J. 1975. Especies útiles de la flora salvadoreña médico-industrial. (Colección Biblioteca del Maestro. San Salvador, El Salvador.

Gujska, E., D. Reinhard, K. Khan. 1994. Physicochemical properties of field pea, pinto and navy bean starches. J. Food Sc. 59(3): 634-636.

Hermann, M. 1992. Raíces y tubérculos andinos: prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto. Centro Internacional de la Papa, Lima.

- León, J.** (1987). Botánica de los Cultivos Tropicales. San José, CR. IICA.
(1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarentena y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica.
- León, J.** 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-Zona Andina. Lima, Perú. Boletín Técnico (6): 5- 34.
- Lasztity, R., M. Hidvegi y A. Bata;** *Saponins in food*, Food Reviews Internacional: 14(4), 371-390 (1998).
- León, J.** 1968. Fundamento botánico de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 122-124.
- Mesa. Carolina,** 2004, Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* L. y de los *cucuminoïdes*, Universidad Nacional de Medellín, Medellín, Colombia.
- Montaldo, A.** 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, San José.
- Moorthy, S.N. y S.G. Nair;** *Studies on Dioscorea rotundata starch properties*, Starch-Stärke: 41(3), 81-83 (1989).
- Monge, M. ; Arias, O. ; Ramírez, P.** 1987. Obtención de plantas de tiquizque blanco (*Xanthosoma*), de tiquizque morado(*Xanthosoma violaceum*), y de ñanpi (*Colocasia esculenta*) libre de virus por medio de cultivo in vitro de ápices. Agronomía Costarricense 11 (1) : 71-79
- Montaldo A.** 1985. La yuca o mandioca: cultivo industrialización, aspectos económicos, empleo en la alimentación animal, mejoramiento. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

McVaugh, R. (1989). Flora Novogaliciana (*Bromelia to discorea*) Vol. 15. The University of Michigan herbarium.

Mitchell, S.A., Asemota, H.N y Anhmad, M.H (1995). Effects of explants source, culture medium strength and growth regulators on the in vitro propagation of tree Jamaican yams (*Discorea ceyensis*, *D. trifida* and *D. rontundata*) Journal of Sciences of Food and Agriculture.

Minagricultura; Ministerio de agricultura y desarrollo rural, *Anuario estadístico del sector agropecuario* (2003).

Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Ramunujam T. 1990. Effect of moisture stress on photosynthesis and productivity of cassava. Photosynthetica.

Rincón, A.M., Araujo, V.C., Carrillo P.F y Martin, E (2000). Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las *Discorea*: ñame congo (*Discorea bulbifera*) y mapuey (*Discorea trifida*). Archivo Latinoamericano de Nutrición. Wolfgang, B., Willi, W y Hans-Peter,G (1999). Potato starch technology.

Sorensen, Marten. 1996. Yam Bean (*Pachyrhizus D.C.*) Promoting the Conservation and use of underutilized and neglected crop. 2 Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gaterlieber International Plant Genetic Resources Institute Rome.

Soto Calvo, B. 1992. Estudio del Manejo Poscosecha y Deshidratación del Jengibre. Trabajo de Tesis para optar por el Grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

Thomas, H. D. and Atwell, W. A. 1999. Starches. Practical guides for the food industry. American Association of Cereal Chemist. Egan Press, St. Paul Minnesota, USA. pp. 1- 87.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Zavala, P, 2001.Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de Grado. Propuesta de Comercialización para promocionar la exportación de Malanga en Santo Domingo de los Colorados, Págs. 80-189.

Zhao, J., y Whistler, R.L (1994). Spherical aggregates of starch granules as flavor carrers. Food Technology.

PÁGINAS WEB:

www.rlc.fao.org/es/agricultura/.../Cap4_8.htm

w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/.../Malanga.html -

<http://ganagroplato.blogspot.com/2009/10/malanga-xanthosoma-sagittifolium-l.html>

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm>

www.fichas.infojardin.com/.../batatas-boniatos-camote-moniato-papa-dulce.htm

www.peruecologico.com.pe/flo_camote

www.respyn.uanl.mx/especiales/2007/ee-12.../CNCA-2007-12.pdf

redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/813/81311226011.pdf -

www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/.../CI-16.pdf

www.scielo.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf -

www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/.../

www.infoagro.com/aromaticas/azafran.htm

www.herbalist.com.mx/store/plaazafran.html

fichas.infojardin.com/.../curcuma-longa-azafran-india-azafran-cimarron.htm -

www.naturamedic.com/curcuma-esp.html

www.botanical-online.com/medicinalsgengibre.htm

fichas.infojardin.com/.../zingiber-officinale-jengibre-gengibre.htm

fichas.infojardin.com/.../mandioca-yuca-tapioca-casava-manihot.htm –

es.wikipedia.org/wiki/Manihot_esculenta

www.freshplaza.es/news_detail.asp?id=12216

www.botanical-online.com/mandioca.htm

www.ecoaldea.com/plmd/mandioca.htm

miblogdeayuda.blogspot.com/2009/03/la-yuca.html

http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap4_8.htm

<http://ganagroplato.blogspot.com/2009/10/malanga-xanthosoma-sagittifolium.html>

www.fao.org/teca/content/la-jícama-pachyrhizus-erosus

www.rimith.com/web/profesor/content.aspx