

TECNOLOGÍAS PARA LA PARAFINACIÓN Y EL ENCERADO DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE



FUNDACIÓN PROMOTORA
DEL CANAL DEL DIQUE

TECNOLOGÍAS PARA LA PARAFINACIÓN Y EL ENCERADO DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA

Sandra Milena Barona Ramírez



FUNDACION PROMOTORA
DEL CANAL DEL DIQUE

Este documento hace parte del Proyecto:

“Apoyo al establecimiento de nuevas áreas agrícolas y/o mejoramiento de áreas ya establecidas, de pequeña y mediana escala”.

Subproyecto:

Poscosecha de yuca

MÓDULO 4: TECNOLOGÍAS PARA LA PARAFINACIÓN Y EL ENCERADO DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA

El contenido de esta publicación fue preparado por Sandra Milena Barona Ramírez, Ingeniera Agrícola y Especialista en Negocios Internacionales. Actualmente es Consultora de la Corporación CLAYUCA. E-mail: s.barona@clayuca.org

Diseño e impresión: Corporación CLAYUCA
Agosto, 2015. Palmira, Colombia
Teléfono: (57-2) 445 01 59
Fax: (57-2) 445 00 73
E-mail: b.ospina@clayuca.org

CONTENIDO

	Página
Introducción	1
1. Aspectos Importantes de la Calidad de las Raíces Frescas de Yuca	1
1.1. Control de calidad de las raíces frescas de yuca	1
1.2. Aspectos de calidad de raíces de yuca	3
1.3. Características relacionadas con la calidad química de las raíces o su composición	4
1.4. Características físicas de las raíces (calidad física)	5
1.5. Otros Factores que afectan la calidad de las raíces de yuca	7
1.6. Labores de cosecha.	10
1.7. Labores en la planta de procesamiento	11
2. Tecnologías de Procesamiento de Yuca Parafinada y Encerada	13
2.1. Descripción del producto	14
2.2. Etapas del proceso	14
2.3. Proceso de parafinado	17
2.4. Proceso de encerado	21
2.5. Infraestructura de una planta de parafinación y encerado	24
2.6. Costos de producción de yuca parafinada y encerada	26
3. Congelación de Trozos o Astillas de Yuca	27
3.1. Despunte, cilindrado y pelado	27
3.2. Tratamiento para la conservación	28
3.3. Congelación y almacenamiento	28
Bibliografía	30



TECNOLOGÍAS PARA LA PARAFINACIÓN Y EL ENCERADO DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es uno de alimentos vegetales de mayor contenido de energía tanto para consumo humano como animal. Adicionalmente es uno de los cultivos que está creciendo con mayor rapidez en el mundo y que está resistiendo mejor que otros, el aumento de las temperaturas y las prolongadas sequías como consecuencia del cambio climático. Para que los aumentos en producción de yuca sean usados eficientemente, es necesario utilizar tecnologías que permitan evitar los efectos del rápido deterioro fisiológico poscosecha (DFP) que sufren las raíces de yuca, después de la cosecha.

Una de las tecnologías de manejo poscosecha que más se está utilizando en los mercados de yuca fresca para consumo humano es la parafinación o parafinado de raíces de yuca. Con esta tecnología de procesamiento es posible extender la vida útil de las raíces de yuca por períodos de hasta 3-4 semanas, sin que se presenten deterioros que afecten su calidad e impidan su consumo en la alimentación humana.

La tecnología de parafinación es muy útil para los productores y comercializadores de la yuca porque les ayuda a crear vínculos con mercados que están más distantes, con base en que pueden entregar un producto final, raíces de yuca, que satisfacen los requerimientos de calidad de los consumidores.

En la presente cartilla se explican algunas de las diferentes opciones tecnológicas que existen actualmente, y que están disponibles, para establecer procesos de parafinado y encerado de raíces de yuca fresca. También se mencionan algunos aspectos básicos de otra tecnología muy importante para el manejo poscosecha de raíces de yuca fresca: la tecnología de congelado.

Se espera que la información técnica contenida en esta publicación sea de utilidad para los grupos de productores y los pequeños y medianos empresarios que deseen incursionar en el mercado de consumo de yuca fresca, para el cual estas tecnologías pueden ser muy importantes.

1. ASPECTOS IMPORTANTES DE LA CALIDAD DE LAS RAÍCES FRESCAS DE YUCA

1.1 Control de Calidad en las Raíces Frescas de Yuca

La calidad de un producto se mide por la forma en que sus características cumplen con:

- Las disposiciones legales de sanidad.
- La composición física o química.
- El gusto o aceptabilidad por parte del consumidor.



Un producto puede cumplir con las disposiciones legales y, sin embargo, puede ser rechazado por el consumidor debido a su color, olor, sabor, composición química alterada, etc. Por eso, el control de calidad no sólo debe ocuparse del cumplimiento de las normas legales, sino también de los aspectos que determinan la aceptación por parte de los consumidores.

En el control de la calidad de las raíces de yuca se integran los siguientes aspectos:

- La variedad de la yuca y el estado de calidad que presenten la raíces en el momento de ser procesadas.
- La supervisión del proceso de producción (este es un proceso que toma varios meses).
- La cosecha.
- El control sanitario en la planta de procesamiento.
- La inspección de la materia prima al momento de arribar a la planta de procesamiento.
- La inspección del producto final.
- Buenas prácticas de manufactura.

La variedad de yuca incide directamente en las características de la calidad de la yuca que es usada como materia prima, imprimiendo en ella condiciones organolépticas, físicas y químicas que son específicas; por ejemplo, las amas de casa prefieren raíces de tamaño mediano de forma cónica o cilíndrica, con facilidad para ser peladas, cáscara rosada y pulpa blanca. Nunca se deben incluir en el procesamiento de raíces frescas de yuca para consumo humano, variedades de yucas con sabor amargo.

En el proceso productivo se debe llevar una correcta y eficaz supervisión debido a que el buen manejo del suelo y del cultivo, incluyendo un manejo integral de plagas y enfermedades, llevará a tener altos rendimientos y raíces con la calidad requerida para ser usada como materia prima en el procesamiento.

El proceso de cosecha es quizás el factor que más influencia tiene en la calidad de las raíces de yuca al momento de llegar a la planta de procesamiento. Las labores de cosecha se deben realizar usando métodos adecuados para evitar daños en las raíces que afectan su calidad.

El control sanitario es el control sistemático de las buenas prácticas durante el transporte, el almacenamiento y el procesamiento del producto, de tal forma que se logre prevenir la contaminación por microorganismos, insectos, roedores y otros seres vivos nocivos, y también por sustancias químicas extrañas o de dudosa procedencia. Tiene en cuenta el control sanitario de aguas y desechos que incluye el examen y tratamiento del agua que se emplea en la fábrica. Asimismo, se ocupa de la conducción de aguas residuales y del manejo de otros desechos. El control sanitario del personal y del equipo de la fábrica, abarca la salud e higiene de los empleados, así como la limpieza y desinfección del equipo y de los locales en donde se efectúa la elaboración.

Con el examen y el análisis de la materia prima y del producto final no se puede mejorar su calidad, sino verificar su aceptabilidad de acuerdo con el patrón establecido. Esta actividad, por lo tanto, es una inspección y no un control. Si todos los demás aspectos han sido seguidos estrictamente, la inspección del producto final no será necesaria, pero al ser actividades en donde se involucran muchas variables es importante la revisión sistemática y controlada de la materia prima y del producto terminado.



Cada tecnología tiene unos parámetros a tener en cuenta desde el momento de la elección de la variedad, la producción, la cosecha y la poscosecha; que permiten hacer del negocio de la yuca una actividad comercial sostenible y competitiva.

Es importante mencionar que por las exigencias en calidad de raíces para el proceso de parafinado, la empresa debe contar con un proceso o mercado paralelo que le permita utilizar o comercializar la yuca que no cumple las características y es rechazada.

El control de calidad tiene éxito si todas las funciones de la empresa se integran, con el fin de ofrecer un producto de excelente calidad.

1.2. Aspectos de Calidad de Raíces de Yuca

En el negocio de productos basados en yuca, la materia prima es el renglón que tiene la mayor incidencia dentro de los costos totales del producto final. Por lo tanto, es importante definir algunas pautas orientadas a la regulación de su calidad.

El control de calidad en las raíces frescas puede definirse como el proceso mediante el cual éstas se seleccionan y se manejan adecuadamente, con el fin de obtener un producto que responda a los patrones de calidad establecidos por los consumidores finales.

En el mundo existen alrededor de 7.000 clones de yuca (especie *Manihot esculenta* Crantz) que se adaptan desde el nivel del mar hasta alturas de 2.000 msnm y que pueden prosperar satisfactoriamente, tanto en regiones del trópico húmedo como en regiones desérticas. Cada variedad presenta características propias que tienen que ver con su cáscara, color del parénquima, contenido de cianuro, tamaño del gránulo de almidón, etc. Estas características de la raíz fresca le imprimen al producto final unas cualidades, que determinan su comportamiento específico, dependiendo de la categoría de alimento donde se quiera incluir.

El mercado para el cual se ofrece el producto debe dar las directrices que permitan elegir el clon o variedad que mejor se ajuste a los requerimientos del consumidor. Dentro del mercado de la yuca fresca, las características se pueden dividir en dos grandes grupos: el primero tiene que ver con el clon o variedad y la época de cosecha (calidad química) y el segundo tiene que ver con algunos aspectos físicos y de sanidad al momento de la transacción o compra-venta (calidad física).

Las características que se consideran en la calidad química son: contenido de materia seca o humedad y contenido de cianuro CN (en pulpa y en la cáscara). En la calidad física o morfológica se tiene en cuenta la calidad culinaria y las porciones o cantidades de raíces con deterioro fisiológico o microbiano, raíces pequeñas o raicillas, longitud del pedúnculo, color de la pulpa, color de la cáscara, materiales extraños (tierra, piedras, hojas, tallos, etc.), raíces con ataques de plagas y enfermedades y raíces con presencia de residuos tóxicos.

Por ejemplo, la variedad de yuca que tiene la mayor aceptación para el mercado fresco es “Valencia”, porque dentro de su calidad física, su cáscara permite un pelado fácil, se ablanda rápido, su pulpa es de color blanco, cáscara rosada, posee un pedúnculo bien formado y se desarrolla en tamaños y longitudes aceptadas en este mercado.



1.3. Características Relacionadas con la Calidad Química de las Raíces o su Composición

La variedad de la yuca y la edad del cultivo al momento de la cosecha, son variables que determinan el contenido de humedad y los niveles de cianuro que puedan presentarse en la etapa de su madurez y de cosecha. Estos dos aspectos son los aspectos más importantes al momento de hacer el control de calidad a las raíces frescas (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de raíces de yuca fresca (valores promedio):

Parámetro	Valor
Valor energético (calorías)	1460 cal/kg
Humedad, %	66
Carbohidratos, %	35
Proteína, %	1,2
Grasa, %	0.2
Fibra, %	3,1
Ceniza, %	1,9
Ca, mg/kg	330
P, mg/kg	440
Fe, mg/kg	7
Vit. A, mg/kg	0,21
Tiamina, mg/kg	0.6
Riboflavina	0,8
Niacina, mg/kg	6
Ácido Ascórbico, mg/kg	360

Humedad inicial de las raíces frescas

La humedad inicial de las raíces es una de las variables que determina la edad de cosecha. En estos momentos se dispone de un método sencillo para determinar la humedad inicial de las raíces frescas al momento del recibo de los lotes en la empresa, por medio de la medición de la Gravedad Específica.

Contenido de ácido cianhídrico

La yuca contiene dos glucósidos cianogénicos llamados lotaustralina y linamarina, que se hidrolizan en presencia de linamaraza para dar ácido cianhídrico o prúsico en cantidades que pueden llegar a ser mortales. El límite máximo aceptado en la yuca fresca para consumo humano es 60 ppm; es decir, 60 mg de cianuro por kilogramo de yuca fresca. Las variedades que poseen bajos contenidos de cianuro se han considerado como variedades dulces. La cocción de las raíces elimina el cianuro de los tejidos de la pulpa.



1.4. Características Físicas de las Raíces (Calidad Física)

Las tres partes que componen la raíz son:

- Corteza: donde se incluyen los tejidos corticales (felógeno y parénquima), el floema y el cambium.
- Parte comestible: compuesta principalmente de xilema y parénquima con abundancia de almidón.
- Fibra central: formada por vasos duros del xilema.

El xilema y la fibra central permiten visualizar en forma inicial, durante la etapa poscosecha, el síntoma conocido como "deterioro vascular de origen fisiológico" u "oxidación", por ser éstos los primeros tejidos en perder agua y manifestar el estrés provocado.

Calidad culinaria

La calidad culinaria tiene que ver con el tiempo de cocción o preparación de las raíces y con su aceptación por degustación que manifiesta el consumidor. Para hacer esta prueba, se seleccionan al azar varias raíces para someterlas a un proceso de cocción. El tiempo de cocción no debe superar los 30 minutos, al final la yuca cocida debe tener una consistencia entre dura y muy blanda. El sabor no debe ser ni amargo ni dulce. El primero, significa que tienen un alto contenido de ácido cianhídrico y el segundo, que tienen alto contenido de azúcar. Las fibras no deben presentarse, ni tampoco tejidos lignificados. La consistencia debe ser firme, sin porciones duras ni vidriosas, el color del almidón debe ser blanco o de color amarillento, y nunca transparente.

Calidad morfológica

La calidad morfológica comprende ciertas características de la forma de la raíz que están relacionadas con su aptitud para ser conservadas, y esto se da según la variedad. Los principales aspectos que contempla la calidad morfológica es: raíces cilíndricas o cónicas, con pedúnculo bien desarrollado, esta condición les permite sufrir menos daños físicos durante la cosecha y el almacenamiento. Pedúnculos más largos que cortos, los cortos son difíciles de separar y casi siempre se rompe la cascara y se daña el parénquima. Raíces redondas y largas tienden a dañarse con mayor facilidad.

Raíces con presencia de deterioro fisiológico y microbiano

Inmediatamente después de la cosecha, las raíces de yuca pueden sufrir dos tipos de deterioros: uno fisiológico y el otro de origen microbiano.

En el deterioro fisiológico, las raíces muestran una fluorescencia azul brillante bajo la luz ultravioleta, debido a la acumulación de un fenol denominado escopoletina, que es una indicación del inicio del deterioro. El deterioro fisiológico comienza con las heridas que casi siempre se causan en los extremos distal y proximal de la raíz durante el proceso de cosecha (Figura 1). Este deterioro necesita oxígeno para su desarrollo e involucra reacciones enzimáticas. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de escala de evaluación de deterioro fisiológico.

La descomposición microbiana empieza desde el quinto al séptimo día después de la cosecha. Este deterioro se manifiesta inicialmente por un estriado vascular, semejante al observado en tejidos con deterioro fisiológico; posteriormente, se convierte en una pudrición húmeda, con fermentación y maceración de los tejidos y con un olor característico.

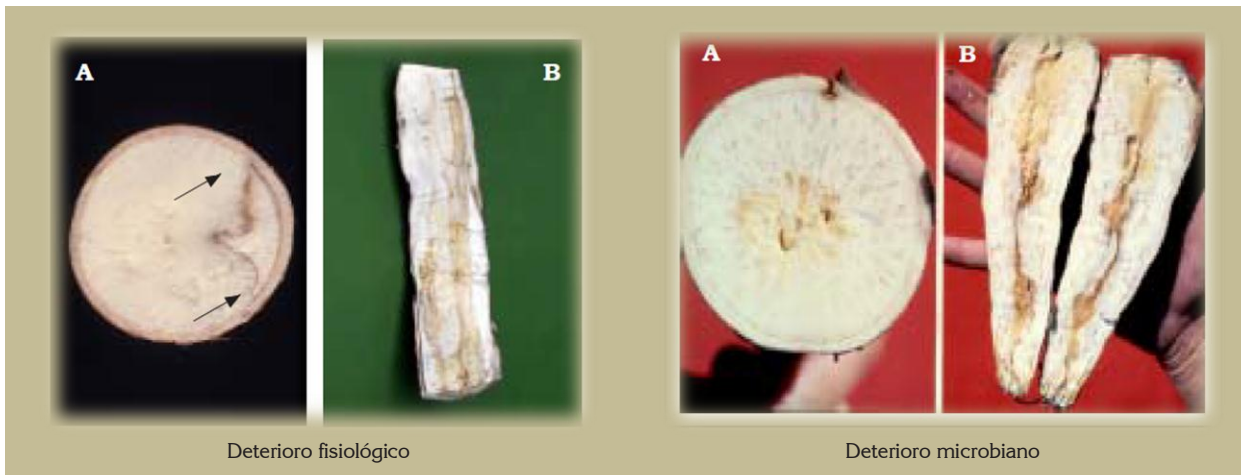


Figura 1. El deterioro fisiológico se presenta con un color azul oscuro (flechas) a los tejidos que están cerca del xilema. (A) Corte transversal de la raíz. (B) Corte longitudinal. El deterioro microbiano se manifiesta primero como un estriado vascular (A) y luego como una pudrición húmeda (B).

El deterioro microbiano está asociado a la actividad de microorganismos patógenos, y es propiciado por ambientes húmedos y altas temperaturas, especialmente en raíces con daños físicos, afectando el olor, el aroma, el sabor y la textura de la pulpa de las raíces.

Para el procesamiento de yuca fresca para consumo humano no se deben aceptar raíces con ningún tipo de deterioro.



Figura 2. Escala de 1 a 10 para la evaluación del deterioro fisiológico.



Raíces pequeñas

Las raíces pequeñas son las que no cumplen con el diámetro y la longitud requerida por cada proceso. Las raicillas tienen diámetros menores a 2 cm y en ellas la proporción del tocón y de la cáscara es mucho mayor que la proporción en las raíces normales.

Raíces con ataques de plagas, enfermedades y presencia residuos tóxicos

Durante el período vegetativo de la planta, las raíces permanecen expuestas al ataque de diversos agentes. Un ejemplo de esto es la nodulación y manchado de las raíces debido al ataque de nematodos que ocasionan la aparición de nódulos o protuberancias en la superficie de las raíces. Otro ejemplo es el ataque de bacteriosis que genera manchas parduscas en el parénquima. Al remover la cutícula de las raíces que han sido atacadas por la chinche subterránea de la viruela, se ven puntos de color marrón – negro que corresponden a los sitios donde el insecto inserta su estilete, convirtiéndose en puntos de entrada de microorganismos.

La identificación de las principales causas que originan el rechazo son las siguientes, en orden de mayor incidencia: raíces pequeñas, destronque, despunte y grosor mínimo o máximo, daños mecánicos, deformidades, heridas, enfermedades y daños provocados por roedores e insectos.

1.5. Otros Factores que Afectan la Calidad de las Raíces de Yuca

Material de propagación

Las características varietales propias de la yuca y el uso final de la producción, permiten escoger la variedad idónea a producir. Sin embargo, independientemente de esta decisión, antes de sembrar, es fundamental conocer el estado del cultivo del que se extraen las estacas (secciones del tallo) que se usarán como semilla, y recordar que aunque la propagación asexual de la yuca no presenta dificultades en materia de segregación genética, sí surgen muchos problemas de índole sanitario por utilizar semilla infectada, los cuales fácilmente pueden trasladarse a otras zonas productoras. Con respecto a la propagación asexual, se pueden presentar cierta susceptibilidad a mutaciones somáticas ante condiciones climáticas adversas y radiaciones anormales.

Por lo general, no se da mayor importancia al empleo de semilla sana. Tampoco se desinfectan las estacas y esta operación es esencial para evitar considerables perjuicios en la producción y no atribuir a otros factores la ausencia de máximos rendimientos de cosecha.

Suelos y necesidades nutricionales

Las características físicas del suelo inciden mucho en la forma de la raíz: aquellos suelos pesados arcillosos o con poca preparación, tenderán a producir yuca con un menor tamaño, pero con mayor grosor y con deformidades (sin calidad de exportación), y los sueltos o arenosos darán lugar a yucas alargadas y más delgadas.

Además, como la yuca extrae muchos nutrientes del suelo, si se da una siembra inmediatamente después de una cosecha y no se fertiliza, se reducen considerablemente los rendimientos, la calidad y se presenta una mayor susceptibilidad a problemas sanitarios; por eso, se ha recomendado la rotación de cultivos o la incorporación a las capas más superficiales del suelo de toda la vegetación producida (por el propio cultivo y la maleza), en el proceso de preparación del suelo.



Es importante señalar que altas reservas de almidón en las raíces, pueden aumentar el potencial de vida comercial de la yuca, una vez cosechada, de ahí la importancia de la fertilización y otros controles para generar la acumulación de almidón en la raíz.

Condiciones ambientales

En general, la yuca se siembra en altitudes medias o bajas del trópico, y recibe unas 10 ó 12 horas de luz al día, por lo que ese factor no resulta limitante; incluso se han reportado cultivos que reciben ocho horas de luz y obtienen raíces con tamaños comerciales y buena calidad poscosecha.

La alta pluviosidad, por su parte, unido a una mala preparación del terreno y a texturas pesadas o arcillosas, afecta considerablemente a la planta y también la calidad poscosecha de la yuca. Durante épocas muy lluviosas, se presentan algunos hongos en yucas cosechadas, que causan pudriciones internas. Para reducir esos problemas, se debe ser estricto con la selección y la preparación del terreno, evitando las acumulaciones de agua que favorezcan estos patógenos.

Prácticas agronómicas

La determinación de la densidad de siembra o el asocio con otro cultivo es una práctica agronómica que refleja la calidad final del producto. En general, altas densidades suelen producir raíces más delgadas y, posiblemente, con problemas de maltratos en la cosecha (especialmente si se asocia con la siembra de estacas en forma horizontal), mientras que las bajas densidades tienden a ofrecer yucas extremadamente largas.

La preparación del terreno es otra práctica recomendable, especialmente en los casos de suelos pesados en zonas muy lluviosas. En el caso de la yuca fresca de exportación, la construcción de surcos o lomillos es ideal, ver Figura 3, pues logra menos daños mecánicos y fisiológicos, mientras que la siembra en "plano" se presenta como una alternativa factible cuando se cuenta con suelos livianos (no arcillosos).



Figura 3. Cultivo de yuca.



El control de malezas es igualmente una práctica importante durante las primeras etapas del desarrollo de la planta, porque evita la alta competencia por energía lumínica y nutrientes, que pueden afectar el tamaño de las raíces.

Plagas y enfermedades

Los insectos que afectan la yuca con una acción devastadora, son los denominados "gusanos cachones" (*Erynnis ello* L.), los cuales, aunque inciden en forma intermitente en las zonas, pueden eliminar toda el área foliar de una plantación (Figura 4). Si el daño ocurre en un estado temprano de desarrollo, la planta tendrá rendimientos extremadamente bajos. Si ocurre en edad más avanzada, el efecto negativo se visualizará en la calidad poscosecha, por la reducción de tamaño y la pérdida de almidón en las raíces de yuca.



Figura 4. El gusano cachón es la plaga masticadora más importante de la yuca, puede defoliar un cultivo entero.

Otros insectos que limitan una buena producción son la chinche subterránea (*Cyrtomenus bergi* Froeshner), los ácaros, las escamas y los "trips" (insectos que atacan el follaje).

Por otro lado, hay hongos que dañan mucho el tejido foliar y tienen un efecto directo en la raíz. Los virus también afectan bastante el cultivo de la yuca, incluso, hay una enfermedad que provoca el denominado "cuero de sapo", cuya sintomatología consiste en el engrosamiento excesivo del tallo y las raíces se vuelven blandas con cáscaras corrugadas (Figura 5).

Para evitar estos daños es fundamental la buena selección y desinfección de la semilla, pero como en ocasiones esta recomendación no es siempre efectiva, se puede contar con la alternativa de utilizar plantas producidas in vitro, las cuales están libres de estos patógenos. Por último, otra plaga que suele ser muy dañina son los roedores; sin embargo, existen diversos controles, muchas veces muy particulares de las propias zonas de producción.



Figura 5. Raíces afectadas por cuero de sapo.

1.6. Labores de Cosecha

A partir de la cosecha se inicia la etapa poscosecha, momento en el que se visualiza la verdadera calidad de la yuca producida. De ahí en adelante, el mantenimiento de su calidad dependerá prácticamente de las personas encargadas del manejo (influencia externa).

Índice de cosecha

El rango óptimo para cosechar varía según el uso final del producto. En el caso de la yuca fresca y la congelada, se recomienda que sea de 9 a 12 meses, el período depende de la variedad, condición climática y precio del mercado.

Esto indica que la planificación de la cosecha para yuca de exportación e incluso para consumo en el mercado local, ha de estar bien coordinada con el comprador del producto, para así determinar con certeza el día de la poda de tallos, pues esa poda genera una mejor distribución de nutrientes hacia la raíz y un engrosamiento o maduración de la cáscara de la yuca. De esa forma, se obtiene un producto menos propenso al deterioro vascular, con cáscara más resistente a la manipulación y con poca incidencia a las heridas.

Operación de arranque

La cosecha de la yuca puede realizarse en forma mecánica, semimecánica o manual. En el proceso de parafinado debe ser manualmente, tirando fuertemente del trozo de tallo que queda luego de la poda de la parte aérea.

Una vez extraída toda la planta, se procede al corte o separación de las unidades. En el proceso de yuca congelada se hace uso de un subsolador modificado (mayor tamaño) y con alas verticales, para aumentar el ancho de la franja de terreno a cubrir.



Transporte a la planta

Las yucas cosechadas, deben transportarse a la planta procesadora. Ello implica dos aspectos: cómo y en qué se trasladarán. En cuanto al primer aspecto, las raíces requieren ser "preparadas", es decir, cortadas sus raíces adventicias delgadas, las cuales se ligan a las raíces de consumo, además de volver a hacer el corte del pedúnculo, si éste se ha realizado incorrectamente. Luego se llevan en sacos o en cajas de madera o de plástico, colocadas preferiblemente en forma horizontal (Figura 6).

Las cajas plásticas, alargadas y poco profundas son las más adecuadas. En cualquier caso, se debe tener el cuidado de no sobrellenar las cajas, ya que al estibar una sobre otra, se producen daños físicos que irremediablemente provocarán un deterioro muy rápido en el producto. Es importante también que el producto no se deje expuesto al sol.

El medio de transporte con el cual se llevará el producto del campo a la empacadora, requiere que, en lo posible, tenga una adecuada suspensión, con la cual disminuyan los movimientos y vibraciones. Si las vías no están en buenas condiciones, lo recomendable es transportar la yuca a una baja velocidad.



Figura 6. Selección final de las raíces después de la cosecha antes de ser llevadas a la planta.

1.7. Labores en la Planta de Procesamiento

Recepción

Las operaciones en la planta deben estar bien coordinadas, para que la yuca demore el menor tiempo posible antes de procesarse, almacenarse y transportarse al mercado consumidor.

Control de calidad

De la calidad de la materia prima depende el producto final; por ejemplo, en el caso de la yuca parafinada debe ser muy estricta la selección para cumplir con los requisitos que el consumidor exige a la hora de comprar. Para el proceso de yuca congelada existen menos exigencias.



Inspección y toma de muestras

El control de calidad que se hace al momento de la recepción de las raíces en la empresa es quizás el más importante, pues se realiza en presencia del propio proveedor o representante; y de acuerdo con los valores que arrojen los análisis de la calidad, se decide si se acepta o no la compra y las condiciones del negocio (precio).

El muestreo se efectúa al azar cuando se trata de un lote muy uniforme de raíces frescas de yuca. Cuando se presume que el lote no es muy uniforme, porque está compuesto de variedades diferentes o tienen inconvenientes, debe hacerse un muestreo selectivo, en cuyo caso, el muestreo no debe ser al azar. Se realizan las pruebas de cocción, degustación y revisión de condiciones físicas permitidas.

La empresa debe fijar políticas claras y precisas en relación con los proveedores, para garantizar que ellos dispongan de las cantidades requeridas de la variedad, para mantener la calidad ofrecida inicialmente. Por otra parte, debe efectuarse permanentemente un análisis de las características de los proveedores y sus productos, para utilizarlo como referencia para próximos pedidos, usando registros con formatos de control de calidad relacionados con los nombres de los proveedores.



2. TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE YUCA PARAFINADA Y ENCERADA

La yuca parafinada y la yuca encerada son dos productos comerciales que mantienen la raíz entera sin pelar, a la que se aplica parafina o cera natural como medio de preservación. La parafina utilizada es la que normalmente se usa para la elaboración de velas comunes y las ceras naturales son de un grado alimenticio formulado especialmente para recubrir frutas y hortalizas.

El objetivo de la parafina y la cera es formar una película protectora sobre el peridermo de la raíz, con el fin de disminuir el intercambio gaseoso con el ambiente. Al reducirlo, la actividad enzimática se disminuye, retrasando los procesos de oxidación y pardeamiento enzimático. Se destaca que internamente siguen algunos procesos de oxidación sobre los carbohidratos y retrogradación de los azúcares, que deben tenerse en cuenta. Es importante mencionar que la parafinación no mejora la calidad de la yuca, sino que como método de conservación permite ser comercializada con mayores márgenes de ganancia al aumentar la vida útil.

Las raíces de yuca se deterioran rápidamente, y para consumo humano a condiciones normales, sin refrigeración, deben consumirse antes de 2 ó 3 días después de la cosecha. El parafinado y el encerado realizado en raíces sanas y hasta dentro de las 24 horas siguientes a la cosecha, permite ser consumida sin refrigeración dentro de los 20 y 40 días después de la cosecha, siendo almacenada en condiciones atmosféricas normales, excepto que la raíz adquiere un sabor dulce, debido al proceso interno sobre los carbohidratos.

El mercado nacional de grandes cadenas de supermercados exige que la yuca fresca sea clasificada de primera calidad y esté debidamente parafinada o encerada (Figura 7). Igualmente, en mercados internacionales, la yuca parafinada es la única forma de ser comercializada como producto fresco y mantiene una gran demanda en países como Estados Unidos.



Figura 7. Yuca Parafinada y empacada tipo exportación.



2.1. Descripción del Producto

Yuca parafinada

Es una raíz de yuca sin pelar, que posee una cobertura de parafina, de forma similar a los quesos finos o las manzanas importadas que reciben una cobertura impermeable. En este caso, la parafina es un producto derivado del petróleo, la misma con la que se fabrican las velas comunes.

La parafinación logra los siguientes efectos en la yuca, que garantizan la conservación de las raíces:

- Inactivación parcial de las enzimas presentes en los tejidos de la yuca.
- Disminución notable de la permeabilidad al oxígeno y control indirecto de la acción de las peroxidasas.
- Reducción de la pérdida de agua.
- Disminución de la contaminación con microorganismos por la acción de las temperaturas altas producidas por el tratamiento.
- Control de las fermentaciones por disminución del recuento de levaduras.

Yuca encerada

Es una raíz de yuca sin pelar, con un recubrimiento de ceras naturales. Las ceras naturales utilizadas tienen un grado alimenticio formulado especialmente para recubrir raíces de yuca fresca. Las ceras son producidas con ésteres glicéridos de colofonia, que son utilizados como base de recubrimientos para frutas y otros productos alimenticios.

El uso de la cera en la raíz de la yuca:

- Se aplica a temperatura ambiente.
- Crea una atmósfera modificada pasiva.
- Reduce la tasa de deshidratación durante el período de almacenamiento.
- Reduce la tasa de respiración de las raíces de yuca.
- Da brillo duradero a la corteza de la raíz, proporcionándole una atractiva apariencia al producto.
- Alarga el tiempo de vida útil de la raíz de yuca.
- Es resistente al emblanquecimiento de la corteza de la raíz.
- Forma una barrera protectora física adicional contra el ataque de microorganismos.

2.2. Etapas del Proceso

La cosecha de yuca para ser parafinada o encerada

La cosecha de raíces para la producción de yuca parafinada debe hacerse manualmente y exige el máximo de cuidado para no causar ni cortadas ni roturas a las raíces (Figura 8). Las raíces deben conservar de 2 a 3 centímetros del pedúnculo. En general, en esta primera etapa de clasificación se seleccionan las raíces teniendo en cuenta raíces de tamaños medianos¹, longitudes entre 25 cm y 35 cm, diámetros entre 5 cm y 8 cm, libres de heridas y daños mecánicos, libres de defectos causados por enfermedades o ataques de animales, sin presencia de nudos y con pedúnculo. La yuca debe ser

¹ En el comercio internacional se maneja un peso mínimo de 300 gr.



procesada en el menor tiempo posible después de su cosecha, debido al rápido deterioro fisiológico a que se expone, una vez se realiza la recolección. Para evitar daños durante el transporte, se recomienda que las raíces se ubiquen preferiblemente en canastillas para evitar daños y facilitar la manipulación. Igualmente, debe evitarse la exposición prolongada al sol; así en el cultivo una vez cosechadas y seleccionadas deben cubrirse con hojas y, en lo posible, ubicarlas temporalmente en un lugar fresco.



Figura 8. Cosecha de yuca para el proceso.

En el campo se debe clasificar la yuca en dos calidades, según sus condiciones de primera y segunda, como aparece en la Tabla 2. En general, la yuca debe estar limpia, entera, fresca, libre de raíces secundarias, heridas, cortaduras y nódulos. No debe estar torcida, ni bifurcada y libre de plagas, enfermedades, olores y sabores extraños. Así mismo, su pulpa debe ser blanca o del color, según su variedad. En las canastillas que son llevadas al proceso de parafinación debe ir sólo yuca de primera calidad.

Tabla 2. Calidad de yuca fresca y sus parámetros de clasificación, según NTC1255.

Características	Calidad primera	Calidad segunda
Máximo de mezcla variedades	5%	10%
Tierra e impurezas	1%	2%
Daños	7%	10%
Deterioro	2%	5%
Insectos	1%	2%
Tolerancias máximas totales permitidas	10%	20%

Selección de materia prima en la planta de procesamiento

Los operarios en la planta, antes de iniciar el proceso de parafinado, realizarán de nuevo un control estricto de las raíces en una segunda etapa de clasificación, donde se verifica lo clasificado en la



cosecha y se eliminan las raíces que, durante el empaque en el campo y en el transporte a la fábrica, hayan sufrido daños.

Las raíces que entran al proceso de parafinado y encerado deben cumplir varios requisitos de calidad culinaria y de aspecto morfológico, exigido dentro de la comercialización en fresco (Figura 9). Las raíces que no cumplen con las características de tamaño, forma o por algún daño mecánico son enviadas a otros procesos como elaboración de almidón o yuca congelada, entre otros. La selección debe hacerse en cualquier etapa del proceso, incluso después de ser parafinada.

A continuación se presentan los defectos que no deben ser permitidos en la yuca que va a ingresar al proceso de parafinación y de encerado.

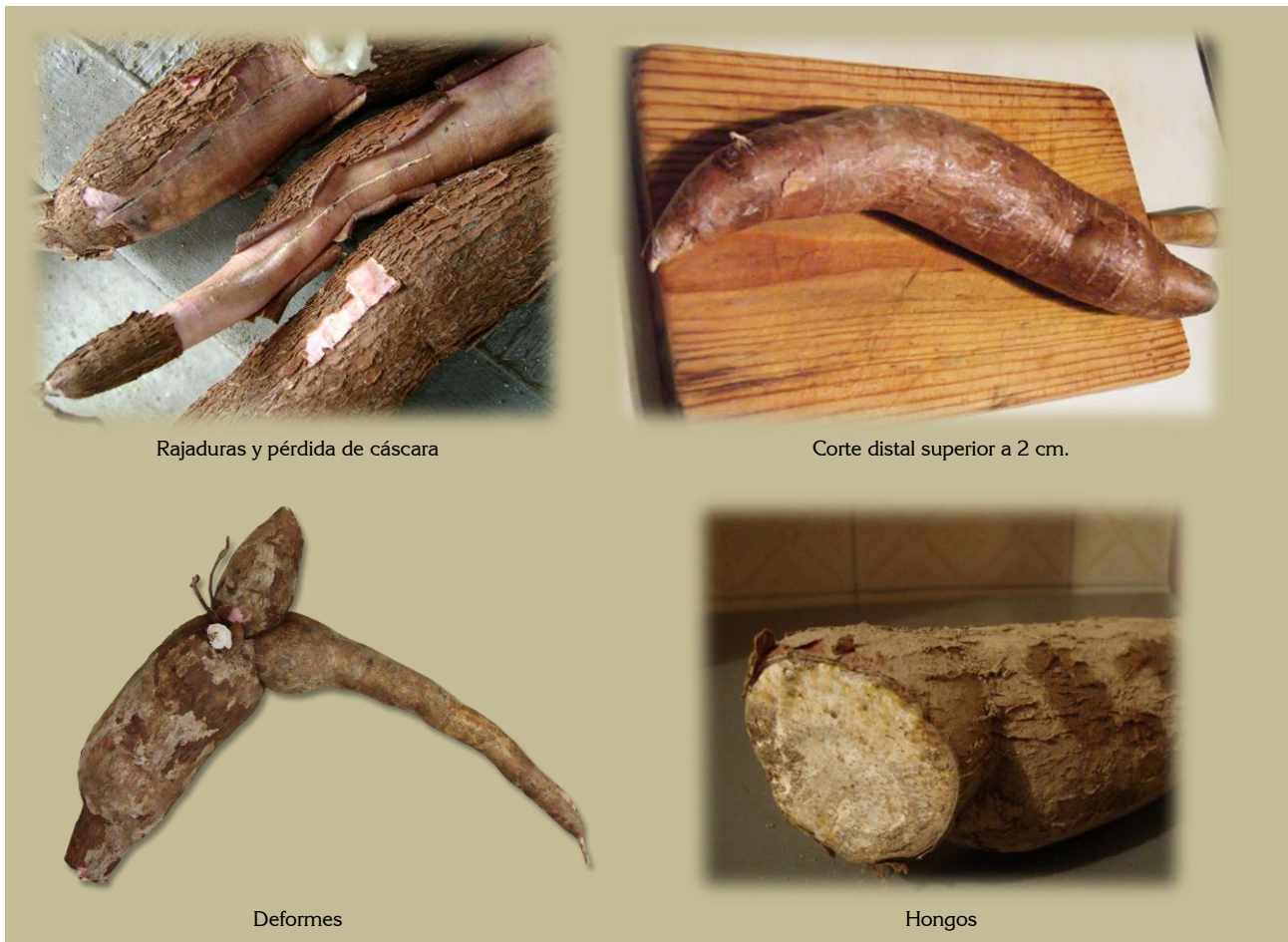


Figura 9. Defectos de las raíces de yuca no aptas para el proceso de parafinación y de encerado.

Luego de seleccionar bajo los anteriores parámetros, la yuca puede llegar a ser clasificada de nuevo dependiendo del mercado a donde se va a dirigir. Los mercados de mayor exigencia requieren una yuca *premium* (exportación) para el proceso de parafinación o encerado y los mercados de menor exigencia que éste, manejan la yuca de primera. La yuca *premium* tiene porcentajes de tolerancia en los parámetros de calidad de 0% comparados con los porcentajes de la yuca de primera, su rigurosidad en la aplicación del control de calidad dependerá de las exigencias del mercado

internacional; sin embargo, existen parámetros de idoneidad señalados por la "Norma de Calidad Comercial para la Exportación de Yuca Fresca Parafinada", publicados por la FAO, los cuales pueden ser referencia para el lector.

2.3. Proceso de parafinado

Como norma general, se tiene estimado que sólo un 15% a 20% de las raíces cosechadas resultan aptas para la parafinación. El resto de raíces se utilizan para el mercado en fresco o en la producción de otros productos basados en yuca. En las Figuras 10 y 11 se muestran las operaciones requeridas para obtener yuca parafinada.

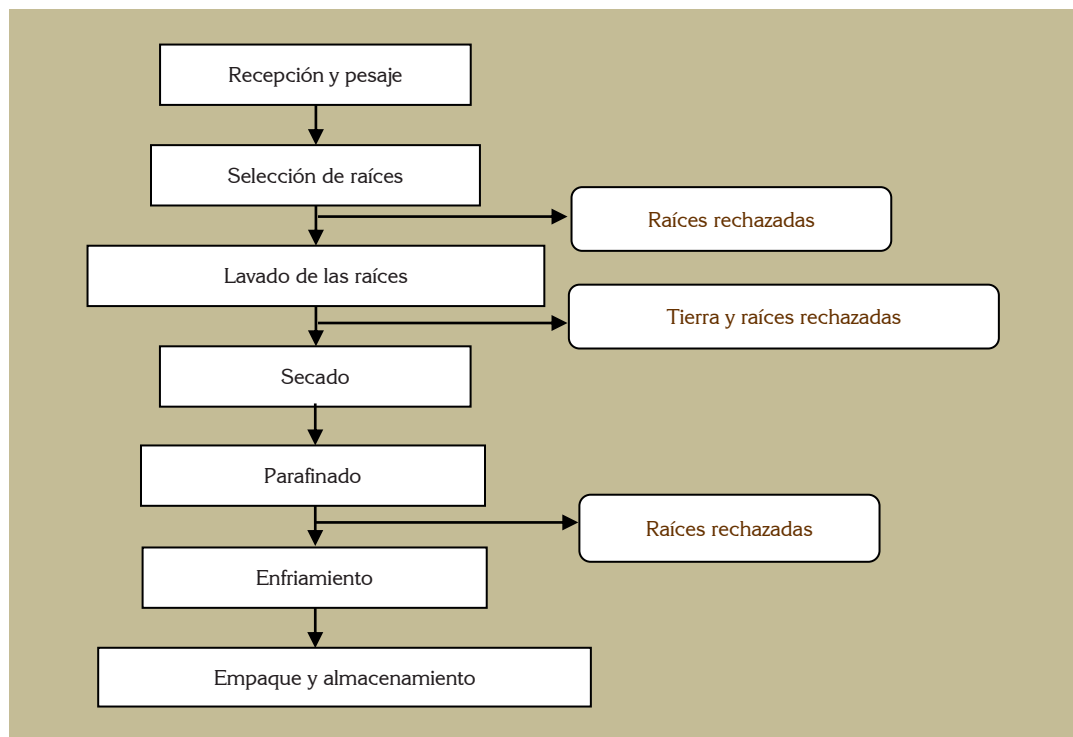


Figura 10. Diagrama de flujo de la operación de parafinado.

El recibo y pesaje de las raíces se realiza en la zona sucia de la planta, luego de la segunda etapa de clasificación, en donde se cortan los pedúnculos de manera uniforme (Figura 11), y se llevan las raíces a la zona de lavado, proceso realizado a mano con la ayuda de un cepillo de cerdas suaves o un paño abrasivo y con el mínimo de agua, preferiblemente; allí se debe evitar el retiro de la cascarilla (peridermis) y causar daño mecánico a las raíces.

Inmediatamente después del lavado, se procede a un secado natural, o preferiblemente con aire forzado, utilizando ventiladores, con el fin de eliminar el agua superficial que presenta la raíz. La superficie de la raíz debe estar totalmente seca al momento de ser introducida en la parafina caliente. Si, por el contrario, no está completamente seca se puede generar salpicaduras de parafina y



formación indeseable de burbujas de aire sobre la película de parafina. Las raíces completamente secas pasan a la zona de parafinado, donde se utilizará como insumo la parafina, que debe encontrarse en un recipiente industrial, de forma rectangular y calentado a una temperatura de 110°C.



Figura 11. Etapas principales de la parafinación.



Las raíces se ponen en el fondo de una canastilla de varillas de acero inoxidable, formando una sola capa, la canastilla se sumerge en la parafina hasta tapar completamente las raíces e inmediatamente se saca manteniendo un tiempo de inmersión de aproximadamente tres segundos. Cuando las raíces estén completamente sumergidas se hace vibrar levemente la canastilla para que las raíces se muevan y la parafina cubra también el área de apoyo de la raíz sobre la canastilla.

Una vez se saque la canastilla del recipiente industrial, la película de parafina se deja solidificar a temperatura ambiente por espacio de tres segundos, para retirar posteriormente, si es necesario, el exceso de pedúnculo, pero dejando siempre al menos un centímetro para no exponer el parénquima al ambiente.

El éxito de la operación está en que la película seca cubra completamente la raíz y permanezca adherida a ella. Se recomienda tener especial control sobre la temperatura de la parafina y el tiempo de inmersión, porque de estas variables depende la calidad del producto obtenido.

El producto terminado se pesa y se empaqueta en cajas de cartón, o en su defecto en canastillas plásticas, sin sobrepasar los 20 kg de peso para evitar la pérdida de la película de parafina por la fricción entre ellas en el transporte. El empaque debe llevar la información sobre la fecha del proceso y el peso. Finalmente, se llena el registro de inventarios, se controla el rendimiento del lote de proceso y se almacena en un lugar fresco, libre de humedad. Durante el transporte se debe evitar el exceso de calor y de humedad.

En el balance de masa se obtiene un rendimiento de 90.4% de yuca parafinada en relación con la cantidad de materia prima que ingresa al proceso (Figura 12).

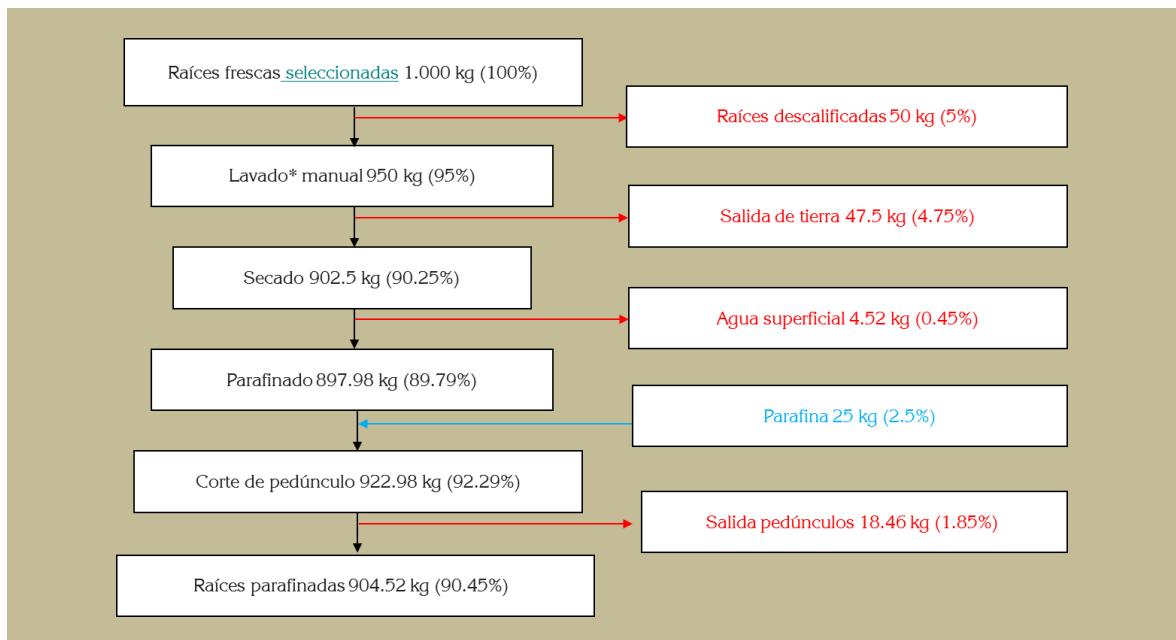


Figura 12. Balance de materia para la operación de parafinado.



Equipo de Parafinación

El proceso de parafinado puede realizarse de manera manual o mecánica. En la forma manual se cuenta con un recipiente rectangular que estará expuesto al calor para derretir la parafina, por lo cual debe ser de un material resistente como el acero inoxidable (Figura 13). Es calentado por un quemador a gas licuado de petróleo (gas propano) o gas natural. Debe ser usado con cuidado, verificando siempre el buen estado de las válvulas. Todos los equipos al final de la jornada deben ser limpiados con agua potable y desinfectante.



Figura 13. Parafinador en acero inoxidable.

Funciones:

- Mantiene la temperatura de la parafina constante durante el proceso.
- Operado fácilmente por trabajadores sin experiencia.
- Se diseña con la capacidad adecuada para sumergir la canasta.

Operación:

- Encender el quemador con anticipación para derretir la parafina y calentarla hasta 110°C.
- Controlar que la temperatura permanezca a 110°C durante todo el proceso.
- Poner varias raíces en la canastilla de varillas en acero inoxidable para el parafinado, evitando que se rocen unas con otras.
- Sumergir la canastilla en la parafina derretida y dejarla por 3 segundos.
- Retirar las raíces de la canastilla.
- Cerrar la válvula del gas propano al finalizar la jornada.

En el proceso mecánico, la yuca se coloca en bandas transportadoras y luego el parafinado ocurre automáticamente al entrar en la zona donde se encuentra el parafinador. Igualmente, el lavado y el secado se pueden realizar de manera mecánica cuando se requiere un mayor volumen de producción, (Figura 14).



Figura 14. Etapas mecanizadas para el parafinado de yuca.

Cuando se va exportar, el almacenamiento se realiza en cajas de cartón con capacidad de 17 kilos a 20 kilos dependiendo del mercado, 17 kilos para EEUU y 20 kilos para Europa, en el contenedor se debe mantener una temperatura cercana a los 15 °C (siempre y cuando el almacenamiento y el transporte refrigerado no demore más de tres semanas), es la forma más segura de ofrecer una yuca con alto grado de calidad comercial al consumidor.

Dentro del contenedor debe ir un dispositivo para verificar la temperatura en el ambiente circundante del producto, hasta su llegada al mercado destino. También servirá para los trámites de litigios, para el reclamo en posibles y potenciales procesos legales, cuando llega producto con deterioro de calidad a los clientes. De esta manera, se podrá verificar de quién es la culpa por el producto en mal estado, ya sea por el productor, empacador, exportador o el transportador. Igualmente, es básico codificar todas las cajas para la trazabilidad con el número del lote remitente y el origen de la yuca (con el nombre y la ubicación del productor, si es posible); de esta manera, al reportarse un problema en el mercado de exportación, el empresario puede resolver la situación fácilmente.

2.4. Proceso de Encerado

El encerado es un proceso que consiste en cubrir las raíces con la cera natural, inmediatamente después de la cosecha para prolongar la vida útil por la disminución notable de la permeabilidad al oxígeno y la inactivación parcial de las enzimas presentes en los tejidos, buscando la utilización de un producto que permita la conservación de las raíces, sin afectar su sabor y sea de origen natural. Esta cera tiene poca susceptibilidad o reacción a las condiciones adversas durante el proceso de poscosecha, manipulación, transporte y comercialización. Con la aplicación de este recubrimiento se reducen las pérdidas de peso por deshidratación, respiración y se logra mantener la calidad sensorial y organoléptica del producto por tiempos mayores a 15 días.

Las etapas básicas se aprecian en el esquema de la Figura 15. Debe advertirse que el encerado o cualquier otro recubrimiento que se aplique, no mejorarán la calidad de las raíces de yuca, sino que la conservará de acuerdo con su eficacia; por tanto, debe aplicarse solamente a raíces de muy buena calidad, tanto culinaria como sanitaria. El encerado debe hacerse dentro de las 12 horas siguientes a la



cosecha. Por esto, se recomienda que la planta de encerado se instale cerca de los cultivos o cerca de los sitios de provisión de las raíces frescas.



Figura 15. Etapas básicas del proceso de encerado.

Tanto para el parafinado como para el encerado, las pruebas de cocción son necesarias para estar seguros de la buena calidad organoléptica del lote (Figura 16). En este mercado de la yuca fresca, a pesar de que las raíces cumplan con todas las disposiciones y tenga la mejor presentación y duración, se debe estar seguro de que cada raíz tiene la mejor calidad organoléptica. El público cliente o consumidor final de cualquier cadena de supermercado debe tener certeza que, dentro de esa envoltura de cera natural, se halla una raíz de muy buena calidad.



Figura 16. Prueba de cocción de un lote de yuca en la planta de proceso.

Aplicación de la cera

La cera no requiere calentarse. La etapa del encerado se realiza a temperatura ambiente y por frotación manual de cada raíz, utilizando guantes plásticos. Se toma la cera de un recipiente plástico (Figura 17), se untan los extremos de la raíz con la cera natural y se esparce con las manos sobre toda la superficie. Con la frotación manual se logra controlar el grosor de la película de cera, se evitan así las pérdidas del producto con mayores rendimientos y un buen control de calidad del producto final. Es posible diluir la cera hasta un 75%, sin afectar su eficacia de conservación. El tiempo normal de conservación de la calidad de las raíces puede fluctuar entre 15 y 20 días, dependiendo de las características propias de la variedad.



Figura 17. Encerado de las raíces.

Secado de la cera aplicada

Después del encerado, las raíces se dejan secar en estantes a temperatura ambiente bajo sombra. El secamiento de la cera puede fluctuar entre 10 y 12 horas de acuerdo con las condiciones ambientales del lugar que se ha destinado para tal fin (Figura 18). El tiempo se reduce a 4 ó 5 horas si se aplica aire ambiente o un poco caliente, por medio de un ventilador.



Figura 18. Secado de yuca encerada, entre 10-12 horas en estantes bajo sombra.



Otro método de aplicación de la cera es a través de la inmersión. Se sumergen las raíces en un recipiente con la cera. La inmersión no debe superar 1 minuto, inmediatamente se sacan, se frotan con un guante de hilo (para retirar el exceso de cera y no bloquear la respiración de la raíz) y se ubican en forma vertical en una rejilla para su secado a temperatura ambiente. Se recomienda trabajar la cera pura para preservar la yuca y mejorar su presentación.

Cuando la cera se ha secado completamente, las raíces se empaican en cajas de cartón (Figura 19), canastillas plásticas o guacales de madera, en cantidades no superiores a 20 kg para evitar heridas por fricción, y luego se almacenan en un lugar fresco bajo techo. El almacenamiento también se puede realizar en bodegas ventiladas o en cuartos fríos. Las raíces bien enceradas se pueden conservar entre 15 y 20 días, sin cambios en sus propiedades organolépticas. La cera no tiene efectos tóxicos ni se transloca desde la cáscara hacia el parénquima. La cera es 100% soluble en agua, por cual se recomienda pelar (en seco) las raíces antes de lavarlas en la cocina del hogar o lavar muy bien la cáscara antes de iniciar el pelado para evitar que trazas de la cera queden depositadas en algunas porciones de la pulpa de las raíces peladas.



Figura 19. Caja de cartón para empacado y almacenamiento de yuca encerada.

2.5. Infraestructura de una Planta de Parafinación y Encerado

La infraestructura de una planta de parafinado o encerado es muy sencilla y puede componerse, en forma básica, de las siguientes áreas o secciones: recepción y pesaje de las raíces, lavado, tanques de sedimentación y desagüe, secado, aplicación de la parafina o de la cera, secado de las raíces enceradas y empacado-almacenamiento.

En la operación de lavado se desprende mucho barro y es necesario tener en cuenta las grandes posibilidades de contaminación de las fuentes cercanas de agua. Se debe contar con un suministro de agua de buena calidad química, principalmente microbiológica.

Las plantas de parafinado y encerado se pueden ubicar en alguna instalación ya construida, pero que debe ser previamente acondicionada, de acuerdo con los requerimientos de la capacidad.

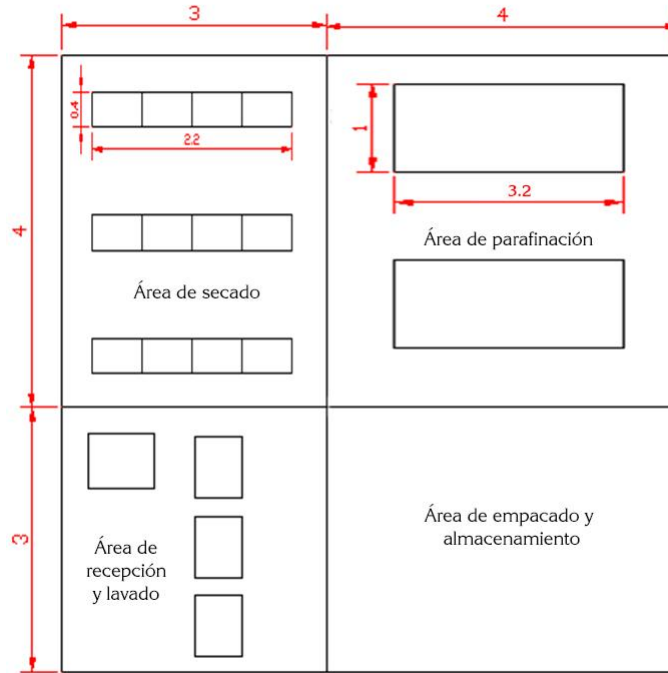
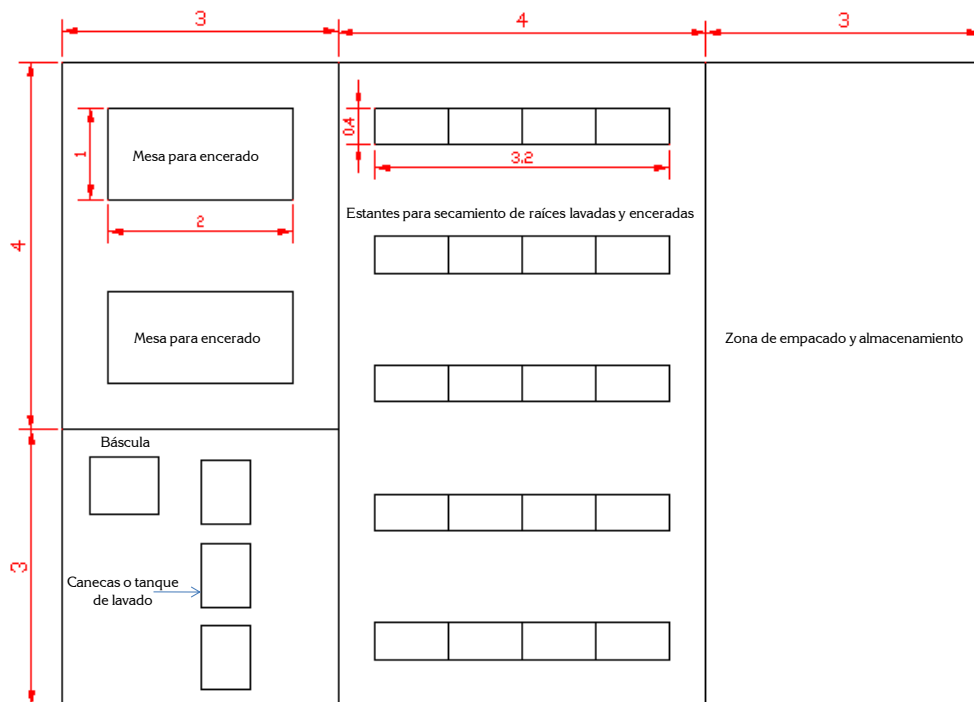


Figura 20. Infraestructura de una planta de parafinado.



- Primera zona: áreas de recepción, pesaje de las raíces y lavado.
- Segunda zona: aplicación de la cera.
- Tercera zona: secado paralelo y/o alterno raíces húmedas y enceradas.
- Cuarta zona: empacado de raíces y almacenamiento.

Figura 21. Zonas principales que constituyen una planta de encerado.



2.6. Costos de Producción de Yuca Parafinada y Encerada

Las Tablas 3 y 4 presentan los costos promedio de parafinado y encerado, con el propósito de que sean una adecuada guía para cualquier zona del país, donde se quiera establecer una agroindustria de esta naturaleza.

Tabla 3. Costos directos del proceso de parafinación de 1 tonelada yuca fresca/día.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Unidad)	Total (\$Col)
Costos directos				
Yuca fresca	1000	Kilogramos	350	350.000
Flete				60,000
Mano de obra				120,000
Parafina china	15	Kilogramos	3,000	45,000
Gas				5,000
agua				900
Alquiler local				6,500
Envío destino final				55,000
Subtotal				642,400

Tabla 4. Costos del proceso de encerado de 1 tonelada de yuca fresca/día.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Unidad)	Total (\$Col)
Costos directos				
Yuca fresca	1000	Kilogramos	350	350.000
Flete				60,000
Mano de obra				120,000
Encerado	15	Kilogramos	5,200	52,000
Agua				900
Alquiler local				6,500
Envío destino final				55,000
Subtotal				644,400



3. CONGELACIÓN DE TROZOS O ASTILLAS DE YUCA

La refrigeración es una de las técnicas que permite almacenar la yuca fresca. Consiste en almacenar las raíces en un cuarto frío a una temperatura entre 0 y 2°C y manteniendo la humedad relativa entre 85% y 95%.

Antes de refrigerarlas, las raíces se seleccionan y se lavan. Para mejorar el lavado, primero se frota la superficie de las raíces con un cepillo de cerdas suaves que desprenderá todo el barro; luego se tratan con un producto desinfectante.

Las temperaturas bajas inhiben los procesos enzimáticos que causan el deterioro fisiológico de las raíces. Si además éstas se guardan en bolsas plásticas y están rodeadas de buenas condiciones de almacenamiento, su conservación se prolongaría por mucho tiempo.

La yuca debe almacenarse refrigerada, inmediatamente después de ser cosechada. Una nevera doméstica común y corriente sirve para refrigerar las raíces y mantenerlas en buenas condiciones durante 5 ó 6 días. Se han incrementado recientemente las ventas de trozos o astillas de yuca congelados, previamente pelados. Algunas empresas los congelan precocidos para que el comprador final emplee menos tiempo en la preparación.

3.1. Despunte, cilindrado y pelado

Se eliminan los extremos (tocón y punta) de las raíces y se cortan en secciones cilíndricas de 5 a 6 cm de altura. Se retira luego la corteza o cáscara gruesa de cada cilindro de raíz, que queda pelado. Luego se lavan los cilindros de raíz con agua potable y se sumergen en una solución desinfectante de cloro activo (Cl₂) de 10 ppm durante 5 a 10 minutos. Esta solución se prepara con 1 ml de hipoclorito de sodio (producto comercial al 2.5%) en 1200 ml de agua. Durante la desinfección se debe verificar permanentemente la aparición de algún color parduzco en la pulpa de las raíces. El agua de lavado y la solución desinfectante deben cambiarse después de cada tanda de 200 kg de cilindros (o de 500 kg, según el recipiente que se use para esta operación).

Los cilindros de pulpa de yuca se parten en cuatro trozos (a lo largo) y de cada uno de ellos se elimina la fibra o vena central (Figura 22). Este tejido fibroso debe eliminarse con cuidado para que la astilla no pierda las dimensiones que han sido previamente definidas por la empresa productora.

Las astillas se lavan con agua potable. Se sumergen en tanques de 350 litros con una adición de ácido cítrico para evitar la oxidación antes de ser llevadas al proceso de congelado.



Figura 22. Corte en trozos y desvenado.

3.2. Tratamiento para la conservación

Para evitar que se contaminen más tarde las astillas de pulpa de yuca —lo que garantizará su calidad al consumidor final— se sumergen en una solución acuosa de ciertas sustancias preservantes como el Sorbato (200 ppm) y el Eritorbato de potasio (25 g/100 kg de yuca) durante 20 minutos.

Se dejan escurrir las astillas (o cilindros) y luego se empacan en bolsas de polietileno de baja densidad cuya capacidad haya sido determinada previamente. La zona de empaque debe estar completamente limpia y desinfectada para evitar la recontaminación del producto final.

- Las canastillas de plástico que suelen utilizarse para transportar el producto en estas operaciones se lavan primero con agua y jabón, y luego se desinfectan asperjándolas con una solución de cloro activo, Cl_2 (50 ppm), y amonio cuaternario, $\text{N}(\text{CH}_3)_4$ (200 ppm).
- Las manos de los operarios que participan en esta delicada etapa del proceso no deben estar contaminadas. Cada uno debe lavar sus manos y sus antebrazos con jabón sin olor y agua potable, y enjuagarlos finalmente con una solución de cloro activo (15 ppm) y de amonio cuaternario (200 ppm).

Por lo regular, la solución se ofrece en un recipiente con dosificador. Los mesones en que se ejecutan estas operaciones se desinfectan con una solución de cloro activo (25 ppm) y de amonio cuaternario (25 ppm); no es necesario enjuagar las superficies.

3.3. Congelación y Almacenamiento

Las astillas se congelan rápidamente a -30°C en sus empaques. A veces se colocan todas las astillas (o los trozos) en recipientes amplios y, una vez congeladas, se empacan y se almacenan (Figura 23). Las bolsas con astillas se almacenan en cuartos fríos a una temperatura de -18°C . Después de cada



operación hay que limpiar muy bien toda el área de trabajo, las canastillas, las paredes, las canecas y demás elementos de trabajo.



Figura 23. Empacado de yuca congelada para exportación.

BPA

Los cultivos deben manejar prácticas de manejo recomendadas para la producción primaria, el transporte y empaque; que tiendan a asegurar la inocuidad y alcanzar una determinada calidad de productos. Los puntos a considerar son: el agua, estiércol animal y desechos sólidos orgánicos municipales, salud e higiene de los trabajadores, instalaciones sanitarias, sanidad en el campo, limpieza de instalaciones de empaque, transporte y rastreo.

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Las BPM establecen los requisitos básicos que la planta o centro de acopio deben cumplir. Incluye aspectos de: personal, operaciones de sanitización, instalaciones sanitarias, equipo y utensilios, control de producción y proceso (incluyendo materia prima), control de plagas, almacenamiento y distribución.



BIBLIOGRAFÍA

- Alonso L, Vélez C. 2011. Conservación de Raíces de Yuca con Cera Natural. CLAYUCA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 23 p.
- Sánchez T, Alonso L. 2002. Conservación y Acondicionamiento de Raíces Frescas. *En*: Ospina B, Ceballos H (eds.). La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, CO. p. 503 – 526. ISBN 958-694-043-8
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1976. Almacenamiento de raíces de yuca. *En*: Causas de deterioro que se presentan después de la cosecha de raíces frescas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 27 p.
- IIT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas). 1972. La yuca parafinada. Tecnología. Bogotá, Colombia. 14(78): 47-51.
- IIT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas). 1973. Proceso de parafinar yuca, ventajas y economía. Bogotá, Colombia.
- IIT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas). 1978. Preservación del método de parafinado. Tecnología. Bogotá, Colombia. 15 (36): 1-15.
- INCONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC1255. Yuca para consumo.
- Consejo Nacional de Producción de Costa Rica. Sistema de Información Agroalimentaria. Análisis de Mercados Yuca. Boletín 1. Enero 2015.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Tecnología poscosecha de yuca fresca parafinada para exportación en Costa Rica. 2001.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Ley de Modernización de Inocuidad Alimentaria en los Estados Unidos. 2014. Disponible en:
http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA/ucm242834.htm?source=govdelivery&utm_medium=email&utm_source=govdelivery
- Bases de datos:
<http://www.legiscomex.com/>
<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=data>