



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agrícola

Título: Tecnología del manejo poscosecha de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) para el mercado fresco.

Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrícola

Autora: Isys Brito Castillo

Tutor: Dr. C. Carlos M. Martínez Hernández



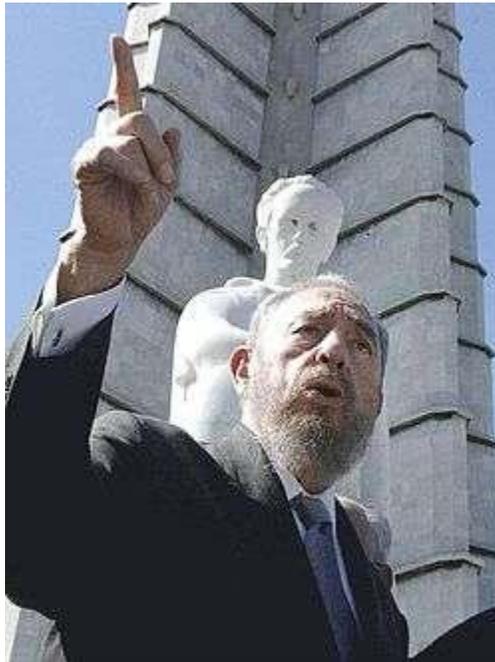
Pensamiento



Pensamiento

“La agricultura es la única fuente constante, cierta y eternamente pura de riquezas.”

Fidel



Agradecimientos



Agradecimientos

A mis padres por estar siempre presentes y guiarme por el camino correcto.

A mi novio por su apoyo incondicional y por compartir parte de este sueño.

A todos mis compañeros, amigos y familiares por brindarme todo su apoyo y tolerarme todo este tiempo.

A mi tutor por su confianza y colaboración en la realización del trabajo.

Dedicatoria



Dedicatoria

A mi madre y mi padre por ser los promotores principales de este sueño y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía. Gracias.

Resumen



RESUMEN

El trabajo abordó el estudio del manejo y tratamiento poscosecha de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) para el mercado fresco. En el mismo se procedió al estudio de la variedad de yuca “Jagüey Dulce” perteneciente a un productor privado en el “Valle del Yabú” en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara. Como objetivo del trabajo se planteó la posibilidad de proponer una nueva tecnología poscosecha de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) para el mercado fresco. En la investigación teórica se hizo una amplia revisión bibliográfica del estado actual del tema objeto de estudio tanto en el ámbito nacional como internacional. Se realizaron diversas pruebas experimentales de la variedad objeto de estudio en el laboratorio de Bromatología, en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de nuestra facultad. Algunos de los resultados más importantes estuvieron relacionados con las propiedades físico-mecánicas de la raíz, su contenido de azúcar, su acidez, deterioro fisiológico y microbiano, susceptibilidad a impactos y los coeficientes de fricción estáticos y dinámicos. Los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico “STATISTICA 8.0”, estos resultados fueron contrastados con investigaciones anteriores en este mismo cultivo en otros países del área. Finalmente se recomendó la tecnología poscosecha de la yuca para las condiciones cubanas, lo cual pudiera mejorar esta actividad en nuestro país.

Abstract



ABSTRACT

The work approached the study of the postharvest handling and treatment of the yucca (*Manihot esculenta Crantz*) for the fresh market. In the same one it proceeded to the study of the yucca variety "Sweet Jagüey" belonging to a private producer at "Fences of the Yabú" in the municipality of Santa Clara, province's Villa Clara. As objective of the work it thought about the possibility to propose a new postharvest technology of the yucca (*Manihot esculenta Crantz*) for the fresh market. In the theoretical investigation, a wide bibliographical revision of the current state of the topic was made so much in the national as international environment. They were carried out diverse experimental tests of the yucca variety at the Bromatology laboratory, in the Center of Agricultural Investigations (CIAP) of our faculty. Some of the most important results were related with the physical-mechanical properties of the root, their sugar content, their acidity, physiologic and microbial deterioration, susceptibility to impacts and the static and dynamic friction coefficients. The results were analyzed by the statistical package "STATISTICA 8.0", these results were contrasted with previous investigations in this same cultivation in other countries of the area. Finally, the postharvest technology of the yucca was recommended for the Cuban conditions, that which could improve this activity in our country.

Tabla de contenido



TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Clones comerciales de yuca.....	3
1.2 Preparación del suelo.....	5
1.3. Plantación.....	6
1.4. Herbicidas	7
1.5. Labores de cultivo	7
1.6. Riego.....	7
1.7. Fertilización	8
1.8. Plagas y enfermedades.....	8
1.9. Enfermedades	10
1.10. Control.....	10
1.11. Cosecha	10
1.12. Deterioro post cosecha.....	13
1.13. Factores que inciden en el deterioro post cosecha	13
1.14. Tratamientos pos cosecha de la yuca	15
1.15. Conservación	17
1.16. Envasado	18
1.17. Manipulación	19
1.18. Transportación	19
1.19. Normas de calidad para los tubérculos	19
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Metodología empleada para determinar el tamaño de la muestra	21
2.2. Metodología empleada para determinar el desarrollo de los tubérculos	21
2.3. Metodología empleada para determinar la estacionalidad de los precios y la oferta en el mercado mundial.....	22
2.4. Metodología para la determinación de las principales características físico-mecánicas en tubérculos.....	22
2.5. Metodología para la determinación de los sólidos solubles totales (SST)	26
2.6. Metodología para la determinación del pH	26
2.7. Medición del contenido de humedad y de materia seca.....	27

2.8. Metodología para determinar los daños mecánicos	28
2.9. Metodología para la estimación de almidón	30
2.10. Metodología para el deterioro fisiológico	31
2.11. Metodología para las pruebas de cocción	31
2.12. Metodología para el procesamiento y análisis estadístico de los datos	31
2.13. Metodología para el análisis de las Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la yuca	32
2.14. Metodología para la instrumentación de la Norma cubana relacionada con el manejo poscosecha de la yuca en Cuba	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. Resultados obtenidos relacionados con el tamaño muestral.....	33
3.2. Resultados obtenidos relacionados con el desarrollo de los tubérculos.	33
3.3. Resultados obtenidos relacionados con la estacionalidad de los precios y la demanda en el mercado nacional	33
3.4. Resultados obtenidos relacionados con las principales características físico- mecánicas	34
3.5. Resultados obtenidos relacionados con los sólidos solubles totales.....	35
3.6. Resultados obtenidos relacionados con el pH.....	36
3.7. Resultados obtenidos relacionados con la humedad de la cáscara, la pulpa y del contenido de materia seca	37
3.8. Resultados obtenidos relacionados con los daños mecánicos.....	38
3.9. Resultados obtenidos con respecto a la estimación de Almidón.....	40
3.10. Resultados obtenidos con respecto al deterioro fisiológico.....	40
3.11. Resultados obtenidos con respecto a las pruebas de cocción.....	40
3.12. Resultados obtenidos relacionados con el procesamiento de los datos estadísticos	41
3.13. Resultados relacionados con la aplicación de las Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la yuca	44
3.14. Propuesta de tecnología de manejo poscosecha de la yuca para Cuba..	44

CONCLUSIONES:	45
RECOMENDACIONES:	46
BIBLIOGRAFÍA:	
ANEXOS:	

Introducción



INTRODUCCIÓN

La yuca es originaria de América tropical, antes de 1600. Su nombre científico es (*Manihot esculenta Crantz*) también conocida como mandioca, casava o casabe, es un arbusto perenne de la familia de las euforbiáceas, autóctona y extensamente cultivada en Sudáfrica y el Pacífico por su raíz almidonosa de alto valor alimentario. La yuca es endémica de la región subtropical de Bolivia, Brasil, Argentina, Perú, Ecuador y Paraguay aunque se estima que las variedades hoy conocidas son efecto de la selección artificial. El valor de la yuca como alimento, fue reconocido por los primeros visitantes europeos a la América tropical, quienes primero la llevaron a la región cercana al Congo y posteriormente al Oeste y Sur de África durante el siglo XVI. Luego se extendió hacia Zaire, Angola, etc. Más tarde fue introducida a las islas del Océano Indico. Hoy día, la yuca está extendida en casi toda la región tropical del mundo.(CEBALLOS, 2002)

La yuca se siembra hoy en 92 países donde alimenta a más de 500 millones de personas. La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es una especie de raíces amiláceas que se cultivan en los trópicos y sub-trópicos, a pesar de que es uno de los cultivos alimenticios más importantes de los países tropicales, fuera de ellos es muy poco conocida.

La yuca, como otros cultivos farináceos, es utilizada tanto en la alimentación humana como en la animal y en ambos casos se consume lo mismo fresca que seca. Esta se puede procesar de forma de harina o pellets. Para la alimentación humana y animal puede consumirse de diversas formas. También se pueden obtener más de 100 subproductos de alimento natural o ingredientes para panes y sustancias utilizados en la industria farmacéutica.(MONTALVO, 1996)

Se pueden obtener principalmente, almidón y otros derivados como harina de yuca, glucosa, dextrina, alcohol industrial, goma, cola para muebles, almidón para presto textil y lavandería, pegamento para esparadrapo, acetona, etcétera.

La dextrina producida se utiliza para el satinado de papel y cartulina. Además del alcohol industrial, de la yuca también se obtiene alcoholes más puros para la fabricación de perfumes y licores.(ARISTIZABAL, 2007)

En el presente trabajo se realiza un estudio de la tecnología del manejo poscosecha de la yuca a escala internacional y nacional. Esto permite conocer el estado del arte a nivel mundial y proponer los mejores resultados para ser introducidos en nuestro país. Este trabajo está encaminado a dar respuesta desde el punto de vista tecnológico a los problemas existentes en Cuba y muy específicamente al **manejo y tratamiento poscosecha de la yuca**, el cual es susceptible de mejorar.

Se utilizarán diversas técnicas de investigación tales como:

- Determinación de los principales parámetros físicos-mecánicos y químicos de muestreo del tubérculo evaluado;
- Muestreo y monitoreo en el campo;
- Entrevistas con productores estatales y privados;
- Procesamiento de la información.

Por todo lo antes mencionado el **objeto de estudio** se centra en la tecnología poscosecha de la yuca para el mercado fresco y se identifica como **problema científico** ¿Cómo determinar a través de la tecnología poscosecha una mejor calidad de la yuca? Para el cual se diseñó la siguiente **hipótesis**: con el análisis de las tecnologías poscosecha a escala nacional e internacional realizadas, será posible establecer un manejo correcto y adecuado de la yuca?

Para dar cumplimiento a la hipótesis anterior se plantean el siguiente objetivo general:

Objetivo General:

- Valorar la posibilidad de proponer una nueva tecnología poscosecha de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) para el mercado fresco.

Además se tienen previstos examinar los siguientes objetivos específicos:

Objetivos Específicos:

- Evaluar las propiedades físico-mecánicas y químicas fundamentales en la yuca;
- Determinar el deterioro fisiológico en la yuca;
- Investigar los factores de calidad en la yuca;
- Estudiar la incidencia de las tecnologías poscosecha en la calidad de la yuca

Capítulo I



CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Clones comerciales de yuca

Los clones de Yuca autorizados para plantar en el país son: Señorita, CMC-40, CEMSA 74-725, CEMSA 74-6329 e INIVIT Y 93-4. Además, los clones: Selección Holguín, Enana Rosada y Jagüey Dulce que constituyen ecotipos locales para la región oriental.(MARTINEZ 2008)

1.1.1. Características de los clones comerciales

Señorita:

Tallo verde amarillo, con yemas de color amarillo-rosado. Hojas verdes con los nervios y peciolos ligeramente rosados en adultas, en hojas jóvenes los peciolos son rojos por la parte superior y verde-rojo por la parte inferior. Porte erecto, no ramificada o poco ramificada. Tallo muy vigoroso y de entrenudos cortos. Raíces cortas y de color blanco, cada planta produce un promedio de 8-12, bastante superficiales, lo cual facilita la cosecha. El ciclo es largo, más de 10 meses.

CMC-40:

Plantas de 1,5- 2,5 m de altura, con más de 2 ramificaciones, de porte semi erecto, tallos de color marrón oscuro, hojas 5-7 lóbulos, follaje joven verde-rojizo, peciolos rojos, hojas adultas verdes, hojas jóvenes rosadas, lóbulos simples, peciolos inclinados hacia arriba, de forma irregular, posee más de 10 raíces por planta, de superficie rugosa y crecimiento oblicuo, sésiles, cónicas o cilíndricas, de color castaño oscuro la película externa, corteza rosada y pulpa blanca, ciclo corto de 7-10 meses.

CEMSA 74-725:

Híbrido obtenido en el Instituto Nacional de Investigación de Viandas Tropicales (INIVIT). Planta de 1,5 a 2,5 m o más, porte erecto, poco ramificada, tallos de color verde-rojizo, hojas con 5 a 9 lóbulos simples de color verde las adultas y verde rojizo las jóvenes. Peciolos de color rojo, inclinados hacia arriba, de forma irregular. Posee generalmente más de ocho raíces por planta, lisas, cilíndricas, pedunculadas, película externa de color blanco rosáceo, corteza rosada y pulpa de color blanco. Ciclo de cosecha a partir de los 9 meses.

CEMSA 74- 6329:

Planta de 1,5 a 2,5 m, que presenta de 3 a 4 ramificaciones, porte medianamente ramificado, tallos de color plateado, lóbulos simples, hojas con 5 a 7 lóbulos de color verde oscuro cuando adultas, follaje joven verde-rojizo, peciolo verde-rojo en las hojas jóvenes, tanto en la parte superior como en la parte inferior, y en las hojas adultas, rojo por la parte superior y rojo-verde por la parte inferior. Presenta más de cinco raíces por planta, lisas, cilíndricas, pedunculadas; la película externa de color castaño claro, corteza de color crema y pulpa blanca, ciclo de cosecha a partir de los 8 meses.

INIVIT Y-93-4:

Híbrido obtenido en el INIVIT cuya planta alcanza una altura entre 1,5 y 2,5 metros de altura, presenta de tres a cuatro ramificaciones por planta, tallos de color gris, hojas lanceoladas de cinco a siete lóbulos, de color verde claro tanto en el peciolo como en las nervaduras. Posee más de ocho raíces por planta, rugosas, cónicas, de color castaño claro, subepidermis crema y pulpa blanca. Ciclo de cosecha a partir de los ocho meses.

Jagüey Dulce:

Ecotipo local. Planta de 1,5 a 2,5 m de altura o más, generalmente con 3-4 ramificaciones, porte inclinado, tallo carmelita claro, hojas con 5-7 lóbulos aovados, follaje joven verde, nerviaciones de color verde por haz y envés. Las intersecciones limbo-peciolo y peciolo-tallo de color verde. Peciolo jóvenes verde-rojos y adultos verdes. Presentan más de 8 raíces comerciales por planta, sésiles, rugosas, de forma cónica, película externa castaño oscuro, subepidermis rosada y pulpa o xilema blanca. Ciclo de cosecha de más de 10 meses. Se adapta bien a los suelos afectados por salinidad en niveles bajos, pudiendo obtener altos rendimientos agrícolas en suelos con rangos de 1 100 a 2 600 ppm de sólidos solubles totales.

Selección Holguín:

Ecotipo local. Planta de 1,5 a 2,5 m de altura, con 2-3 ramificaciones, de porte inclinado, tallos carmelita claro-rojizo, hojas con 5 a 7 lóbulos lanceolados, hojas jóvenes verde claro y adultas verde un poco más oscuro, con nervaduras verde claro. Peciolo amarillo por la parte superior y verde claro en la inferior tanto en hojas jóvenes como adultas, crecen inclinados hacia arriba. Produce entre 6-8 raíces comerciales por planta, rugosas, horizontales, cónicas-cilíndricas, con pedúnculo corto, película externa

de color castaño oscuro, epidermis rosado clara y pulpa de color blanca. Ciclo de cosecha de más de 10 meses.

Enana Rosada:

Ecotipo local. Plantas hasta 1,5 m de altura, generalmente de 3 a 4 ramificaciones, tallos de color rosáceo, hojas con 5-7 lóbulos elípticos follaje joven verde claro y verde más oscuro el adulto, peciolo largos y de color verde amarillo, nervaduras verdes. Produce entre 3 y 8 raíces comerciales por planta, rugosas, oblicuas, cónicas, de pedúnculo corto, película externa de color rojizo claro, subepidermis rosado oscura y pulpa de color blanca. Ciclo de cosecha a partir de los 9 meses.

1.2. Preparación del suelo

La yuca, como cualquier otro cultivo, requiere una buena preparación del suelo que varía según el clima, el tipo de suelo y sus características físicas, biológicas y de vegetación, la topografía, el grado de mecanización y otras prácticas agronómicas. Es importante conocer la historia de uso del lote para mantener la sostenibilidad del suelo, verificar que no tenga zonas de encharcamiento y si fuera necesario realizar obras de drenaje y manejo de aguas.

Una preparación adecuada del suelo garantiza una cama propicia para la semilla y, en consecuencia, altos niveles de brotación y de producción. La preparación del suelo comienza, generalmente, en la época seca; en regiones de clima muy húmedo se procede al contrario, preparando la tierra hacia el final de las lluvias intensas y sembrando las estacas al comienzo de la época seca; de esta manera se aprovechan las lluvias poco copiosas para el desarrollo inicial de las raíces. En zonas de menor precipitación pluvial es necesario, a veces, arar antes del período seco para aprovechar algo de humedad, ya que más tarde el terreno se secará y endurecerá demasiado para la labranza.

Puede ser utilizada labranza convencional, con arado de discos y rastras pesadas o labranza vertical, utilizando el arado de cincel rígido o vibratorio. Este último contribuye a solucionar los problemas de compactación y sellado que muchas veces ocasiona la labranza convencional. El terreno se debe preparar por lo menos a 25-40 cm de profundidad para obtener un suelo disgregado y libre de terrones que facilite el crecimiento horizontal y vertical de las raíces.

Dependiendo el tipo de suelo y las condiciones de drenaje interno y superficial se deben realizar caballones (camellones) entre 30-40 cm de altura; estos pueden realizarse a pequeña escala con el uso de bueyes y a gran escala con caballoneadores (acanteradores) mecánicos como sigue:

-en suelo de textura arcillosa donde caen más de 1200 mm de precipitación pluvial, se deben hacer caballones para facilitar el drenaje y mejorar el establecimiento del cultivo y las labores de cosecha manual;

-en suelos más pesados y compactos, se deben hacer caballones porque estos suelos se saturan de agua y en la época de lluvia en razón de la mala aireación propician la producción de las raíces causando pérdidas al cultivo;

-en suelo de textura arenosa que predominan los climas secos del trópico la yuca puede ser plantada en tierras llanas, exceptuando lotes que se encharcan por mal drenaje, en los que se deben realizar caballones;

-en los terrenos declive no es recomendable plantar yuca cuando las pendientes superan el 15%, en caso de hacerlo deben hacerse surcos en contorno para prevenir la erosión y aplicar otras prácticas de manejo del suelo.(LEÓN, 2002)

1.3. Plantación

Época de plantación: La época óptima de plantación es desde Noviembre hasta Febrero 15. No obstante puede plantarse yuca aunque con resultados menos favorables durante todo el año.

Distancia de plantación: La densidad de población está en función de varios factores tales como: el hábito de crecimiento del clon, la fertilidad del suelo, etc.

En nuestras condiciones (Cuba), las distancias de plantación que se establecen son las siguientes:

La yuca debe plantarse en suelos con buen drenaje interno y superficial, sobre el cantero, el cual debe tener una altura de 20- 25 cm (suelos de buen drenaje) o de 30-40 cm (si el drenaje es deficiente).

Posición de la semilla: La plantación se realizará colocando las estacas en forma inclinada u horizontal, y se procederá de la forma siguiente:

a. Método inclinado: Cuando se utiliza esta forma de plantar, la estaca quedará formando un ángulo de 45° con el suelo, dejando fuera de la tierra una sola yema que será tapada con los aporques que se realicen posteriormente. Es importante que las

estacas no queden con las yemas invertidas, ya que esto retarda considerablemente la brotación.

b. Método horizontal: Este método favorece la siembra mecanizada, la que se puede realizar con máquinas TR-4M o similares. Es fundamental se tenga mucho cuidado en que la semilla no quede muy profunda y que el tape sea entre 5 y 8 cm. Con la plantación debe lograrse como mínimo un 90 % de población, para evitar la labor de resiembra.(OSPINA, 2002)

1.4. Herbicidas

Podrá aplicarse en áreas bajo condiciones de riego para el combate de malezas anuales y antes de la brotación, el Diurón 80% PH a 2- 3 kg/ha (1,6- 2,4 kg/ha I.A.) en aplicaciones preemergentes de las malezas, teniendo presente que dosis superiores resultan altamente fitotóxicas al cultivo. El Diurón no se aplicará en el clon CMC-40, ya que es muy sensible a presentar fitotoxicidad al producto. De igual forma, podrá aplicarse Gesapax 80% PH a 2,5-3 kg/ha (1,6 - 2,4 kg/ha I.A.), cuidando de no asperjar las plantas o yemas del cangre en ningún momento. También puede aplicarse Kotorán a razón de 3-6 kg/ha (1,5- 1,6 kg/ha I.A.), y debe hacerse con buena humedad y entre 1-4 días después de la plantación.(BELLOTTI, 2000b)

1.5. Labores de cultivo

Cultivo: Las labores de cultivo se realizarán cada siete días utilizando arado de doble vertedera y tracción animal hasta que lo permita la plantación.

Limpias: Cuando se realizan con la Guataca o azadón debe lograrse mantener el cantero.(MARTINEZ 2008)

1.6. Riego

Resulta imprescindible garantizar la humedad para facilitar la brotación de las estacas. Un riego antes de la plantación (mine) y otro posterior a ésta (vivo) con norma que puede oscilar entre 200-300 m³/ha en dependencia del tipo de suelo y continuando con intervalos de 12-15 días en suelos negros y de 10 a 12 días en suelos rojos e igual norma hasta completar 4 ó 5 riegos, son suficientes para una eficiente brotación. En caso de poder continuar regando el área, debe hacerse con los mismos intervalos y normas hasta los 120-135 días de realizada la plantación.(CASTRO, 1978)

1.7. Fertilización

- Materia orgánica:

Aplicar a razón de 1 a 1,5 lb/planta localizada en el surco (200 a 250 t/cab).

Pueden utilizarse diferentes fuentes como la cachaza, gallinaza, humus de lombriz, compost, etc. según se disponga.(BELLOTTI, 2000a)

Biofertilizantes

- Micorrizas: 100 g/planta en la plantación debajo de la estaca.
- Azotobacter: 20 L/ha en la plantación e igual dosis a los 50 ó 60 días con la solución final de 400 L/ha.
- Fosforina: 20 L/ha en la plantación con una solución final de 200 L/ha.

El Azotobacter y la Fosforina deben aplicarse con humedad en el suelo y en horas de poca incidencia de los rayos solares.

Fertilizante químico

- Fórmula Completa: 0,7- 0,8 t/ha (8-10 t/cab). Antes de la plantación o 60-70 días después, en bandas a ambos lados del cantero, con una relación de 2:1:3 (N- P_2O_5 - K_2O).

1.8. Plagas y enfermedades

Primavera de la yuca (*Erinnyis ello* (L.) Lepidoptera, Sphingidae).

La primavera de la yuca es la plaga más importante de este cultivo en Cuba, producto de su alta capacidad de consumo foliar, ya que en su estado larval (12-15 días) puede consumir 1,1 m² de follaje. Además, pueden presentarse altas poblaciones porque el total de huevos que la hembra oviposita durante su vida (19 días) puede llegar a 1 850, con un promedio superior a 440 huevos. Teniendo en cuenta que el ciclo biológico completo de la plaga es de 32 a 49 días debemos lograr el manejo integrado de la misma, para mantenerla por debajo del nivel en que causa daños económicos.(CARDÍN, 1910.)

Seguidamente proponemos una metodología sencilla y eficaz para el control de la primavera.

Metodología a seguir:

Para reducir los daños de la primavera de la yuca, debemos poner en práctica lo siguiente:

1. Control Cultural:

- Eliminación de malezas en la plantación o alrededores (especialmente las euforbiáceas: *Euphorbia heterophyll* (hierba lechosa), *Chamaesyce prostrata* (hierba de la niña) que pueden servir como hospederas a la plaga.
- Arar inmediatamente después de la cosecha, para eliminar las pupas del insecto.
- Rotación de cultivos para desaparecer el hospedante más prolífero (también se ha reportado atacando plantas económicas como tomate, tabaco y fruta bomba).

2. Control Mecánico:

- Cuando se presentan ataques no muy intensos se puede realizar la recolección manual de las larvas y su destrucción inmediata o inmersión en cualquier sustancia que las destruya.

3. Control Biológico:

- Realizar liberaciones del parásito de huevos (*Trichogramma* spp).

Estas deben efectuarse desde que aparecen los primeros huevos de la plaga, independientemente de la edad de la planta, y deben mantenerse hasta que el porcentaje de parasitismo sea superior al 90%.

Se dispersan cada 25 m los parásitos contenidos en los sobres, preferiblemente se utilizan dosis inundativas (30 000 individuos/ha).

Las liberaciones deben hacerse en horas frescas del día y a favor del viento para facilitar la distribución y evitar las altas temperaturas. Si se producen lluvias intensas debe reiniciarse el ciclo de liberación del parásito. Tanto para los muestreos de la plaga como para las liberaciones de (*Trichogramma*), debe recorrerse más del 50% del área, para evitar que queden focos sin detectar o aplicar. El muestreo debe realizarse en sentido cruzado hasta que la altura de las plantas y las ramificaciones permitan la entrada al área y/o alrededor del campo cuando los clones ramifiquen e impidan entrar al área.

- Realizar aplicaciones del biopreparado (*Bacillus thuringiensis*) a razón de 10 litros/ha (cepa LBT-24). Se efectuarán hasta que la altura de la plantación permita su realización de forma preventiva y con una frecuencia semanal; pero si aparecen los primeros huevos de la plaga serán cada 4 días. A partir del momento en que la altura de la plantación impida la entrada al campo, se realizarán con igual carácter y frecuencia, alrededor del campo. (LOPEZ, 1995)

- Efectuar un manejo adecuado del parásito de larvas (*Apanteles americanus*), algodón de la yuca. Esto consiste en recoger los algodones recién formados y conservarlos en frascos apropiados hasta que comiencen a emerger las avispidas, momento en que se llevan al campo, se liberan y se destruyen los algodones.

1.9. Enfermedades

Pudrición radical y marchitez de la yuca (*Phytophthora* spp)

Sintomatología: En estacas infestadas y plantas jóvenes se manifiesta necrosamiento de los brotes al germinar y una marchitez similar al estrés causado por la sequía. En las plantas adultas afecta la raíz y provoca pudrición acuosa y blanda con olor fétido. En casos extremos llega a podrir internamente el tocón sin presentar síntomas en el follaje. Aparece con mayor frecuencia en suelos de mal drenaje y con bajos contenidos de nutrientes.(ÁLVAREZ, 2002)

1.10. Control

- Selección de plantas vigorosas y sanas para ser usadas como semilla;
- Evitar el transporte de estacas para ser usadas como semilla desde zonas afectadas por la enfermedad;
- Erradicar y quemar las plantas afectadas;
- Rotación de cultivos y siembra en canteros;
- Tratamiento a las estacas con mezclas de fungicidas sistémicos e insecticidas autorizados en la lista oficial de plaguicidas.(HOWELWR, 1978.).

1.11. Cosecha

La labor de cosecha constituye el punto culminante para conocer si el trabajo realizado en el cultivo fue eficaz, ya que si los rendimientos son altos, el esfuerzo realizado ha sido efectivo.

Cuando la planta ha cumplido de 240 a 360 días de plantada, presenta una serie de características morfológicas que nos indican que esta lista para ser cosechada; caída de las hojas en un elevado porcentaje, engrosamiento de las raíces tuberosas que provocan grietas en el terreno, disminución del peso del tallo y aumento de las raíces tuberosas.

La cosecha de la planta de yuca requiere períodos secos, por lo cual la plantación debe realizarse en una época en que el ciclo biológico de la planta pueda concluir en un período seco. Además las temperaturas relativamente bajas (18 a 20⁰C) son favorables

para la acumulación de almidón. Estas condiciones se obtienen en plantaciones de noviembre a enero con variedades de ciclo de 12 meses. También existen variedades de ciclo corto (de 7 a 8 meses), de ciclos medios (de 9 a 10 meses) y las de ciclo largo (de 11 a 14 meses).

En las condiciones climáticas de Cuba no puede efectuarse la cosecha en épocas de primavera a causa del efecto negativo de las lluvias sobre las raíces tuberosas, las cuáles se deterioran y se descomponen considerablemente.

Si la planta tiene 7 u 8 meses de edad y en ese momento se presentan ciclones, o huracanes debe chequearse la plantación: si muestra síntomas de amarilleo y caída acelerada de las hojas, hay que proceder de inmediato a la cosecha.

Las condiciones climáticas más favorables al momento de la cosecha son las de épocas de pocas lluvias y bajas temperaturas, independientemente de las condiciones que hayan existido durante el crecimiento y desarrollo de la planta.

Cuando una misma variedad de yuca ha sido plantada en suelos arcillosos y en suelos arenosos no siempre puede ser cosechada en el mismo momento, ya que el suelo arcilloso retiene mucho la humedad y generalmente es necesario acelerar la cosecha si ocurren fuertes lluvias o si el suelo presenta mal drenaje.

La forma de plantación influye también en el momento de la cosecha. Si la plantación se realiza en cantero, las raíces tuberosas se desarrollan más rápidamente que si se hace en el suelo, sobre todo cuando este es compacto, ya que estas características afecta considerablemente el crecimiento de las raíces tuberosas, y por consiguiente de la misma planta.

El momento de la cosecha puede retardarse cuando el objetivo del cultivo es la obtención de almidón de las raíces tuberosas; con este fin la cosecha se hace generalmente desde los 14 hasta los 18 meses (ARAQUE, 1961)

1.11.1. Métodos de cosecha

La cosecha de las raíces tuberosas de esta planta, puede hacerse por uno de los tres métodos que aparecen a continuación.

- Manual;
- Semimecanizado;
- Mecanizado.

El método manual se divide en dos etapas: en la primera se cortan las ramas y follaje y se deja solo una parte del tallo principal (20 a 50 cm), el cual sirve para efectuar la extracción de las raíces mediante la combinación de la vibración y la tracción. El corte de las ramas y el tallo se realiza generalmente con un machete. El terreno debe tener un grado de humedad que facilite la extracción de las raíces tuberosas para evitar la rotura y desgarradura en la corteza de estas. En la segunda etapa, después de cortados los tallos, las ramas y el follaje, debe esperarse de 7 a 14 días para extraer las raíces tuberosas.

Según el tipo de variedad o de suelo, las raíces se pueden extraer a mano fácilmente sin la ayuda de ningún instrumento.

Cuando las variedades son muy ramificadas o presentan un sistema radical profundo y alargado, y están plantadas en un suelo muy arcilloso (compacto), la extracción de la planta se efectúa con la ayuda de una palanca. Esta palanca consiste en la mayoría de las ocasiones, en un palo de 2 a 4 metros de longitud, lo suficientemente recto y duro como para permitir la extracción de las raíces tuberosas.

Esta operación se realiza con dos obreros: el que amarra el tallo al palo y el que hace el movimiento de la palanca.

El método semimecanizado es muy utilizado cuando se plantan grandes áreas de yuca. Se denomina semimecanizado porque aunque se utiliza la máquina con su implemento para la extracción de las raíces tuberosas, la tarea debe ser complementada en su fase final con la intervención de la mano del hombre.

El implemento se llama removedor, y consta de un par de aletas horizontales dispuestas en ángulo respecto al eje que las une; de esta unión sale la barra que integra al implemento al tractor y hace una función similar a la de un subsolador, ya que la profundidad a 30 cm y mediante un movimiento ondulatorio, remueve la tierra y facilite la extracción.

El arado de vertedera es otro implemento. Este equipo es muy empleado en los países productores de yuca; sus resultados han sido buenos. El arado de vertedera por su ángulo y curvatura ocasiona un volteo de la tierra que permite exponer las raíces tuberosas. En este sistema el agricultor sigue detrás del equipo, agrupando las raíces que más tardes son recogidas en una carreta tiradas por un tractor.

Cuando hay suficiente espacio entre los surcos se pasa una zanjadora con la que se abren surcos paralelos a ambos lados de la planta. De esta forma las raíces quedan e suelo removido y, por consiguiente, es muy fácil su extracción a mano.

El método mecanizado es el más difícil de explicar en la cosecha de la yuca, puesto que hay variedades que producen raíces con mucha longitud y otras que producen raíces profundas y muy distribuidas irregularmente. El suelo debe tener una humedad óptima en el momento de usar las máquinas; además, las raíces tuberosas están fuertemente unidas al tallo. Si sumamos a estos inconvenientes el arrastre de tierra, piedras, residuos y remoción de tierra de las raíces sin que sufran mucho daño, comprenderemos claramente que no es fácil que una máquina de cosechar las raíces pueda realizar un buen trabajo.

El método mecanizado en Cuba aun no se emplea, aunque se investiga en la construcción de un prototipo de máquina cosechadora de yuca. En algunos países se utiliza la máquina cosechadora de papa, pero dándole mayor anchura y profundidad. También se ha recomendado hacer adaptaciones a la máquina cosechadora de remolacha azucarera para emplearla en la cosecha de yuca.(MONTALVO, 1991)

1.12. Deterioro poscosecha

En condiciones experimentales y en monocultivo, la yuca rinde hasta 90 t/ha de raíces (de 25 a 30 t/ha de materia seca); sin embargo, el rendimiento promedio, en condiciones reales (suelos marginales, climas severos y asociación con otros cultivos) es 9.8 t/ha en el mundo (12.4 t/ha en América Latina). Con una tonelada de yuca fresca se pueden obtener 280 Kg de harina; 230 Kg de almidón; 350 Kg de trozos secos o 170 de alcohol. CIAT 1996.

Las raíces de yuca sufren dos tipos de deterioro, uno fisiológico y otro microbiano, lo que la hace inaceptable para el consumo humano o para otros usos. El deterioro aumenta los costos, riesgos y causa pérdidas considerables a los productores de yuca y a los comerciantes mayoristas y minoristas; esto origina un alto margen de comercialización para compensar el volumen apreciable de raíces que se pierden (CADAVID, 2005).

1.13. Factores que inciden en el deterioro poscosecha

Según Rojas (2008), el comienzo del deterioro de las raíces está estrechamente relacionado con la presencia de daños mecánicos, los cuales normalmente ocurren en

el momento de la cosecha. Por lo general los primeros síntomas de deterioro se presentan debajo de las áreas donde se ha dañado o perdido la cáscara y en los extremos distal o proximal de las raíces, que son las zonas más propensas a sufrir daños físicos. La ocurrencia de daños mecánicos en las raíces es afectada por factores relacionados con la características varietales tales como la forma de las raíces; presencia de pedúnculos largos, adherencia de la cáscara, textura, grado de compactación del suelo y del método de cosecha.

1.13.1. Deterioro fisiológico o primario

Una de las principales limitantes en la utilización de la yuca en la alimentación animal, es el corto periodo de vida en fresco, esto se conoce como deterioro fisiológico y se hace notar con unas pocas horas después de ser cosechadas. Por eso es necesario trabajar con procesos que prolonguen el tiempo de vida útil

El deterioro fisiológico o primario se inicia durante las primeras 48 horas después de la cosecha y su sintomatología consiste básicamente en una desecación de color blanco a café, que normalmente aparece en forma de anillo en la periferia de la pulpa, la cual se observa en cortes transversales de la raíz (ARISTIZABAL, 2007). El deterioro fisiológico se inicia rápidamente en las heridas, que casi siempre ocurren en los extremos distal y proximal de la raíz durante la cosecha.

La coloración típica del deterioro fisiológico se debe a la presencia de pigmentos de tanino, cuya formación está relacionada con la presencia en los tejidos de un compuesto fenólico llamado escopoletina. Dicho compuesto generalmente no se encuentra en las raíces frescas o, si lo hay, está en muy bajas concentraciones; sin embargo, a pocas horas de la cosecha su concentración aumenta considerablemente(COCK, 1978.).

1.13.2. Causas del deterioro fisiológico

(COCK, 1978.) señaló que los mecanismos responsables del deterioro fisiológico de las raíces han sido poco estudiados, pero en los últimos años las investigaciones sobre este tópico han permitido aumentar los conocimientos los cuales sugieren que se tratan de reacciones bioquímicas bastante complejas. Continúa señalando este autor que los análisis bioquímicos demostraron que después de una herida ocurren muchos cambios en los constituyentes fenólicos de las raíces. Las respuestas positivas a las pruebas con vanilina, ácido nitroso y reactivos de cloruro de fluroglucinol, hechas sobre la

superficie de pedazos de yuca, demostraron igualmente la presencia de fenoles y un material similar a la lignina en las raíces decoloradas.

El rápido deterioro no patológico de las raíces de la yuca después de cosechadas parece ser esencialmente una reacción a las heridas, comparable a las observadas en órganos de almacenamiento de otras plantas. Sin embargo, en el caso de la yuca la respuesta a las heridas no se mantiene localizada en la superficie de las mismas sino que se extiende a toda la raíz, lo que causa decoloración; la humedad a la cual se ha almacenado las raíces afecta considerablemente esa respuesta. La importancia de la yuca como alimento para animales está relacionada directamente con la riqueza energética de sus raíces. La cantidad de calorías que se obtienen de ella por unidad de área cultivada, con los rendimientos que se logran en condiciones del trópico supera altamente la de los granos de cereales utilizados normalmente en los programas de alimentación animal. Sin embargo, el nivel proteínico de las raíces es bajo y exige una suplementación nutricional adecuada para que el animal pueda aprovechar todo el potencial calórico disponible en ella.

1.14. Tratamientos pos cosecha de la yuca

A. Lavado

Para remover la suciedad de las raíces, se utilizan dos sistemas: en seco y en húmedo. En el primero únicamente se raspa el fruto con un cepillo y en el segundo generalmente se emplea agua con mucha presión. Lo recomendable, cuando interesa exportar el producto, es emplear el húmedo, pues asegura su completa limpieza.

El método en seco por su parte, es el más común por razones económicas (no requiere agua ni energía y exige menos tiempo), pero siempre mantiene algo de humedad y difícilmente logra remover toda la tierra adherida a la raíz. Además, si los utensilios empleados son ásperos, puede haber deterioros microscópicos a la cáscara y, en el corto o mediano plazo, se iniciará el daño microbiano.(FONSECA, 2001)

B. Secado

El secado de la yuca consiste en una remoción del agua fácilmente evacuable o superficial de la raíz, que impide la formación de condiciones ideales para la proliferación de hongos.

Existen diferentes tipos de secado: hay algunos basados en la energía solar, los cuales dependen de las condiciones ambientales y secan la yuca por exposición directa al sol;

otros, que emplea energía por combustión de madera (el calor es arrastrado hacia las raíces húmedas por un abanico (ventilador)); otros utilizan energía eléctrica, pero son más costosos por lo que generalmente su temperatura es muy alta para que la duración sea menor. Otros utilizan hornos, cuya energía es provista por la combustión del gas.

Los hornos (eléctricos o de combustión de madera o gas) para el secado de las yucas, generalmente no tienen control de las condiciones generadas. Se mantienen a una temperatura alrededor de los 40 °C y baja humedad relativa, por lo que el proceso no es eficiente y presenta riesgos de quemar o deshidratar el producto.

En el proceso de secado, la salida del producto debe ser ordenada, y por eso suele aplicarse el sistema PEPS (primeras en entrar, primeras en salir).

C. Curado

Este es un proceso que involucra cambios físicos, fisiológicos e histológicos, en el cual se favorece la cicatrización de las lesiones ocasionadas durante la cosecha y se impide la invasión de microorganismos; debido a una suberización de las células parenquimatosas profundas que se multiplican y crean una nueva hilera de células de consistencia corchosa, comúnmente vista como tejido grueso y seco, además se provoca protección contra la deshidratación del producto (Wheatley, 1983)

Para lograr un curado de las raíces adecuado, es preciso que la yuca permanezca durante cuatro a siete días a una temperatura aproximada a los 35°C y humedad relativa del 80% u 85%.

Debe hacerse notar que, en estos casos, si la humedad relativa es del 95%, las raíces sufrirán una rápida infección de patógenos y si es del 75%, presentaran una deshidratación la cual se evidenciará externamente por el arrugamiento de la superficie y la incidencia de espacios huecos o aberturas en la pulpa (FONSECA, 2001)

D. Parafinado

El parafinado es el tratamiento clave en la exportación de yuca fresca. Consiste en sumergir la yuca en parafina líquida, la cual está a una temperatura superior a los 100°C y dejarla solidificarse o secarse a temperatura ambiente, para protegerla del deterioro vascular.

En la operación de parafinado, la yuca húmeda, con rastros de humedad perceptible (agua superficial) debe evitarse, porque su efecto podría ser detrimental cuando se

encapsula humedad en la superficie interna de la cáscara en forma de vapor de agua; además, esta práctica promueve el deterioro microbiológico por incidencia de hongos y bacterias. Esto ocurre en un período corto de tiempo, cuando el producto llega a los mercados internacionales.

Cuando la yuca ha permanecido más de 12 horas después de ser cosechada, debe ser muestreada para verificar su calidad interna, pues podría haber riesgos de haberse iniciado el deterioro vascular prematuro, especialmente si se está en una época de alta pluviosidad, donde el producto está con una alta humedad interna y externa. El muestreo consiste en cortar las puntas de varias yucas y observar si existe algún color oscuro en la pulpa.

El proceso de parafinado puede realizarse de manera manual o mecánicamente. En el primer caso se tiene un contenedor en el cual una persona sumerge las yucas, primero una mitad y luego la otra. Generalmente son de una forma rectangular, para permitir la labor de una buena cantidad de trabajadores.

En el proceso mecánico, la yuca se coloca en el equipo (canastas o bandas transportadoras) y luego el parafinado ocurre automáticamente. Los equipos pueden ser eléctricos y solo requieren de un termostato para medir el calentamiento de la parafina.

1.15. Conservación

Las raíces engrosadas de la yuca no resisten un largo almacenamiento, y aún después de una cosecha cuidadosa se presentan pudriciones en pocos días. A pesar de ello, existen reportes de ensayos en los cuales se mantuvieron raíces de yuca enterradas en el suelo hasta un año sin que se produjera su deterioro.

Las principales dificultades se presentan cuando las yucas frescas se destinan a la producción de almidón. En este caso, deben permanecer almacenadas no más de 6 horas entre la cosecha y la elaboración, pues luego de ese lapso se presentan crecientes coloraciones azules de los granos de almidón.

Un método muy acreditado de conservación consiste en la desecación de rebanadas de yuca. En esa forma son muy ventajosas la conservación y la transportación. Estas rebanadas pueden ser empleadas para la nutrición animal, producción de almidón u otros usos industriales. El secado de las rebanadas se puede hacer directamente al sol y para ello estas se extienden en una superficie lo suficientemente grande. En este

caso, es preciso tener precauciones en las regiones de frecuentes lluvias, cuando estas amenazan, se recogen las rebanadas o se cubren con material plástico.

El secado puede hacerse también bajo techo con secadores, los que en algunos casos pueden utilizar el calor solar para calentar el aire, que se hace pasar sobre el material a secar. Con una de estas instalaciones se puede hacer disminuir el contenido de agua de las rebanadas de yuca desde un 74 hasta un 60% en un solo día. (CASTRO, 1978)

En la figura 1.1 se pueden apreciar yucas con 3 días de conservación a temperatura y humedad ambiental.



Fig.1.1. Yucas con 3 días de conservación en condiciones ambientales. Fuente: Archivo del autor.

1.16. Envasado

La yuca deberá envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Se usarán sacos de yute o kenaf de 46 kg que no hayan sido empleados anteriormente para envasar fertilizantes u otros productos que le den mal aspecto a las yucas o afecten su calidad.

El producto podrá ser envasado también en cajas de maderas o material plástico. En este caso se dejara un espacio libre de 25 mm (1 pulg.) para que el fondo de la caja que se superpone no se apoye en las yucas de la caja inferior (WHEATLEY, 1983).

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación

apropiados de la yuca. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

1.17. Manipulación

Se tendrá cuidado de no golpear el producto por lo que los envases no deben ser tirados ni arrastrados, en especial los sacos. Las magulladuras provocadas por los golpes predisponen al ataque de agentes causantes de pudriciones (LOZANO, 1981).

1.18. Transportación

Se efectuará en carretas o camiones en estibas que no pasen de seis camadas. Esta carga será lo suficientemente ajustada para evitar magulladuras de compresión.

El transporte que se utilice no debe haber sido empleado para el traslado de fertilizantes u otras sustancias químicas que afecten la calidad del producto, sin que estos hayan sido limpiados convenientemente. El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes. Se evitará la transportación en las horas de una mayor incidencia solar (MONTALVO, 1972) .

1.19. Normas de calidad para los tubérculos

Las normas de calidad para los tubérculos están disponibles en la mayoría de los países. En Cuba la norma cubana (514, 2007) ver en (Anexo 1) muestra las especificaciones de calidad del tubérculo con destino al consumo. Estas normas se comprueban a través de una inspección de muestras. A menudo se hace una evaluación subjetiva por parte de expertos en el tema. En muchos casos los comerciantes tienen sus propias normas pero relacionarlas con los requerimientos de sabor del consumidor continúa siendo una tarea muy difícil de lograr. Las normas de calidad deben ser pragmáticas y reales, aquellas que no puedan ser cumplidas, medidas o evaluadas con sostenibilidad son inaceptables. La obligatoriedad de las normas puede hacerse a través de la legislación gubernamental o como es más común, cuando el comprador se rehúsa a adquirir productos que no logren cumplir con sus exigencias. Este último método se aplica comúnmente en los supermercados para sus proveedores como una sanción final en donde el proveedor ha fallado repetidamente en el cumplimiento de estas normas (MINAGRI, 1982).

Capítulo II



CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología empleada para determinar el tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra se realizó un pre-experimento con un total de 15 yucas tomados al azar en el campo (productor privado), donde se subdividieron en subgrupos de 3, estos se fueron monitoreando en los días 1, 3, y 6 posterior a la cosecha, permitiéndonos observar el desarrollo y evolución de la raíz desde su cosecha hasta su estado de senescencia, además de permitirnos hacer en cada etapa de desarrollo las pruebas de sus propiedades físico, mecánicas y químicas. Un subgrupo de la muestra se colocó en el interior de un refrigerador, marca Haier, modelo HRF 25, durante 6 días, permitiéndonos comparar los cambios que ocurren entre los tubérculos que se encuentran en una atmósfera controlada a una temperatura de 4°C, con los conservados en condiciones normales de presión, humedad y temperatura. Estas investigaciones se realizaron en el Laboratorio de Bromatología, de nuestra facultad.

El tamaño de la muestra se calculará para un error de la media menor de 5% y en un nivel de significación de 0,10.

El tamaño de la muestra para cada componente investigado fue calculado, empleando la ecuación 2.1.

$$n = (t^2 \times T^2) / \Delta^2 \text{ ec.2.1.}$$

Dónde:

n- tamaño de la muestra;

t²- criterio de student;

T²- desviación media cuadrática;

Δ²- error de la media.

2.2. Metodología empleada para determinar el desarrollo de los tubérculos

Para la determinación del desarrollo de los tubérculos se mantuvo un seguimiento de las diferentes etapas de progreso del mismo, observando el intervalo de tiempo desde

que comienza la formación de la yema floral, que se inicia con la diferenciación del cono de crecimiento hasta la maduración del fruto. Además de apoyarnos en bibliografía relacionada al tema de estudio, entrevistas con técnicos, obreros, ingenieros y personal calificado en la rama.



Fig. 2.1. Detalles del tubérculo. Fuente: Archivo del autor.

2.3. Metodología empleada para determinar la estacionalidad de los precios y la oferta en el mercado mundial

Se determinó la estacionalidad de los precios y la oferta en el mercado mundial basándonos en los estándares existentes en los diferentes mercados del mundo, dependiendo del país, su cercanía al mercado meta y otras condiciones comerciales, las cuales inciden directamente en los precios del tubérculo.

2.4. Metodología para la determinación de las principales características físico-mecánicas en tubérculos

Estos análisis se desarrollaron en el laboratorio de Bromatología, en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de nuestra facultad.

Según (Martínez, 2012), la metodología para la determinación de las características de las yucas se muestra a continuación:

Determinación de la longitud del tubérculo:

Se determina midiendo con una cinta métrica desde el extremo distal hasta el extremo proximal (Fig. 2.2), dónde se considera que termina la pulpa.



Fig. 2.2. Medición de la longitud del tubérculo. Fuente: Archivo del autor.

Determinación de la circunferencia del tubérculo:

La circunferencia del tubérculo se determinó midiendo la yuca con una cinta métrica en su punto más ancho (Fig. 2.3).



Fig. 2.3. Medición de la circunferencia del tubérculo. Fuente: Archivo del autor.

Determinación del grosor de la cáscara y de la pulpa:

Después de cortarla transversalmente en el punto central, el tubérculo se pela y se mide la cáscara y la pulpa por separado con un pie de rey (Fig. 2.4). La sensibilidad (precisión) del instrumento es de 0,01 mm.



Fig. 2.4. Medición del grosor de la cáscara y la pulpa del tubérculo. Fuente: Archivo del autor.

Determinación de la relación pulpa/cáscara:

Se separan la pulpa y la cáscara, se pesan individualmente (Fig. 2.5) y se expresan como una relación pulpa/cáscara (es decir, el peso de la pulpa dividido entre el peso de la cáscara), para esto se utiliza una balanza marca Ferton, con precisión de 0,0001 g.



Fig. 2.5. Peso de la pulpa y la cáscara del tubérculo. Fuente: Archivo del autor.

Determinación del coeficiente de fricción estático y dinámico:

Los coeficientes de fricción: se determinan con la utilización de un aparato que porta un plano inclinado, el cual permite variaciones de inclinación y porta una escala que posibilita realizar lecturas del ángulo al cual está inclinada la superficie. La Fig. 2.6 muestra el esquema de cuerpo libre y una foto de este dispositivo.

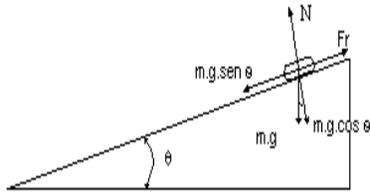


Fig. 2.6 Cuerpo libre y aparato para la determinación del coeficiente de fricción. Fuente: Archivo del autor.

Dónde:

F_r - Fuerza de rozamiento, N;

N - Normal, N.

Aplicando la segunda ley de Newton:

$$\sum F_x = m \cdot a \text{ ec.2.2}$$

Dónde:

m - masa, Kg;

a - aceleración, m/s^2

El coeficiente de fricción estático se mide en el momento en que el cuerpo rompe el movimiento y por lo tanto:

La aceleración $a = 0$.

A partir de la ecuación 2.3 y conociendo que:

$$F_r = \mu \cdot N \text{ ec. 2.3}$$

Entonces:

$$\mu_e = F_r / N \text{ ec.2.4}$$

En el caso del coeficiente dinámico, para su determinación se aplica el mismo procedimiento pero en este caso se le provoca un impacto superficial al tubérculo para romper la inercia.

Finalmente mediante la ecuación 2.5 se determina este indicador.

Tang Ω = coeficiente fricción (estático o – dinámico) ec.2.5

Este coeficiente se determinara ante diferentes superficies tales como:

- Acero;
- goma;
- madera.

2.5. Metodología para la determinación de los sólidos solubles totales (SST)

Según la Norma cubana(2173, 2001), el procedimiento a emplear será el siguiente:

- Licue en un mezclador de cocina 30 g de tejido de pulpa (de la sección transversal del tubérculo) en 90 mL de agua destilada, durante 2 minutos en un agitador magnético alemán, modelo MLW y luego filtre la mezcla.
- Coloque una gota del filtrado en el prisma del refractómetro manual, modelo (PZO polaco), dirija el refractómetro hacia una fuente de luz y lea el porcentaje de sólidos solubles totales (Fig. 2.7). El valor registrado se multiplica por tres (debido a que la muestra inicial de la pulpa ha sido diluida tres veces con agua destilada).

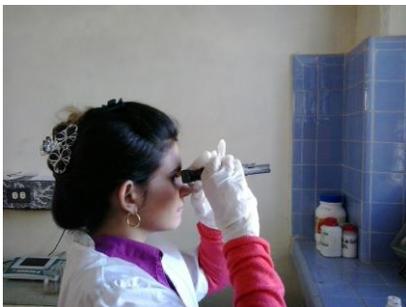


Fig. 2.7 Medición de los grados Brix. Fuente: Archivo del autor.

2.6. Metodología para la determinación del pH

De acuerdo con la norma cubana (1842, 2001), el procedimiento utilizado para la determinación del pH será el siguiente:

- Pese 30 g de pulpa y colóquela en un mezclador de cocina añadiendo 90 mL de agua destilada, luego licue durante 2 minutos en un agitador magnético alemán, modelo MLW y filtre a través de un papel de filtro.

- Encender el medidor de pH (portátil 315I) 15 minutos antes de comenzar a medir y calibrarlo.
- Lave el electrodo del medidor de pH (portátil 315I) en agua destilada y colóquelo en el filtrado.
- Deje unos minutos para que el medidor se estabilice antes de realizar la lectura (Fig. 2.8). Registre el valor del pH del filtrado. Lave el electrodo del medidor con agua destilada y guárdelo como lo recomiendan las instrucciones del fabricante.



Fig. 2.8. Determinación del pH. Fuente: Archivo del autor.

2.7. Medición del contenido de humedad y de materia seca

Los contenidos de humedad y de materia seca de los tubérculos se determinados de la siguiente manera:

- Etiquete y pese el crisol en una balanza analítica Denver, modelo DI-234, con una precisión de 0,0001 y registre el peso (A);
- Coloque aproximadamente 1g de muestras de cáscara o de pulpa frescas y molidas en el contenedor y registre el peso (B);
- Coloque las muestras en la estufa durante 24 horas a 105 °C
- Transfiera las muestras de la estufa a un aparato para disecar y refresque a temperatura ambiente.
- Pese las muestras nuevamente después del secado (C).

El porcentaje del contenido de humedad y materia seca de la muestra es calculado por las siguientes expresiones:

$$\text{Peso fresco de la muestra (D)} = B - A \text{ ec.2.6}$$

$$\text{Peso de la muestra seca (E)} = C - A \text{ ec.2.7}$$

$$\% \text{ del contenido de humedad} = (D - E) / D \times 100 \text{ ec.2.8}$$

$$\% \text{ del contenido de materia seca} = 100 - (\% \text{ del contenido de humedad}). \text{ ec.2.9}$$



Fig. 2.9. Determinación de la materia seca. Fuente: Archivo del autor.

2.8. Metodología para determinar los daños mecánicos

Según (MARTINEZ 2012), la determinación de la susceptibilidad a los daños por impacto de los tubérculos investigados se determinará siguiendo los siguientes protocolos:

1. Empleando un instrumento manual, el cual porta una escala graduada desde el suelo hasta su máxima altura (1,20 m), variando en 0,15 m, se deja caer en caída libre los tubérculos seleccionados, con masas conocidas (194, 208,5 y 276 g), a una altura seleccionada igual a 1.20 m, sobre superficie de acero. Seguidamente, se deja transcurrir 48 horas y se calculan los mismos parámetros anteriormente mencionados. En la figura 2.10 se muestra el instrumento que se utilizó para provocar los daños por impacto producidos a los tubérculos evaluados.



Fig. 2.10. Instrumento utilizado para la caída libre. Fuente: Archivo del autor.

A continuación se presenta expresiones matemáticas que permiten determinar, la susceptibilidad del tubérculo a daños mecánicos por impactos:

➤ Área de la magulladura:

$$A = \pi * (d/2)^2 \text{ ec. 2.10}$$

Dónde:

A – área de la magulladura (m^2);

d – diámetro de la magulladura (m).

➤ Volumen de la magulladura:

$$V = A * r/2 \text{ ec.2.11}$$

Dónde:

V – volumen de la magulladura (m^3);

r – profundidad de la magulladura (m);

➤ Energía del impacto:

$$E = m * g * h \text{ ec.2.12}$$

Dónde:

E – energía del impacto (J);

m – masa del peso que impacta (Kg);

g – constante gravitacional (m/s^2);

h – altura de caída del peso (m).

➤ Susceptibilidad del producto a los impactos:

$$S = V / E \text{ ec. 2.13}$$

Dónde:

S – susceptibilidad a daños mecánicos por impactos.

2.9. Metodología para la estimación de almidón

Tomar de tres a cuatro raíces frescas de yuca por variedad o lote (aproximadamente 3 kg) preferiblemente recién cosechadas, de diferentes tamaños y grosores. Limpiar las raíces con el lomo de un cuchillo y retirar la tierra adherida, las raicillas y el pedúnculo (TORO, 1983).

Después se determina:

Peso fresco de las raíces en el aire (PFRAI)

Peso fresco de las raíces en el agua (PFRAG)

Una vez registrados los pesos de las raíces en el aire y en el agua se calcula la gravedad específica empleando la siguiente fórmula:

$$GE = \frac{PFRAI}{PFRAI - PFRAG} \text{ ec.2.14}$$

Dónde:

GE: Gravedad específica

Por medio de la diferencia entre 100 por ciento y el porcentaje de materia seca (MS) se calcula el porcentaje de humedad de las raíces de yuca. Dado que el contenido de almidón en raíces frescas de yuca constituye alrededor del 85-90 por ciento del

contenido de materia seca, el contenido de almidón puede ser estimado, tomando un promedio de este rango (0,875), por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ AL} = \% \text{ MS} \times 0,875 \text{ ec.2.15}$$

2.10. Metodología para el deterioro fisiológico

Seleccionar 10 raíces de yuca con un tamaño mínimo de 18 cm, sin daños mecánicos y sin pudrición pre cosecha. Descartar los extremos distal y proximal de las raíces cortándolos con un cuchillo, de manera que la sección de raíz a evaluar sea de aproximadamente de 15 cm de largo. Después se cubre el lado distal con una película de PVC (Película de plástico de cloruro de polivinilo) para mantener la humedad y evitar que el deterioro fisiológico comience desde esta superficie y así forzar el desarrollo desde el extremo proximal. De esta forma el deterioro se desarrollará solamente desde el extremo proximal; posteriormente se almacenan las raíces en un lugar protegido del sol y de la lluvia pero expuesto al aire libre. Se evalúan después de tres días de almacenamiento para evitar la contaminación microbiana; se cortar transversalmente las raíces en secciones a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 cm a partir del extremo proximal. Se obtendrá un total de siete secciones para evaluar. Después se evalúan 3 raíces de cada tratamiento o variedad para obtener el promedio de la suma total de los valores de las siete secciones transversales evaluadas

El porcentaje de deterioro se determina como:

$$\text{Porcentaje de deterioro en yuca} = (\sum \text{valores en la escala de deterioro}/70) \times 100 \text{ ec.2.16}$$

2.11. Metodología para las pruebas de cocción

Se toman 3 yucas al azar en el campo, se pelan y se le añade un litro y medio de agua a temperatura ambiente y se ponen a hervir en una hornilla eléctrica durante 30 minutos, después se desecha esa agua y se le vuelve agregar la misma cantidad de agua a temperatura ambiente y se dejan hervir durante 30 minutos más.

2.12. Metodología para el procesamiento y análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos de las lecturas de cada una de las variables establecidas serán tabulados mediante el tabulador electrónico Microsoft Excel. Para el procesamiento de datos será utilizado el paquete estadístico STATISTICA 8.0. Se aplicaran

procedimientos de comparaciones de estadísticos descriptivos, resúmenes estadísticos, tablas de frecuencia, e histogramas en todas las variables y tratamientos evaluados.

2.13. Metodología para el análisis de las Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la yuca

En este caso el procedimiento consistió en analizar la Norma del Codex Alimentarius (**CODEX STAN 238-2003**) y la Norma Cubana (**NC 514: 2007**), contrastando las debilidades y fortalezas de la Norma del Codex y de la Norma Cubana con el objetivo de proponer mejoras en la Norma Cubana. Ambas normas se presentan íntegramente en Anexos.

2.14. Metodología para la instrumentación de la Norma cubana (NC 514: 2007), relacionada con el manejo poscosecha de la yuca en Cuba

Se basó en el principio descrito en el epígrafe anterior. Es decir contrastar la información, de ambas normas (**CODEX STAN 238-2003**) y (**NC 514: 2007**) relativa al manejo poscosecha de la yuca, determinando las debilidades susceptibles de mejorar en la norma cubana (**NC 514: 2007**), para sobre esta base, proponer mejoras o cambios en la misma.

Capítulo III



CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados obtenidos relacionados con el tamaño muestral

De acuerdo con (Carballo y Prado, 1980), se determinó que el tamaño de la muestra para las pruebas de impacto fueron de 15 raíces (yucas), mientras que para la determinación de las propiedades físico-mecánicas y químicas y los análisis de laboratorio el tamaño muestral se tomaron tres muestras (triplicado), de acuerdo con los protocolos del laboratorio de bromatología de nuestra facultad.

3.2. Resultados obtenidos relacionados con el desarrollo de los tubérculos

La evolución del tubérculo exige varias semanas aproximadamente (36). Cuando el desarrollo del tubérculo ha terminado empieza a perder sus hojas aunque no su totalidad. En nuestro caso, las raíces investigadas fueron tomadas en el momento óptimo para la cosecha, este se presentó en la segunda semana de enero, 2017 (38 semanas).

3.3. Resultados obtenidos relacionados con la estacionalidad de los precios y la demanda en el mercado nacional

En Cuba los precios de la yuca varían en dependencia de la disponibilidad del producto, de su calidad y de los mercados metas a los que va dirigida en los diferentes meses del año como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Precios de la yuca en Cuba. Fuente: Elaboración propia.

Meses	Precios de acopio			Precios mayoristas			Precios minoristas		
	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
Nov- Abr	63.00	50.40	37.80	72.00	57.60	43.20	85.00	70.00	50.00
May- Oct	73.00	58.40	43.80	84.00	67.20	50.40	100.00	80.00	60.00

La yuca tiene su mejor oportunidad de mercado en los Estados Unidos a finales de año (noviembre, diciembre, enero), debido a que existe escasa oferta de la producción local por las condiciones climáticas. El alto contenido de fibra es mencionado por los consumidores de este producto, como uno de los atributos más importantes, por los cuales prefieren el consumo de estos tubérculos.

En los EEUU, en la ciudad de San Luis, la caja de yuca costarricense de 40 lb, se comercializó en 27 USD y la de yuca ecuatoriana en 22 USD en Nueva York y San Luis, siendo estas ciudades a las que llega generalmente la yuca ecuatoriana, pudiendo apreciarse que en la primera ciudad el precio es mayor. En los mercados de Miami, también se comercializa este producto, motivado por la gran cantidad de latinos que viven allí, pero en este caso, el país que domina este mercado meta es Costa Rica, la cual envía la yuca congelada a esta ciudad, comercializándose a razón de \$7.66 el paquete de 4 lb. La figura 3.1, muestra detalles de estos paquetes.



Fig.3.1. Yuca comercializada en Miami, Estados Unidos Fuente: Elaboración propia.

En otros mercados de la región latinoamericana, los precios de yuca en los mercados mayoristas en las últimas décadas han sufrido oscilaciones desde el año 2001 hasta la fecha (\$2692.8/110 lb hasta \$3919.92/110 lb), en Managua, Nicaragua. Esto demuestra la oportunidad que tiene este producto de comercializarse en mercados metas en el exterior, tanto en el mercado latinoamericano como en el norteamericano.

3.4. Resultados obtenidos relacionados con las principales características físico-mecánicas

En la tabla 3.2 se presentan los resultados de las características físico-mecánicas evaluadas en las raíces (yucas) estudiadas (variedad Jagüey dulce).

Tabla 3.2. Características físico-mecánicas obtenidas. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro evaluado	Valor mínimo	Valor máximo	Valor medio
Longitud (cm)	22	33	27.5
Circunferencia (cm)	15	17	16
Grosor de la cáscara (mm)	2	4	3

Grosor de la pulpa (mm)	46	54	50
Relación pulpa/cáscara	4.5	5	4.75

Del análisis de la tabla anterior se puede observar que la longitud presentó un valor medio igual a 27,5 cm; la circunferencia un valor medio de 16 cm; el grosor de la cáscara un valor de 3 mm; el grosor de la pulpa un valor de 50 mm y la relación pulpa/cáscara un coeficiente de 4.75. Estos indicadores están dentro de los rangos de otras variedades de yucas existentes en el país.

Pruebas de fricción: Los resultados de las pruebas de fricción se efectuaron en tubérculos inmediatamente de haber sido cosechados. Estos resultados se presentan en la tabla 3.2. Del análisis de la tabla 3.2 se puede apreciar que los coeficientes de fricción en superficie de goma resultaron los mayores valores obtenidos, seguidos por los obtenidos en superficie de acero, mientras que en superficie de madera se presentaron los menores valores. Lo cual de acuerdo con nuestro criterio es un resultado esperado relativo a la superficie de goma, pero contradictorio con respecto a la superficie de madera comparada con la de acero.

Tabla 3.3. Resultados de los coeficientes de fricción. Fuente: Elaboración propia.

Días	Coefficientes de fricción	Valor mínimo	Valor máximo	Valor medio
1	Acero	0.75	0.94	0.84
1	Goma	0.78	0.96	0.87
1	Madera	0.67	0.90	0.78
3	Acero	0.51	0.62	0.57
3	Goma	0.53	0.73	0.63
3	Madera	0.55	0.78	0.67
6	Acero	0.58	0.67	0.63
6	Goma	0.58	0.70	0.64
6	Madera	0.47	0.75	0.61

3.5. Resultados obtenidos relacionados con los sólidos solubles totales

Los resultados obtenidos referidos a los sólidos solubles totales, se muestran en la figura 3.2, en este caso los mayores valores se presentaron en los tubérculos con un día posterior a la cosecha. Disminuyendo progresivamente en el tercer y sexto día posterior a la cosecha. En caso de la muestra refrigerada este valor bajó significativamente con respecto al primer día posterior a la cosecha, lo cual indica que esto pudiera influir en el proceso de acidificación de las raíces de yuca; por lo que sería

interesante profundizar en este indicador en investigaciones posteriores. En la referencia (SÁNCHEZ, 2004) Colombia, este indicador no fue analizado.

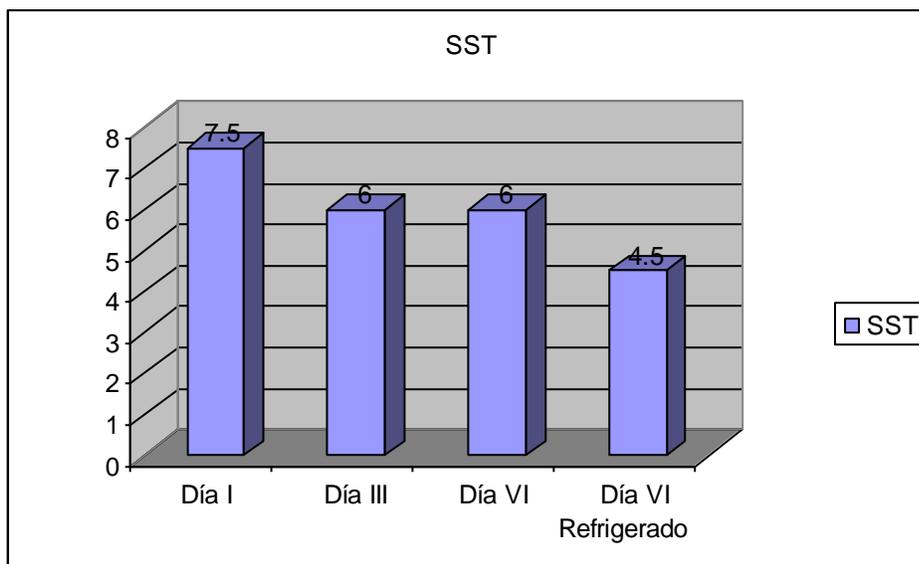


Fig. 3.2. Evolución de los sólidos solubles totales (SST) en las raíces investigadas. Fuente: Elaboración propia.

3.6. Resultados obtenidos relacionados con el pH

Los resultados obtenidos referidos al pH, se presentan en la figura 3.3, en este caso se puede apreciar que en el primer día de cosechada las muestras poseen un valor próximo al neutro (7,15), mientras que en el tercer día posterior a la cosecha se presentó el valor más alto (7,2), posteriormente en el sexto día se produjo una pequeña caída (7,03); mientras que en la muestra refrigerada se presentó el menor valor de pH (6,96), lo cual pudiera indicar un proceso de acidificación. Estos resultados se refieren a las raíces de yuca y no al almidón, donde ocurre que el valor del pH en el almidón nativo debe estar entre 6,0 y 6,5 (ISI, 1999) Colombia.

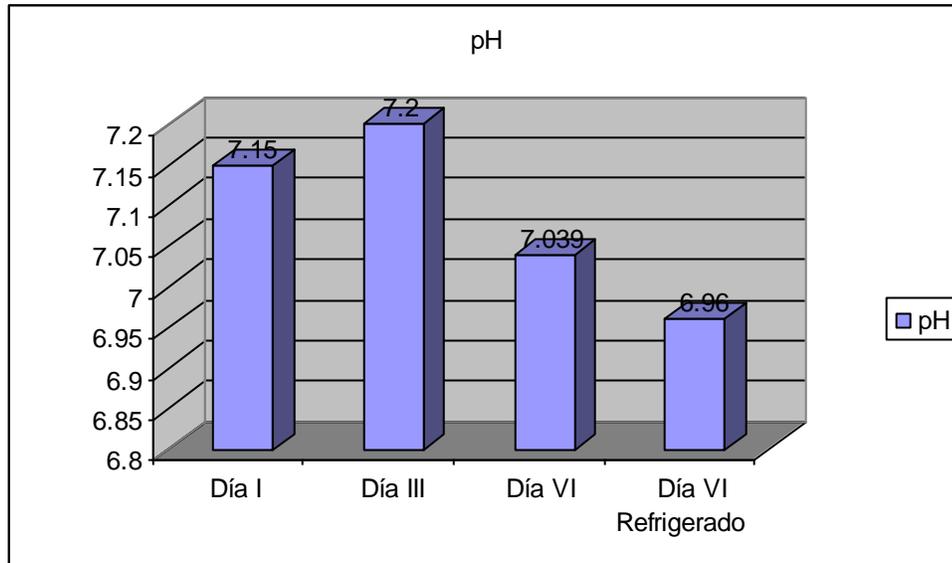


Fig. 3.3. Evolución del pH. Fuente: Elaboración propia.

3.7. Resultados obtenidos relacionados con la humedad de la cáscara, la pulpa y del contenido de materia seca

En la figura 3.4 se presentan los resultados referidos con la humedad de la cascara, la pulpa y el contenido de materia seca en las pruebas realizadas. En este caso se puede observar que el contenido de humedad en la cascara permanece constante durante el periodo analizado con valores próximo a 67%, mientras que la materia seca los valores obtenidos están sobre el 33%, el contenido de humedad en la pulpa se obtienen valores sobre el 54%, por último, la materia seca en la pulpa oscilo en valores próximos al 46%. Sin embargo en investigaciones efectuadas por (INCONTEC, 2002) Colombia, estos autores obtienen valores de materia seca en raíces frescas entre 20 y 45%, próximos a los resultados obtenidos en este trabajo. Mientras que en el contenido de humedad los valores obtenidos por estos autores oscilo entre 55 al 80%, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

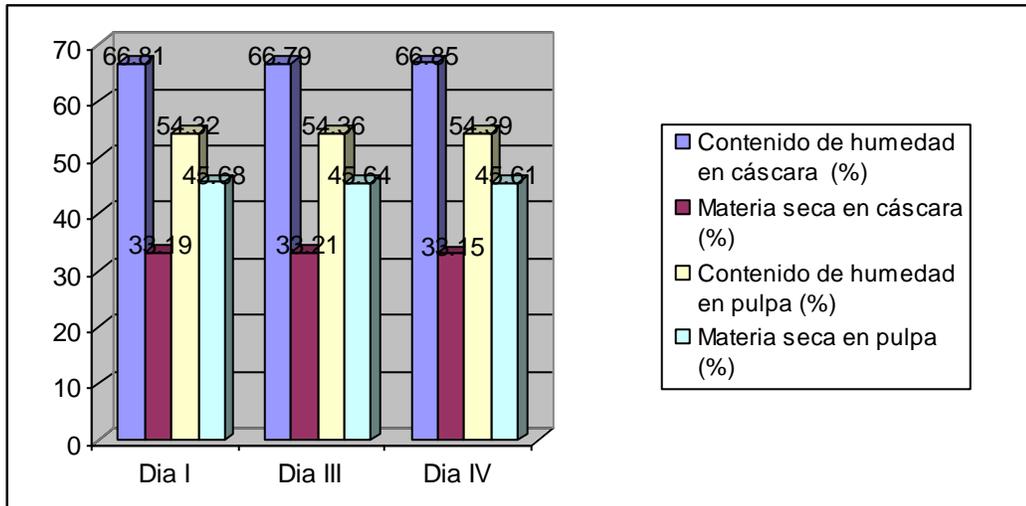


Fig 3.4. Contenido de humedad de la cáscara y de la pulpa y del contenido de materia seca en cáscara y en pulpa. Fuente: Elaboración propias

3.8. Resultados obtenidos relacionados con los daños mecánicos

Estos análisis se realizaron inmediatamente posteriores a la cosecha de las raíces evaluadas. Ver tabla 3.3 y 3.4. Se realizaron a una altura de 1.05 m y 1.20 m, con energías de impacto que oscilaron entre un mínimo de 2037.72 (J) y un máximo de 3245.76 (J)

Los resultados obtenidos en las tablas 3.4 y 3.5, muestran el comportamiento de los daños por impacto a diferentes alturas (1.05 – 1.20 m) y el de los tubérculos impactados sobre superficies de acero. Se puede apreciar que a medida que la altura aumenta, aumenta la energía de impacto, presentando la raíz una mayor susceptibilidad a los daños provocados, sobre todo a los inducidos en la superficie de acero con energías de impacto igual a 2657.76, con una susceptibilidad de 0.13, que fueron los valores obtenidos a la mayor altura de caída del producto, afectando de esta manera no solo a la superficie de la Yuca, sino también a su pulpa. Como se planteó en el epígrafe 2.8 (Materiales y métodos) estos ensayos se realizaron con diferentes energías de impacto. De acuerdo con (Martínez, 2012), los daños mecánicos son uno de los principales factores que conllevan al deterioro pos cosecha de los productos agrícola. También esto afecta la baja calidad de mercadeo y precios, por lo que es muy importante tratar minimizar los posibles daños provocados en la manipulación del producto.

Tabla 3.4. Resultados de los daños por impacto en los tubérculos evaluados a 1.05 m de altura.

Fuente: Elaboración propia.

Altura (m)	Masa (g)	Energía impacto (J)	Susceptibilidad	Área de la magulladura (cm ²)	Volumen de la magulladura (cm ³)
1.05	18	2037.72	0.14	6.36	28.61
1.05	205.13	2110.78	0.18	7.90	39.25
1.05	284	2922.36	0.45	17.6	132.46

Tabla 3.5. Resultados de los daños por impacto en los tubérculos evaluados a 1.20 m de altura.

Fuente: Elaboración propia.

Altura (m)	Masa (g)	Energía impacto (J)	Susceptibilidad	Área de la magulladura (cm ²)	Volumen de la magulladura (cm ³)
1.20	194	2281.44	0.11	2.3	26.45
1.20	208.05	2446.08	0.07	1.9	18.05
1.20	276	3245.76	3.9	3.9	76.05

En la figura 3.5 se muestran los detalles de los daños producidos a diferentes alturas (1.05 y 1.20 m) por diferentes energías de impacto en los tubérculos evaluados. En la figura de la izquierda se observa la magnitud del daño a una altura de 1,20 m, mientras que en la figura de la derecha se aprecia la magnitud de los daños a una altura de 1.05 m, lo cual es un resultado esperado.



Fig. 3.5. Detalles de los daños producidos por diferentes alturas. Fuente: Elaboración propia.

3.9. Estimación de Almidón.

Los resultados obtenidos por la estimación de almidón en yuca fueron de 47.56%, sin embargo en investigaciones realizadas por (TORO, 1983) estos valores oscilaron entre 17.5% y 39.4%, lo que indica que la variedad analizada en este trabajo presenta diferencia significativa con respecto a las evaluadas por (TORO, 1983), lo cual pudiera estar dado por las condiciones edafoclimáticas existentes entre ambos países; así como por los diferentes clones de yuca evaluados.

3.10. Resultados obtenidos por el deterioro fisiológico.

Los resultados obtenidos en el deterioro fisiológico al cabo de tres días de cosechado el tubérculo fueron de 20.4%, lo que indica un rápido deterioro del tubérculo bajo condiciones ambientales, de aquí la importancia de un cuidadoso manejo y conservación del tubérculo. En investigaciones efectuadas por (WHEATLEY, 1985), estos autores plantean que el deterioro fisiológico en yuca varía desde 0% hasta 100%, en dependencia de la edad del cultivo al momento de la cosecha; así como de los factores edafoclimáticos en los cuales crecieron las plantas.

3.11. Resultados obtenidos para las pruebas de cocción.

Los resultados de las pruebas de cocción arrojaron que la variedad de Yuca Jagüey dulce presentó un ablandamiento total, listo para el consumo de una hora, con un consumo energético de 1 Kw-h.



Fig. 3.6. Detalles de las pruebas de cocción. Fuente: Elaboración propia.

3.12. Resultados obtenidos relacionados con el procesamiento de los datos estadísticos

En este caso se presentan los resultados obtenidos del procesamiento estadístico de los coeficientes de fricción estático y dinámico mediante el paquete profesional STATISTICA, 8.

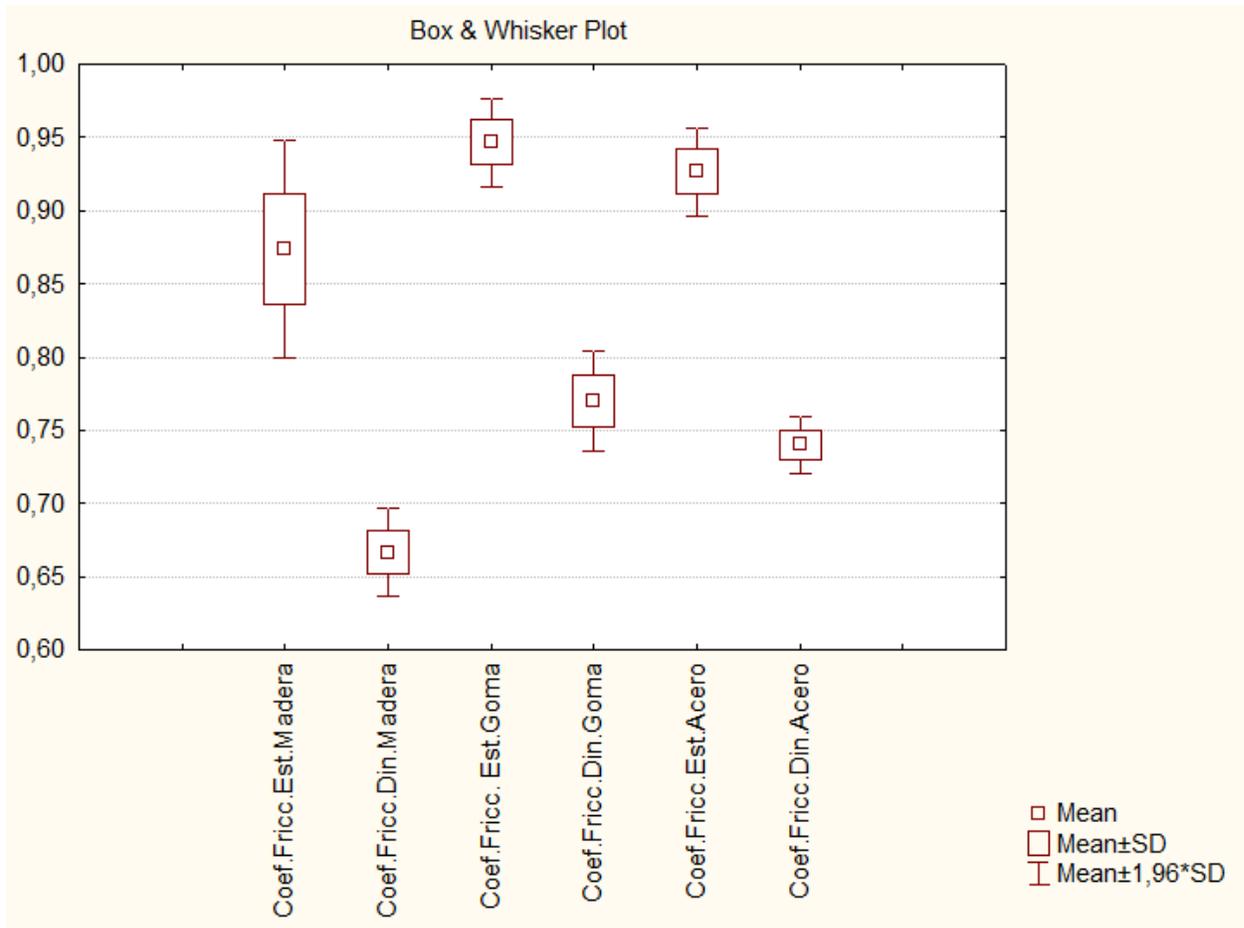


Fig.3.7. Resultados de los coeficientes de fricción estático y dinámico mediante análisis estadístico Box and Whisker Plot en yuca con 1 día de cosechada. Fuente: Elaboración propia. Del análisis de la fig.3.7, se pudo apreciar que los máximos valores de los coeficientes de fricción estáticos se presentan en la superficie de goma, seguido por los valores obtenidos en la superficie de madera, culminando en la superficie de acero, con los menores valores obtenidos, lo cual es un resultado esperado, teniendo en cuenta el grado de rugosidad superficial de estas superficies. Sin embargo, en los coeficientes de fricción dinámico el mayor valor coincide con la superficie de goma, sin embargo, en el segundo lugar aparece los valores obtenidos en la superficie de acero, lo cual pudiera estar dado por el mismo fenómeno descrito en los coeficientes de fricción estáticos, pero a la inversa.

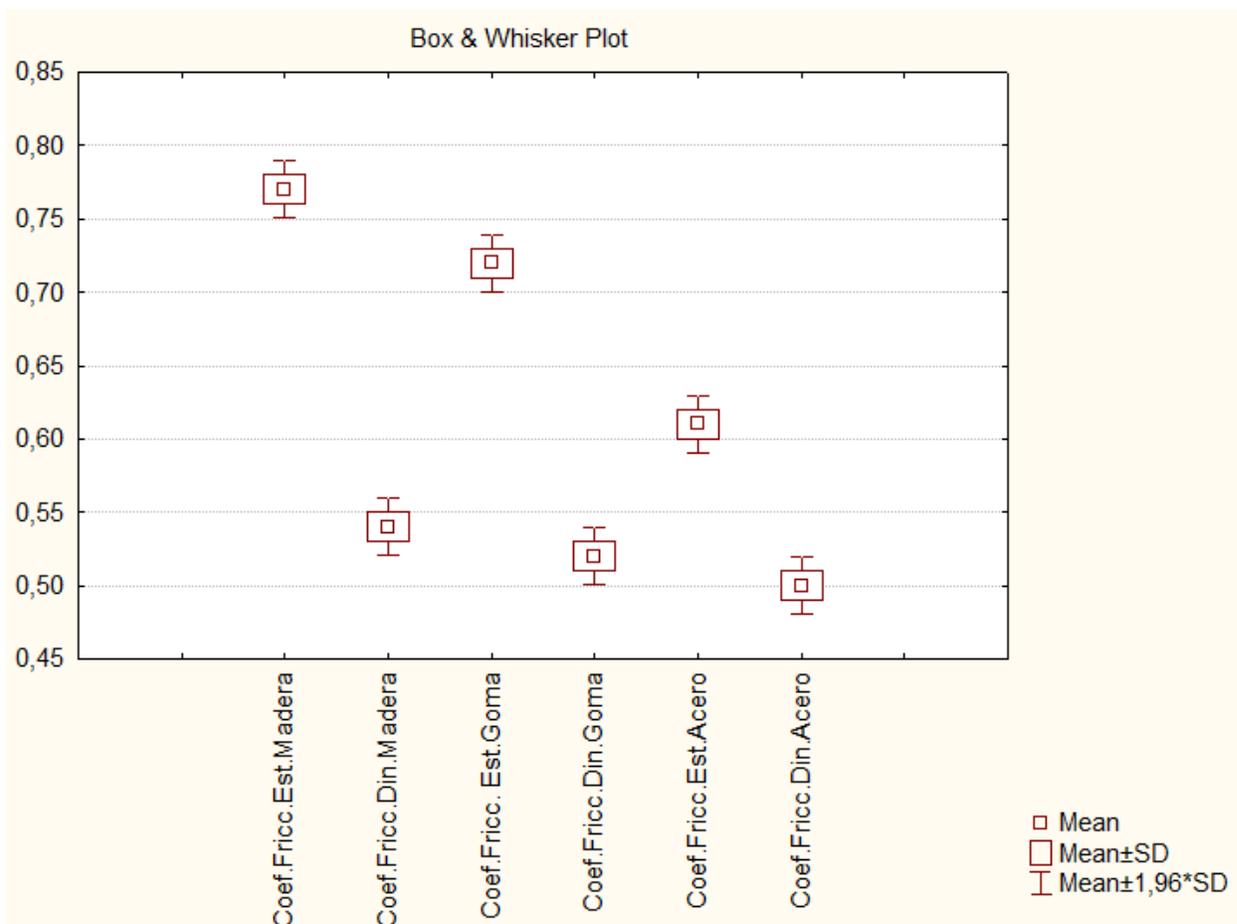


Fig.3.8. Resultados de los coeficientes de fricción estático y dinámico mediante análisis estadístico Box and Whisker Plot en yuca con 3 días de cosechada. Fuente: Elaboración propia. Del análisis de la fig.3.8, se pudo apreciar que los máximos valores de los coeficientes de fricción estáticos se presentan en la superficie de madera, seguido por los valores obtenidos en la superficie de goma, culminando en la superficie de acero, con los menores valores obtenidos, lo cual es un resultado esperado, teniendo en cuenta el grado de rugosidad superficial de estas superficies. Sin embargo en los coeficientes de fricción dinámica se presentó el mismo efecto, pero en este caso los valores obtenidos en ambos coeficientes disminuyen en valor con respecto al día 1 (fig.3.7), lo cual pudiera estar dado por el grado de deterioro de la piel o cáscara de la yuca.

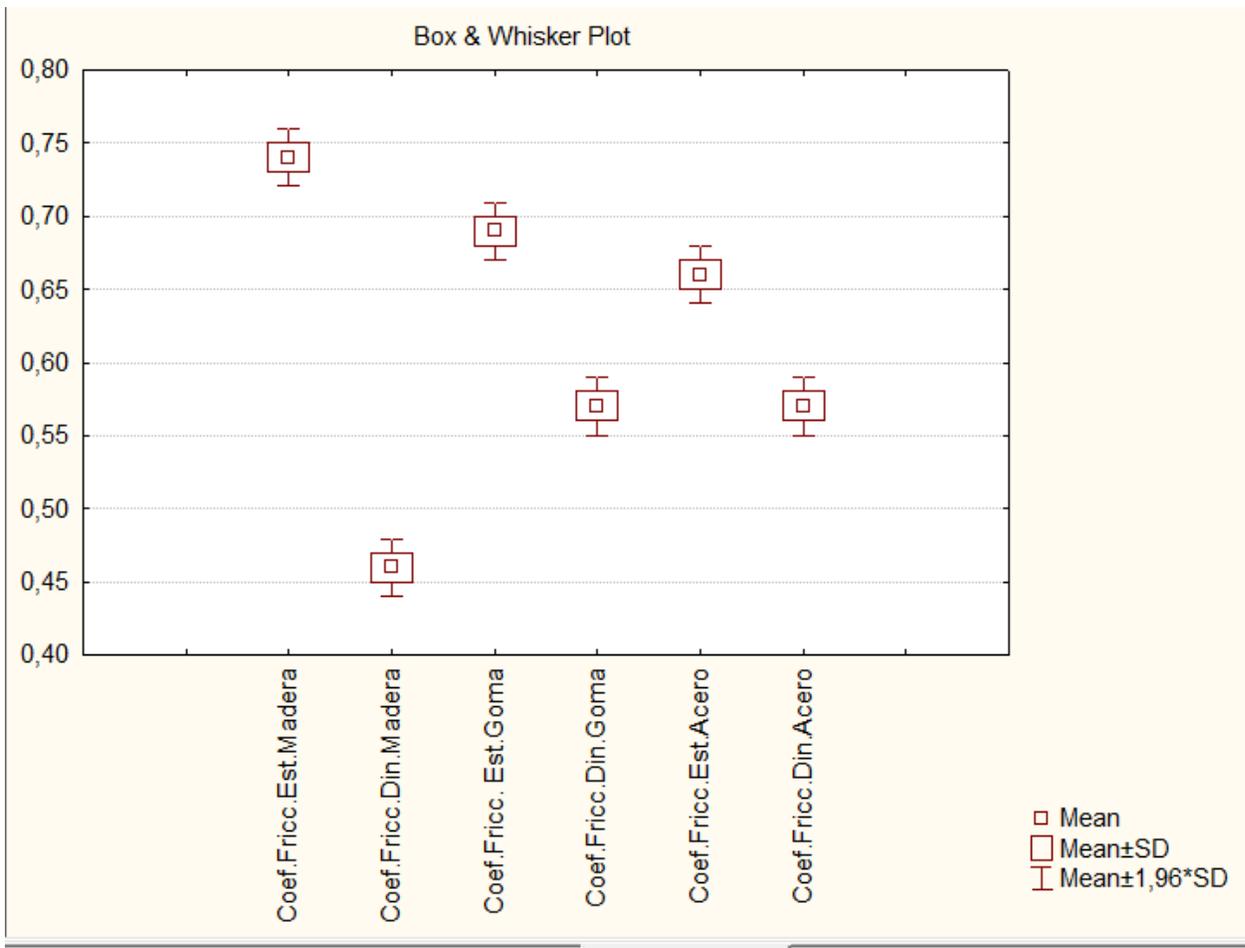


Fig.3.9. Resultados de los coeficientes de fricción estático y dinámico mediante análisis estadístico Box and Whisker Plot en yuca con 6 días de cosechada. Fuente: Elaboración propia. Del análisis de la fig.3.9, se pudo apreciar que los máximos valores de los coeficientes de fricción estáticos se presentan en la superficie de madera, seguido por los valores obtenidos en la superficie de goma, culminando en la superficie de acero, con los menores valores obtenidos, lo cual es un resultado esperado, teniendo en cuenta el grado de rugosidad superficial de estas superficies. Sin embargo en los coeficientes de fricción dinámica se presentó una contradicción al presentarse un efecto contrario en la superficie de madera y semejante en las superficie de goma y acero, teniendo como constante que los valores obtenidos en ambos coeficientes de fricción disminuyen en valor con respecto al día 3 (fig.3.)8, lo cual pudiera estar dado por el grado de deterioro de la piel o cáscara de la yuca.

3.13. Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la yuca

En Cuba para la yuca con destino al consumo fresco existe la norma cubana (514, 2007); (Ver Anexo 1), la cual está vigente desde 2007. Además se han tomado como referencia para la elaboración de la misma, otras Normas Internacionales, dentro de las cuales se encuentra la norma del Codex Alimentarius (238-2003, 2003); (Ver Anexo 2).

En la norma cubana (NC-514, 2007), presenta y describe todas las características que debe tener el producto para su consumo fresco, además de uniformizar las diferentes tecnologías a emplear, por lo cual es de carácter obligatorio su cumplimiento en nuestro país.

Por otra parte, se debe destacar que en el proceso de exportación de un producto pueden aparecer fallas en determinados eslabones del proceso (trazabilidad), por lo cual es necesario delimitar responsabilidades ya que está en juego un importante resultado económico. De lo anterior se infiere que la aplicación de normas es requisito indispensable para obtener un producto de calidad que redunde en un mejor efecto económico tanto a nivel nacional como internacional.

En Cuba los problemas no están relacionados con el desconocimiento de la norma cubana (NC-514, 2007), sino con el incumplimiento de la misma en diversos acápites, tales como: manipulación, transporte, almacenamiento y conservación, lo cual es una violación de la disciplina tecnológica y redundante en efectos negativos en la calidad del producto y económicos en su comercialización.

3.14. Propuesta de tecnología de manejo poscosecha de la yuca para Cuba

Utilizar la norma cubana (NC-514, 2007), además de agregarle las siguientes recomendaciones para el caso cubano:

1. Utilizar además de los envases que aparecen en la norma **CODEX STAN 238-2003**, otros envases tales como: cajas de cartón o material plástico. En este caso se dejará un espacio libre de 25 mm (1 pulg) para que el fondo de la caja que se superpone no se apoye en las yucas de la caja inferior.

2. La transportación se efectuará en carretas o camiones en estibas que no pasen de seis camadas. Esta carga será lo suficientemente ajustada para evitar magulladuras de compresión.
3. En la manipulación se tendrá cuidado de no golpear el producto por lo que los envases no deben ser tirados, ni arrastrados, en especial los sacos.

Conclusiones



CONCLUSIONES:

Como resultado del trabajo realizado se arriban a las siguientes conclusiones:

- La influencia de las variables climáticas en las propiedades físico-mecánicas y químicas para las muestras de tubérculos monitoreadas con 1, 3 y 6 días posteriores a la cosecha muestran los siguientes resultados:
- El pH, mostró cambios pocos significativos durante los días posteriores a la cosecha.
- La variable sólidos solubles totales no presentó diferencias entre las muestras analizadas el tercer y sexto día posterior a la cosecha, pero si el primer día sin refrigeración y el primer día refrigerado.
- Los ensayos de impacto del orden desde 2037.72 (J) a 3245.76 (J), reafirmaron la susceptibilidad de estos tubérculos a daños mecánicos, lo cual unido a su poca vida de anaquel (3 días), revalida la importancia de un adecuado manejo poscosecha de este tubérculo.
- En la norma cubana (NC-514, 2007), se presenta y describe todas las características que debe tener el producto para su consumo fresco, además de uniformizar las diferentes tecnologías a emplear, por lo cual es de carácter obligatorio su cumplimiento en nuestro país.
- En Cuba los problemas no están relacionados con el desconocimiento de la norma cubana (NC-514, 2007), sino con el incumplimiento de la misma en diversos acápite, tales como: manipulación, transporte, almacenamiento y conservación, lo cual es una violación de la disciplina tecnológica y redundante en efectos negativos en la calidad del producto y económicos en su comercialización.

Recomendaciones



RECOMENDACIONES:

- Impartir cursos de capacitación a los productores privados en la temática del manejo poscosecha de la yuca.
- Cumplir con lo establecido en la norma (NC-514, 2007) para la yuca en Cuba.
- Extender el estudio de las propiedades físico-mecánicas y químicas a otras variedades de tubérculos existentes en el país.
- Utilizar envases tales como: cajas de cartón o material plástico.
- Utilizar técnicas de refrigeración para conservar, almacenar y comercializar el producto.
- En la manipulación de los envases, no tirar, ni arrastrar el producto (en especial los sacos).

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA:

- ÁLVAREZ, E. Y. L., G.: *Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control Ed.*, 2002.
- ARAQUE, R.: *La yuca: su cultivo y sus usos*, Ed., 1961.
- ARISTIZABAL, J. S., T.: *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca Ed.*, 2007.
- BELLOTTI, A.: *Las plagas principales del cultivo de la yuca. Un panorama global, Ed.*, 2000a.
- BELLOTTI, A., ARIAS, B. Y REYES, J. . *Manejo de plagas de la yuca, Ed.*, 2000b.
- CADAVID, L. F.: *Producción de yuca. Manual. CLAYUCA Ed.*, 2005.
- CARBALLO Y PRADO, L. Y. M.: *Bióestadística, Ed.* Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1980.
- CARDÍN, P.: *Insectos y enfermedades de la yuca en Cuba, , Ed.*, 1910.
- CASTRO, A. J. C. T. Y. E. C.: *Métodos de siembra y cuidado inicial de la yuca, Ed.*, 1978.
- CEBALLOS, H.: *La yuca en Colombia y en el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario, Ed.*, 2002.
- COCK, J. H.: *Potencial agronómico para la productividad de la yuca.*, Ed., 1978.
- FONSECA, J. S., D.: *Tecnología poscosecha de la yuca fresca parafinada para exportación en Costa Rica, Ed.*, 2001.
- HOWELWR, R. H.: *Nutrición mineral y fertilización de la yuca.*, Ed., 1978.
- INCONTEC. *Alimentos para animales. Yuca integral seca para consumo animal, Ed.*, 2002.
- ISI. *Determination of pH in starch and syrup. International Starch Institute (ISI), Ed.*, 1999.
- LEÓN, J.: *Semilla vegetativa de yuca, Ed.*, 2002.
- LOPEZ, M., VAZQUEZ E. , LOPEZ R.: *RAICES Y TUBERCULOS, Ed.* PUEBLO Y EDUCACION, 1995.
- LOZANO, J. B., A. DOLL, J. LEIHNER, D. REYES, J.A.: *Problemas en el cultivo de la yuca .Centro Internacional de Agricultura Tropical Ed.*, 1981.
- MARTÍNEZ, C. M. H.: *Fundamentos del manejo y tratamiento poscosecha de productos agrícolas, Ed.* Editorial universitaria Félix Varela, La Habana, Cuba, 2012.
- MARTINEZ , E., GONZALESZ, M.: *INSTRUCTIVO TECNICO DEL CULTIVO DE LA YUCA, Ed.*, 2008.
- MINAGRI. *Informe Central al V Encuentro Técnico Nacional de la Yuca, Ed.*, 1982.
- MONTALVO, A.: *El cultivo de la yuca, Ed.*, 1972.
- . *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales Ed.*, 1991.
- . *La yuca frente al hambre del mundo tropical Ed.*, 1996.
- NC-ISO: 1842-2001. Productos de frutas, vegetales y viandas. Determinación del pH, Ed., 2001.
- NC-ISO: 2173-2001. Productos de frutas, vegetales y viandas. Determinación de Sólidos Solubles Totales, Ed., 2001.
- NORMA (CODEX STAN 238-2003). LA YUCA (MANDIOCA) DULCE.
- NC 514: 2007. YUCA (MANDIOCA) DULCE—ESPECIFICACIONES (Cassava—Specifications).

- OSPINA, B., GARCÍA, M. Y ALCALDE, C.: *Sistemas mecanizados desiembr y cosecha para el cultivo de la yuca, Ed.*, 2002.
- SÁNCHEZ, T.: "Evaluación de 600 variedades de Yuca ": 2004.
- TORO, J. C., CAÑA,A.: *Determinación del contenido de materia seca y almidon en yuca por el sistema de gravedad específico, Ed.*, 1983.
- WHEATLEY, C.: *Almacenamiento de raices frescas de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Ed.*, 1983.
- WHEATLEY, C., LOZANO, C. Y GÓMEZ, G.: *Post-harvest deterioration of cassava roots, [en línea] [Consulta].1985*

Anexos



ANEXOS:

Anexo 1. NORMA CUBANA NC-514: 2007

NORMA CUBANA NC-514:2007.YUCA (MANDIOCA) DULCE—ESPECIFICACIONES (Cassava— Specifications).

ICS: 67.080.201. Edición Junio 2007. REPRODUCCIÓN PROHIBIDA Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu

Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización. La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 54 de Frutas y Hortalizas Frescas en el que están representadas las siguientes Instituciones:

- Ministerio de la Agricultura (MINAG) - Oficina Nacional de Normalización (ONN) - Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). - Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) - Instituto de Investigaciones Hortícola “Liliana Dimí trova” (IIHLD) - Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA)
- Unión de Acopio. (UNA) - Unión de Conservas de Vegetales (UCV) - Empresa Nacional Comercializadora y Productora de Frutas Selectas y Plantas Ornamentales

(Fruti flora). - S.I.S. Cuba control S.A. - Ministerio de Comercio Interior - Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV) - Centro Nacional de Inspección de la Calidad (CNICA) - Centro Nacional de Envases y Embalajes (CNEE) - Unión Agropecuaria Militar (UAM) - Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP)

- Es una adopción de la norma CODEX STAN 238-2003 (EMD-1-2005) para la Yuca (Mandioca) Dulce. El presente documento presenta un cambio porque se agrega 11 (Inspección de aceptación), 12 (Transportación, almacenamiento, y conservación) y no como se especifica en el documento.

- Sustituye a la NC 77-50:1991 Frutas y vegetales naturales. Yuca. Especificaciones de calidad.

© NC, 2007 Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de: Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba. Impreso en Cuba.

YUCA (MANDIOCA) DULCE — ESPECIFICACIONES

1. Definición del producto

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales dulces de raíces de yuca (mandioca) obtenidas de *Manihot esculenta* Crantz, de la familia de las Euphorbiáceae, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su preparación y envasado. Se excluye la yuca (mandioca) destinada a la elaboración industrial.

2. Referencias normativas

Los siguientes documentos de referencia son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas, sólo es aplicable la edición citada incluyendo cualquier enmienda.

NC 77- 86:1988. Frutas y Vegetales Naturales. Frutas, Hortalizas y Viandas. Términos y definiciones. NC 108: 2001 Norma general para el Etiquetado de los Alimentos preenvasados. NC- ISO 874: 2003 Frutas y Vegetales Naturales. Muestreo. NC 455:2006 SNSA. Manipulación de alimentos. Requisitos Sanitarios. NC 454: 2006 SNSA. Transportación de alimentos. Requisitos sanitarios generales. NC 492: 2006 SNSA. Almacenamiento de alimentos. Requisitos sanitarios generales. NC 143: 2002 Código de Práctica. Principios Generales de Higiene de los Alimentos. NC 38-05-08: 1988 SNSA. Frutas, viandas y hortalizas frescas. Requisitos sanitarios generales. NC 493:2006 SNSA. Contaminantes Metálicos en Alimentos. Regulaciones Sanitarias NC 38-02-04: 1987 SNSA. Plaguicidas en Alimentos. Regulaciones Sanitarias. CODEX CAC/RSP CP 44. 1995 Código Internacional de Prácticas Recomendadas para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Tropicales Frescas.

3. Términos y definiciones

A los fines de esta norma se aplican los términos y las definiciones establecidos en la NC 77- 86.

4. Disposiciones relativas a la calidad

4.1 Requisitos mínimos

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, la yuca (mandioca) deberá:

- ◆ estar entera;
- ◆ ser de consistencia firme;
- ◆ estar sana, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre, moho o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- ◆ estar prácticamente exenta de daños mecánicos y magulladuras;

- ◆ estar limpia y prácticamente exenta de cualquier materia extraña visible; excepto, aquellas sustancias permitidas que prolonguen su duración en el almacén;
- ◆ estar prácticamente exenta de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- ◆ estar prácticamente exenta de daños causados por plagas;
- ◆ estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- ◆ estar exenta de pérdida de color en la pulpa;
- ◆ exentas de cualquier olor y/o sabor extraño.

El corte en la parte distal (angosta) de la yuca no superara los 2 cm de diámetro. El extremo del pedúnculo deberá tener corte limpio, entre 1 cm y 1,25 cm de longitud. NOTA Comúnmente conocida en ciertas regiones como casava, manioc, mandioca, tapioca, aipim, etc.

4.1.1 La yuca (mandioca) deberá haberse recolectado con cuidado, y haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo fisiológico, teniendo en cuenta las características de la variedad y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de la yuca (mandioca) deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación,
- y legar en estado satisfactorio al lugar de destino.

4.2. Clasificación

La yuca (mandioca) se clasifica en tres categorías, según se definen a continuación:

4.2.1. Categoría “Extra”

La yuca (mandioca) de esta categoría deberá ser de calidad superior y característica de la variedad y/o tipo comercial. No deberá tener defectos, salvo defectos superficiales

muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

4.2.2. Categoría I

La yuca (mandioca) de esta categoría deberá ser de buena calidad y característica de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves en la forma,
- heridas siempre y cuando no superen el 5 por ciento de la superficie del producto;
- raspaduras, siempre y cuando no superen el 10 por ciento de la superficie del producto.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del producto.

4.2.3. Categoría II

Esta categoría comprende la yuca (mandioca) que no puede clasificarse en las categorías superiores, pero satisface los requisitos mínimos especificados en la Sección 4.1. Podrán permitirse, los siguientes defectos, siempre y cuando la yuca (mandioca) conserve sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y su presentación:

- defectos leves en la forma,
- heridas siempre y cuando no superen el 10 por ciento de la superficie del producto;
- raspaduras, siempre y cuando no superen el 20 por ciento de la superficie del producto.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del producto.

5. Disposiciones relativas a la clasificación por calibres

El calibre se determina por el diámetro de la sección transversal más gruesa de la raíz de las yucas, conforme a la siguiente tabla:

Código de Calibres Diámetro (cm)

A 3,5 – 6,0

B 6,1 – 8,0

C > 8,0

En todos los casos, la yuca no deberá pesar menos de 300 g ni tener menos de 20 cm de longitud.

6. Disposiciones relativas a las tolerancias

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

6.1 Tolerancias de calidad

6.1.1. Categoría “Extra “

El cinco por ciento, en número o en calibre, de yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría, pero satisfaga los de la categoría I o, excepcionalmente, que no supere las tolerancias establecidas para esta última.

6.1.2. Categoría I

El diez por ciento, en número o en calibre, de yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría, pero satisfaga los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no supere las tolerancias establecidas para esta última.

6.1.3. Categoría II

El diez por ciento, en número o en calibre, de yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

6.2. Tolerancias de calibre

Para todas las categorías, 10 por ciento en número o en peso de las yucas (mandiocas) que correspondan al calibre inmediatamente superior y/o inferior al indicado en el envase.

7. Disposiciones relativas a la presentación

7.1. Homogeneidad

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo en cuanto a la forma y estar constituido únicamente por yuca (mandioca) del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

7.2. Envasado

La yuca (mandioca) deberá envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

La yuca (mandioca) deberá disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44 – 1995).

7.2.1. Descripción de los envases

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de la yuca (mandioca). Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

8. Marcado o el etiquetado

8.1. Envases destinados al Consumidor

Además de los requisitos de la NC 108, se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

8.1.1. Naturaleza del producto

Cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto, y podrá etiquetarse con el nombre de la variedad.

8.1.2. Instrucciones de preparación

Se requiere la existencia de una leyenda que indique que la yuca (mandioca) deberá pelarse y cocinarse antes de su consumo.

8.2. Envases no destinados a la venta al por menor.

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visible desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan al embarque.

8.2.1. Identificación. Nombre y dirección del Exportador, Envasador y/o Expedidor. Código de identificación (facultativo).

8.2.2. Naturaleza del producto. Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad (facultativo).

8.2.3. Origen del producto País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito, o región de producción.

8.2.4. Identificación Comercial

- Categoría;
- Calibre (expresado como código o diámetro mínimo y máximo en cm);
- Peso neto - Instrucciones de preparación (ver Sección 8.1.2)

8.2.5. Marca de inspección oficial (facultativo)

9. Contaminantes

9.1. Metales pesados Los niveles de metales pesados en las yucas (mandiocas) deberán ajustarse a los niveles máximos para metales pesados establecidos en la NC 493.

9.2. Residuos de Plaguicidas

La yuca (mandioca) deberá ajustarse a los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la NC 38-02-04 y el Registro Central de Plaguicidas de la República de Cuba.

10. Higiene

Los productos regulados por las disposiciones de la presente norma se prepararán y manipularán de conformidad con la NC 143 y la NC 38-05-08.

De acuerdo con las Buenas Prácticas, el producto estará exento de sustancias objetables.

Cuando se analice, siguiendo los métodos apropiados de muestreo y examen, el producto deberá estar exento de parásitos y de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud y no deberá contener ninguna sustancia

generada por microorganismos en cantidades que puedan representar este mismo peligro.

11. Inspección de aceptación

11.1. Método de Inspección

Se establece el método de inspección por muestreo.

11.2. Plan de muestreo

El muestreo se realizará según lo establecido en la NC/ISO: 874.

12. Transportación, manipulación, almacenamiento y conservación

12.1. Transportación y Manipulación

El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes. El vehículo empleado para el transporte no puede contener restos de plaguicidas, ni de sustancias tóxicas. Se evitará la transportación en las horas de una mayor incidencia solar.

Además se cumplirá con lo establecido en la NC 455 y la NC 454.

12.2. Almacenamiento y conservación

La yuca (mandioca) después de recolectados se protegerá del sol y la lluvia hasta su transportación, la cual no debe exceder las ocho horas desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora.

El almacenamiento a temperatura ambiente se realizará en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectar al producto.

El almacenamiento en cámaras frigoríficas se realizará a una temperatura 8 °C – 10 °C, con una humedad relativa de 85% - 90% por 7 días.

Además se cumplirá con lo establecido en la NC 492.

Anexo 2: NORMA DEL CODEX PARA LA YUCA (MANDIOCA) DULCE¹ (CODEX STAN 238-2003)

NORMA DEL CODEX PARA LA YUCA (MANDIOCA) DULCE¹ (CODEX STAN 238-2003) 1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales dulces² de raíces de yuca (mandioca) obtenidas de *Manihot esculenta* Crantz, de la familia Euphorbiaceae, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluye la yuca (mandioca) destinada a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1. REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, la yuca (mandioca) deberá:

- estar entera;
- estar sana, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre, moho o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpia, y prácticamente exenta de cualquier materia extraña visible, excepto aquellas sustancias permitidas que prolonguen su vida útil;
- estar prácticamente exenta de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exenta de daños causados por plagas;
- estar exenta de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exenta de cualquier olor y/o sabor extraños;

- ser de consistencia firme;
- estar prácticamente exenta de daños mecánicos y magulladuras;
- estar exenta de pérdida de color en la pulpa.

El corte en la parte distal (angosta) de la yuca no deberá superar los 2 cm de diámetro. El extremo del pedúnculo deberá tener un corte limpio entre 1 y 1,25 cm de longitud.

2.1.1. La yuca (mandioca) deberá haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo fisiológico, teniendo en cuenta las características de la variedad y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de la yuca (mandioca) deberán ser tales que le permita:

- soportar el transporte y la manipulación;
- y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

1. Comúnmente conocida en algunas regiones como: manioc, tapioca, aipim, etc. 2. Las variedades dulces de yuca (mandioca) son aquellas que contienen menos de 50 mg/kg de cianuro de hidrógeno (sobre la base de peso de producto fresco). En todos los casos, la yuca (mandioca) deberá pelarse y cocerse completamente antes de su consumo. 3 Esta disposición permite el olor causado por los conservantes utilizados de conformidad con las reglamentaciones correspondientes.

2.2. CLASIFICACIÓN

La yuca (mandioca) se clasifica en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1. Categoría “Extra”

Las yucas (mandioca) de esta categoría deberán ser de calidad superior y característica de la variedad y/o tipo comercial. No deberá tener defectos, salvo defectos superficiales

muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

2.2.2. Categoría I

La yuca (mandioca) de esta categoría deberá ser de buena calidad y característica de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma;
- heridas o daños cicatrizados, siempre y cuando no superen el 5% de la superficie del producto;
- raspaduras, siempre y cuando no superen el 10% de la superficie del producto. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del producto.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende la yuca (mandioca) que no puede clasificarse en las categorías superiores, pero satisface los requisitos mínimos especificados en la Sección

2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando la yuca (mandioca) conserve sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma;
- heridas o daños cicatrizados, siempre y cuando no superen el 10% de la superficie del producto;
- raspaduras, siempre y cuando no superen el 20% de la superficie del producto.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del producto.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina por el diámetro en la sección transversal más gruesa de la raíz, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de calibre	Diámetro (en centímetros)
A	3,5 – 6,0
B	6,1 – 8,0
C	> 8,0

En todos los casos, la yuca (mandioca) no deberá pesar menos de 300 g ni tener menos de 20 cm de longitud.

4.1. TOLERANCIAS DE CALIDAD

4.1.1. Categoría “Extra”

El 5%, en número o en peso, de la yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría pero satisfaga los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no supere las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I

El 10%, en número o en peso, de la yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría pero satisfaga los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no supere las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II

El 10%, en número o en peso, de yuca (mandioca) que no satisfaga los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

Para todas las categorías, el 10%, en número o en peso, de las yucas (mandiocas) que correspondan al calibre inmediatamente superior y/o inferior al indicado en el envase.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

5.1. HOMOGENEIDAD

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo en cuanto a la forma y estar constituido únicamente por yuca (mandioca) del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2. ENVASADO

La yuca (mandioca) deberá envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico. La yuca (mandioca) deberá disponerse en envases que se ajusten al Código de Prácticas para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.2.1. Descripción de los Envases

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de la yuca (mandioca). Los envases deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1. ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos de la Norma General para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1. Naturaleza del Producto Cada envase deberá etiquetarse con el nombre y tipo (dulce) del producto, y podrá etiquetarse con el nombre de la variedad.

Para los fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria.

6.1.2. Instrucciones de Preparación:

Se requiere la existencia de una leyenda que indique que la yuca (mandioca) deberá pelarse y cocerse completamente antes de su consumo.

6.2. ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visible desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío.

6.2.1. Identificación Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo)

6.2.2. Naturaleza del Producto Nombre del producto y tipo (dulce) si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad (facultativo).

6.2.3. Origen del Producto País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4. Especificaciones Comerciales - Categoría;

- Calibre (expresado como código de calibre o diámetro mínimo y máximo en cm); -
Peso neto;

- Instrucciones de preparación (véase Sección 6.1.2).

6.2.5. Marca de Inspección Oficial (facultativa)

7. CONTAMINANTES

7.1. El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995). En ausencia de un nivel máximo del Codex para el cianuro de hidrógeno, la legislación nacional del país importador deberá establecer un nivel máximo aceptable basado en la inocuidad del alimento.

7.2. El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

8. HIGIENE

8.1. Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2. El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997)