

Producción y Usos de HARINA REFINADA DE YUCA



FUNDACIÓN PROMOTORA
DEL CANAL DEL DIQUE





PRODUCCIÓN Y USOS DE HARINA REFINADA DE YUCA

Sonia Gallego Castillo
José Alberto García Ágredo



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 5: PRODUCCIÓN Y USOS DE HARINA REFINADA DE YUCA

El contenido de esta publicación fue preparado por:

Sonia Gallego Castillo, Ingeniera Química M.Sc. Ingeniería de Alimentos. Actualmente es investigadora en el área de Poscosecha y Desarrollo de Alimentos a partir de Cultivos Biofortificados, CIAT–HarvestPlus. E-mail: s.gallego@cgiar.org

José Alberto García Ágredo, Ingeniero Mecánico, Especialista en Administración de la Calidad y la Productividad. Actualmente es coordinador para el Diseño y Construcción de Equipos en la Corporación CLAYUCA. E-mail: a.garcia@clayuca.org

Diseño e impresión: Corporación CLAYUCA
Septiembre, 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. CONTROL DE CALIDAD DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA	1
1.1 Descripción de las raíces frescas	2
1.2 Partes de las raíces de yuca	2
1.3 Composición de las raíces de yuca	3
1.4 Aspectos de calidad de las raíces de yuca para procesamiento	4
1.5 Procedimiento de control de calidad de un lote de yuca fresca para procesamiento	10
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA REFINADA DE YUCA	11
2.1 Diagrama de proceso de producción de harina refinada de yuca	11
2.2 Proceso de producción de la harina refinada de yuca	13
2.3 Balance de masa en la producción de harina refinada de yuca	17
3. CONTROL DE CALIDAD DE LA HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO	18
3.1 Análisis granulométrico	18
3.2 Composición química	19
3.3 Propiedades reológicas	19
3.4 Calidad microbiológica	21
4. USOS DE LA HARINA REFINADA DE YUCA	21
5. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	23
5.1 Historia de las BPM	24
5.2 Marco legal en Colombia	24
5.3 Campo de aplicación	24
5.4 Edificación e instalaciones	24
5.5 Equipos y utensilios	26
5.6 Personal manipulador de alimentos	26
5.7 Requisitos higiénicos de fabricación	27
5.8 Aseguramiento y control de la calidad	29
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	31





PRODUCCIÓN Y USOS DE HARINA REFINADA DE YUCA

INTRODUCCIÓN

Las perspectivas de incrementar el consumo de la yuca y sus productos derivados, ha despertado un gran interés por parte de entidades públicas y privadas, para impulsar proyectos agroindustriales de yuca en diversas zonas del país y del mundo. Uno de los sectores de mercado que ha presentado mayor dinamismo es el que utiliza la yuca en forma de harina como un sustituto parcial o total de otros productos, como las harinas de trigo, maíz, arroz e incluso, el almidón dulce de yuca, en mercados de alimentación humana y usos industriales, donde se desarrollen productos de mayor valor agregado.

La yuca puede destinarse a la producción de harina de alta calidad para utilizarse como sustituto parcial, no sólo de harinas de trigo, sino de harinas de otros cereales como el maíz y arroz, en formulaciones de alimentos como pan, pastas, mezclas para tortas, bizcochería, mezclas de harinas para coladas y sopas, snacks y productos extruidos, carnes procesadas, etc. El rápido crecimiento urbano en los países de América Latina y del Caribe ha incrementado la demanda de estos alimentos procesados, donde la harina de yuca puede adquirir un mayor valor agregado.

Para usos industriales, la harina es una materia prima idónea en la elaboración de pegantes y adhesivos, material plástico biodegradable, cervecería, producción de bioetanol, entre otros.

La Corporación CLAYUCA, desde sus inicios, ha desarrollado diversos proyectos con el propósito de expandir la producción y el uso de la harina de yuca, impulsando la apertura de nuevos mercados y promoviendo el establecimiento de agroindustrias rurales, que permitan incrementar los ingresos de los pequeños productores.

Es así como, en el tema de producción de harina de yuca de alta calidad, se han realizado evaluaciones de diferentes sistemas artificiales de secado de yuca (García et al., 2006), utilizando incluso herramientas como la modelación matemática para predecir el comportamiento y las características del proceso de secado de yuca, bajo ciertas condiciones de operación (Gallego et al., 2003), con el objetivo de desarrollar un proceso para la producción de yuca seca, basado en métodos artificiales de secado, que garantice una oferta permanente del producto, a precios competitivos y con una calidad que permita su uso seguro para el consumo humano. A su vez, se ha desarrollado una tecnología para obtener harinas a partir de trozos secos de yuca, utilizando una mínima cantidad de agua (Barona e Isaza, 2003), además de extraerla de forma continua, con bajos contenidos de fibra, ceniza, proteína y un alto contenido de almidón (García, 2006).

1. CONTROL DE CALIDAD DE RAÍCES FRESCAS DE YUCA

La calidad de la harina de yuca depende, en gran medida, de la tecnología de procesamiento empleada para su producción; sin embargo, también es muy importante disponer de materia prima de excelente calidad y realizar un control adecuado en todas las etapas del proceso, con el fin garantizar la



obtención de un producto que cumpla con los estándares de calidad, establecidos para las materias primas, que son usadas en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

1.1 Descripción de las raíces frescas

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales plantas útiles tropicales difundidas en todos los continentes. Botánicos y ecólogos consideran que la yuca es originaria de América Latina. El noroeste de Brasil figura como el más probable centro de origen.

La yuca es una raíz de crecimiento perenne, que se caracteriza por sus raíces amiláceas. Se encuentra entre los 30° de latitud norte y sur. En la zona tórrida crece hasta 2.300 msnm. Generalmente, se cultiva en suelos pobres donde la precipitación es mayor de 750 mm por año. El ciclo de crecimiento (siembra a cosecha) depende de las condiciones ambientales, siendo más corto (9 a 12 meses) en áreas cálidas y más largo (hasta 24 meses) en regiones más frías o más altas.

La materia prima para el proceso de producción de harina de yuca son las raíces tuberosas de la planta de yuca (Figura 1).



Figura 1. Raíces tuberosas de yuca.

1.2 Partes de las raíces de yuca

Externamente, las partes fundamentales del sistema radical de una planta adulta son: las raíces tuberosas. En la parte superior de cada raíz tuberosa está el cuello, péndulo o tocón, que las une al tallo. El tamaño del péndulo varía entre 1-8 cm de longitud.

Los tejidos que componen una raíz tuberosa son: la cáscara, la pulpa o parénquima y las fibras centrales (Figura 2).



a. Cáscara

Está formada por la unión del peridermo y la corteza. EL peridermo está compuesto por células muertas de corcho que envuelven la superficie de la raíz. Sus colores básicos son crema oscuro, café claro y café oscuro, que es el más común, y la textura puede ser rugosa o lisa; estas características son las más comunes en las variedades.

Debajo del peridermo se encuentra la corteza o capa cortical, que tiene 1.2 mm de espesor, puede ser de color blanco, crema y rosado. Aquí se encuentran comprimidos los tejidos del floema que contienen mayores proporciones de glucósidos cianogénicos, responsables de la formación del ácido cianhídrico.

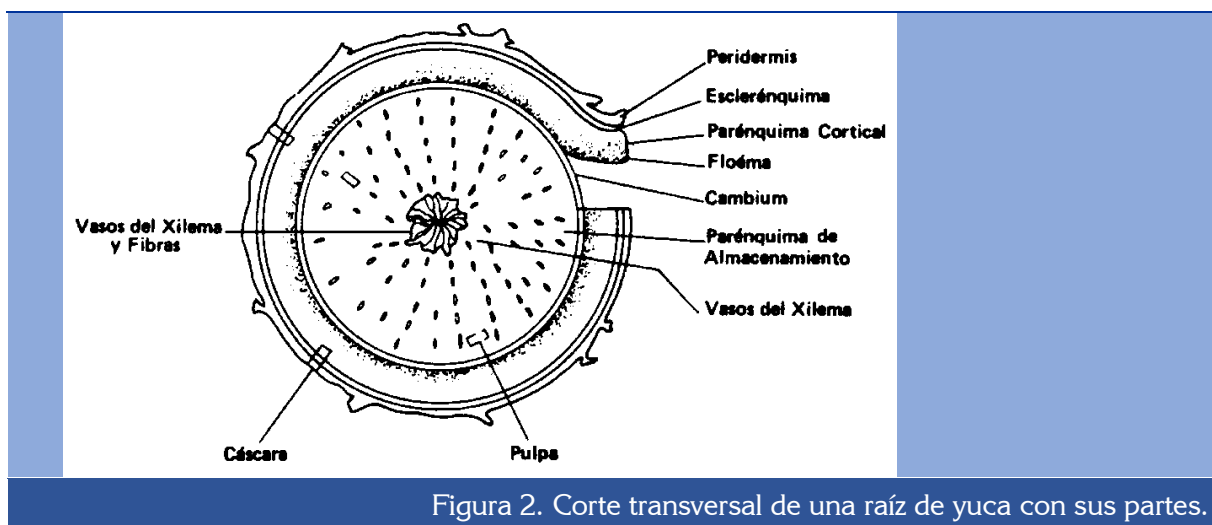


Figura 2. Corte transversal de una raíz de yuca con sus partes.

b. Pulpa

Es la parte utilizable de la raíz, llamada también parénquima. Es una masa sólida compuesta principalmente por tejido secundario del xilema derivado del cambio, cuyas células contienen gran cantidad de almidón en forma de gránulos redondeados de tamaño variado.

c. Fibras centrales

En el centro de la raíz hay hileras de vasos duros de parénquima de xilema, que forman las fibras centrales de la raíz; su dureza, longitud y grosor son características variables, dependiendo de la variedad y de las condiciones en que la planta se desarrolle.

1.3 Composición de las raíces de yuca

La composición de las raíces, generalmente es muy constante, aunque se presentan algunos cambios menores asociados con la variedad de yuca; estos cambios tienen que ver especialmente con los contenidos de proteína, fibra y humedad.

Como se observa en la Figura 3, la columna de la izquierda muestra las partes de una raíz de yuca, donde la cáscara o corteza representa entre el 20–25% del peso total de la raíz, y la pulpa o cilindro



central equivale a un 80–85% aproximadamente. Las mayores proporciones de proteína, grasa, fibra y minerales (ceniza) están localizadas en la corteza, mientras que los carbohidratos se localizan principalmente en la pulpa.

En la columna de la derecha se muestran las proporciones de los componentes fundamentales de la pulpa de yuca. La yuca fresca es un producto con alto contenido de agua (aproximadamente dos terceras partes) y una apreciable cantidad de almidón (una tercera parte). La suma del resto de los componentes sólo llega a un máximo de 10%.

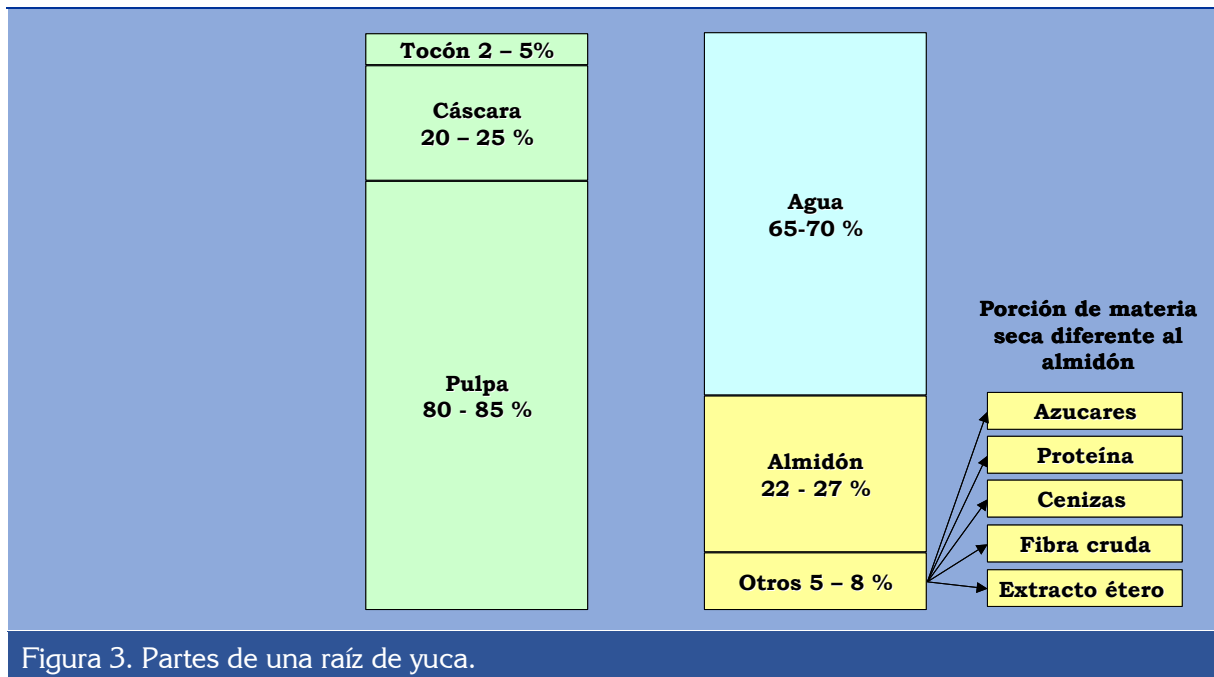


Figura 3. Partes de una raíz de yuca.

1.4 Aspectos de calidad de las raíces de yuca para procesamiento

En la producción de la harina de yuca de alta calidad, 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 las características o aspectos que regulan 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 (harina de yuca) que responda a los patrones de calidad establecidos por los consumidores finales.

Cada variedad de yuca presenta características propias que tienen que ver con sus aspectos físicos (forma, tamaño, color de parénquima, etc.) y sus características químicas (contenido, calidad y tamaño del gránulo de almidón, contenido de materia seca y cianuro, 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 requiera incluir.

El mercado al que se dirige un producto debe dar las directrices que permitan elegir la materia prima que mejor se ajuste a los requerimientos del consumidor. Para el mercado de la harina de yuca, la



calidad de la materia prima está relacionada directamente con la variedad usada y su edad de cosecha (calidad química). También se tienen en cuenta algunos aspectos físicos y de sanidad al momento de la cosecha o compra de la materia prima (calidad física).

Las características que se consideran de mayor importancia en la calidad química de las raíces para la producción de harina de yuca, son:

- Contenido de humedad o materia seca.
- Contenido de cianuro.
- Contenido y calidad del almidón.

Por otro lado, en la calidad física de las raíces, se tienen en cuenta:

- Raíces con deterioros fisiológicos o microbianos.
- Raíces pequeñas o raicillas, pedúnculos o materiales extraños (tierra, piedras, hojas, tallos, etc.)
- Raíces con ataques de plagas y enfermedades o con presencia de residuos tóxicos.

A continuación se detalla cada una de las características anteriores con el fin de orientar su utilización para la producción de harina de yuca de alta calidad.

a. Contenido de humedad o materia seca

La humedad inicial de las raíces es una de las variables que determinan la cantidad de raíces frescas (materia prima), que se necesita para producir cierta cantidad de harina refinada. En este caso, los modelos financieros han demostrado que la humedad inicial es un aspecto determinante que se debe manejar cuidadosamente para obtener una buena rentabilidad del proceso.

El factor de conversión que da la relación entre la yuca fresca requerida y la cantidad del producto final incluye las pérdidas que se originan en las etapas del procesamiento, además del agua que se pierde en el secado. Si se fijan los valores de la humedad final de la harina y las pérdidas en el proceso, se pueden fijar los valores de contenidos de humedad aceptables para la materia prima con la rentabilidad deseada.

Para la determinación de la humedad o materia seca se dispone de una metodología sencilla que puede ser utilizada tanto en las raíces frescas como en la harina refinada. (Anexo 1. Determinación del contenido de humedad o materia seca).

b. Contenido de cianuro

La yuca contiene dos principios anti-nutricionales, dos glucósidos cianogénicos conocidos como lotaustralina y linamarina, que se hidrolizan en presencia de linamaraza para dar ácido cianhídrico (HCN) o prúsico en cantidades que pueden llegar a ser mortales. El 90% aproximadamente del ion cianuro se encuentra en forma de glucósido (linamarina o cianuro ligado). El porcentaje restante, está constituido principalmente por el cianuro libre y lotaustralina. La reacción que libera el HCN ocurre comúnmente cuando la estructura celular de los tejidos de la base se rompen por acción mecánica al momento de la cosecha y trozamiento.

Las “yucas dulces” son variedades que presentan bajos contenidos de HCN (menos de 180 ppm), por eso son las más recomendables para el mercado fresco. Sin embargo, las variedades en “rango intermedio” (entre 180 y 300 ppm) o las “yucas amargas” (más de 300 ppm), sí pueden ser utilizadas en la producción de harina, ya que durante el procesamiento las raíces sufren transformaciones fisicoquímicas que pueden reducir el contenido de HCN hasta niveles inocuos. El límite máximo



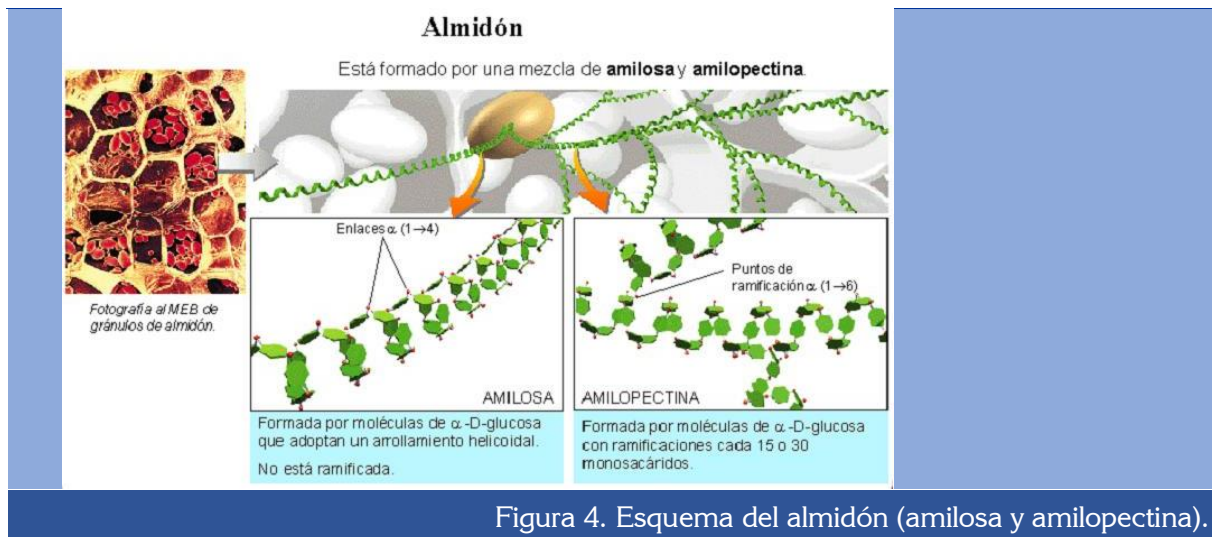
aceptado de ácido cianhídrico de la harina de yuca para consumo humano es 10 ppm, es decir, 10 mg cianuro por kilogramo de harina (OMS-FAO, 2007).

c. Contenido y propiedades del almidón

El alto contenido de almidón de la yuca y su mayor proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón, hace de este un importante cultivo industrial además de ser un cultivo alimenticio rico en calorías. El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo. Se usa principalmente sin modificar, es decir, como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, dispersión y de esta manera usarlo en diferentes aplicaciones industriales que requieren propiedades particulares.

El almidón está constituido por unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: amilosa y amilopectina; su proporción varía de un tipo a otro, según sea su fuente. Estas macromoléculas se caracterizan por su grado de polimerización o ramificación, lo cual afecta su comportamiento frente a los procesos de degradación (Figura 4).

El contenido de amilosa y el grado de polimerización (número total de residuos anhidroglucosa presentes dividido por el número de terminales reducidos) son importantes en la determinación de las propiedades físicas, químicas y funcionales del almidón. Por ejemplo, el tamaño de los gránulos del almidón muestra relación con la proporción amilosa/amilopectina.



Las propiedades fisicoquímicas son las que determinan el uso del almidón de yuca. Entre las propiedades fisicoquímicas más importantes encontramos la composición proximal (contenido de proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y humedad), las características del gránulo (tamaño, color y forma, naturaleza cristalina), el peso molecular y el contenido de amilosa.

Las propiedades funcionales de los almidones dependen directamente de la relación amilosa/amilopectina. En los distintos cultivos amiláceos esta relación es constante, cambia de una variedad a otra, dentro de la especie y también entre plantas de la misma variedad.



Para apreciar el potencial del uso industrial y alimenticio de la harina de yuca es fundamental comprender las propiedades funcionales del almidón. Estas propiedades están influenciadas por factores genéticos (diferencias varietales) y por factores como la edad de la planta, la época de cosecha, la fertilidad del suelo y la precipitación, entre otros aspectos.

Las características funcionales de los almidones son: solubilidad, capacidad de retención de agua, poder de hinchamiento, tendencia a retrogradar, propiedades de la pasta (viscosidad, consistencia, estabilidad del gel, claridad y resistencia al corte, formación de película), digestibilidad enzimática y capacidad de emulsificación.

d. Raíces con presencia de deterioro fisiológico o microbiano

Las raíces de yuca fresca se deterioran muy rápidamente después de la cosecha. Por esta razón, principalmente, las pérdidas poscosecha superan más del 30%.

Los síntomas de deterioro de las raíces generalmente ocurren en los tejidos parenquimatosos y los haces xilógenos y se manifiestan por cambios en la coloración de los tejidos. Las investigaciones realizadas han permitido definir dos tipos de deterioración de las raíces de la yuca después de la cosecha: una deterioración fisiológica o primaria y una deterioración microbiana o secundaria.

Deterioro fisiológico: 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 (Figura 5). Además, se presentan zonas con estrías azul–negras, constituidas por vasos de xilema deteriorados, los cuales se pueden observar fácilmente en cortes longitudinales de las raíces afectadas (Figura 6).

Los cambios de la coloración se pueden extender a las células parenquimatosas, las cuales presentan un tinte azulado y a veces síntomas de desecación.

La coloración típica del deterioro fisiológico se debe a la presencia de pigmentos de taninos, 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 las pocas horas de la cosecha, su concentración aumenta considerablemente. La escopoletina se puede detectar en las raíces antes de que se presenten los síntomas típicos del deterioro, exponiendo las raíces a luz ultravioleta; en presencia de esta luz, la escopoletina emite una fluorescencia de color azul intenso, lo cual indica que el proceso de deterioro ha comenzado.



Figura 5. Raíces cosechadas con síntomas de deterioro fisiológico.



Figura 6. Síntomas típicos del deterioro fisiológico.

Deterioro microbiano: El deterioro microbiano o secundario ocurre después del deterioro fisiológico y consiste en pudriciones causadas por hongos y bacterias que actúan como patógenos de las heridas. Por lo general, se presenta en cualquier parte de la raíz después de 5 a 7 días de realizada la cosecha, lo cual depende de la intensidad de los daños físicos ocasionados a las raíces en el momento de la cosecha y de la capacidad de la flora microbiana del suelo y del medio ambiente para metabolizar el almidón de las raíces. El síntoma inicial del deterioro microbiano es un estriado vascular semejante al observado en los tejidos con deterioro fisiológico, pero posteriormente se transforma en una pudrición húmeda con fermentación y maceración de los tejidos.



En la Figura 7 se observa la diferencia entre el deterioro primario y el secundario en lo que se refiere a la distribución de las estrías; en el secundario, las estrías aparecen cerca de la región de la infección y no se distribuyen en la forma del anillo, lo cual sí se observa en el deterioro primario.



Figura 7. Diferencia entre deterioro primario y secundario.

e. Raicillas, pedúnculos o materiales extraños

Las raicillas tienen diámetros menores a 2 cm, y en ellas la proporción de tocón y cáscara es mucho mayor que la proporción en las raíces normales. Además, el contenido de materia seca es menor en 5 o 7% que el valor de las raíces más gruesas. El empleo de este material para la producción de harina de yuca implica factores de conversión mayores de 2.8 y trozos secos con contenidos altos de fibra por la cantidad de cáscara. Adicionalmente, cuando las raicillas son muy delgadas deben eliminarse del proceso, porque traban la máquina picadora; además, como la picadora no alcanza a reducir las de tamaño su secado es muy demorado.

Hay otro material que influye sobre la cantidad de fibra del producto final: el tocón o pedúnculo, que es la parte leñosa que une la raíz al tallo (Figura 8). Es muy importante que el proveedor de las raíces frescas, entregue el material desprovisto de esta parte. En zonas donde es difícil llegar a este acuerdo, se podría pagar un sobre precio para estimular esta práctica. Los tocones muy grandes pueden dañar las máquinas en las etapas de picado o molienda. Este percance, en regiones alejadas de talleres mecánicos podría parar el proceso por varios días.

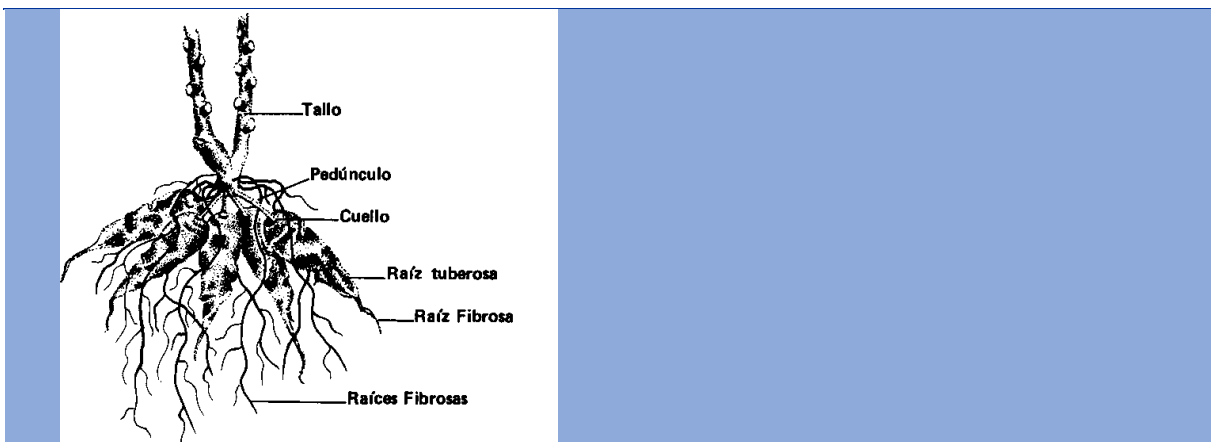


Figura 8. Partes de una raíz de yuca. El tocón o pedúnculo es la parte leñosa de la planta.



Cuando se habla de materiales extraños se refiere a la presencia de tierra, piedras, material leñoso, hojas y cualquier material que no sea una raíz de yuca. La aceptación de un porcentaje alto de este material trae consigo la elevación del factor de conversión. Este factor no sólo depende de la humedad inicial de las raíces, sino de cualquier materia que se elimine durante el procesamiento.

f. Raíces con ataques de plagas y enfermedades o con presencia de 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.

1.5 Procedimiento de control de calidad de un lote de yuca fresca para procesamiento

A continuación se enumeran los valores límites máximos permitidos en los parámetros de calidad para la aceptación o rechazo de las raíces frescas, consideradas como materia prima para la producción de harina de yuca de alta calidad. Además, se describirá el procedimiento que debe llevarse a cabo para el muestreo del lote al momento de la recepción y se harán algunos comentarios sobre la sanidad de los empaques en los cuales se transportan las raíces frescas.

a. Valores límites de los parámetros de calidad

En la Tabla 1 se registran los límites máximos de los parámetros de calidad que se pueden permitir, en términos de porcentaje del peso inicial de las raíces, para aceptar o rechazar un lote de yuca fresca.

Tabla 1. Valores límites de los parámetros de calidad.

Parámetro de calidad	Límite máximo
Contenido de humedad ¹	65%
Contenido de cianuro total ²	300 ppm
Raíces con deterioro ³	5%
Raíces pequeñas (raicillas) ⁴	10%
Raíces con ataque de plagas	5%
Materiales extraños	3%
Tolerancia máxima ⁵	7.5%

¹ Contenidos de humedad mayores al 65% reducen la utilidad, porque el factor de conversión se incrementa por encima de 2.7. En este caso, se prefieren raíces con humedades por debajo del 65%, con las cuales se consiguen menores factores de conversión.

² Con el secado artificial, las variedades apropiadas no deben tener niveles de cianuro superiores a 300 ppm en sus raíces frescas.

³ Se encuentra en las raíces que pueden tener un deterioro, donde además de mostrar el aro periférico oscurecido se aprecian algunas manchas en la parte interna del parénquima. Si el porcentaje sobrepasa el valor de la tabla, el peso de las raíces deterioradas debe descontarse del peso total del lote.

⁴ Si el valor excede al 15%, se debe negociar nuevamente el precio del lote, pues las raicillas deben costar como máximo un 50% del precio de las raíces normales

⁵ Se ha dado un valor independiente para raíces con deterioro, raicillas, raíces con ataques y materiales extraños; sin embargo, la sumatoria no debe exceder al 7.5%; si la sumatoria alcanza el 16%, el lote se rechaza.



b. Inspección y toma de muestras

La inspección debe realizarse idealmente en la recepción de las raíces, haciendo inspección en presencia del proveedor. Esto permite hacer reclamos oportunos, antes de iniciar el procesamiento.

El control de calidad que se hace al momento de la recepción de las raíces en la planta de procesamiento es quizás el más importante, pues se realiza en presencia del proveedor o representante; y de acuerdo con los valores que arrojen los análisis de la calidad, se decide si se acepta o no el lote de yuca.

En este control se examinan aspectos físicos, tales como: el contenido de materiales extraños, tocones, grados de deterioro y se verifica la variedad de la yuca. En este mismo control, se extraen las muestras para constatar el contenido de materia seca de las raíces, por medio el método descrito en el Anexo 1.

El muestreo fundamental se efectúa al momento de la recepción del lote, en presencia del proveedor, para determinar si el lote se acepta o no. Sin embargo, durante el procesamiento, bulto por bulto, se sigue efectuando, de cierta manera, un control de calidad continuo, que en algún momento de las actividades permitirá detener el proceso, en caso de que se noten algunos defectos que no aparecieron en el primer muestreo básico.

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 alguna parte de él tiene inconvenientes, debe hacerse un muestreo selectivo.

El muestreo debe efectuarse, de tal manera, que las muestras básicas sean representativas de las características de todo lote. Los excedentes de la muestra deberán devolverse al propietario del lote.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA REFINADA DE YUCA

Mediante el proceso que se describe a continuación, las raíces de yuca pueden convertirse en una harina de alta calidad, materia prima de especial interés para numerosas industrias de alimentos.

2.1 Diagrama de proceso de producción de harina refinada de yuca

Las operaciones requeridas para la producción de harinas refinada a partir de raíces de yuca, se presentan en la Figura 9.

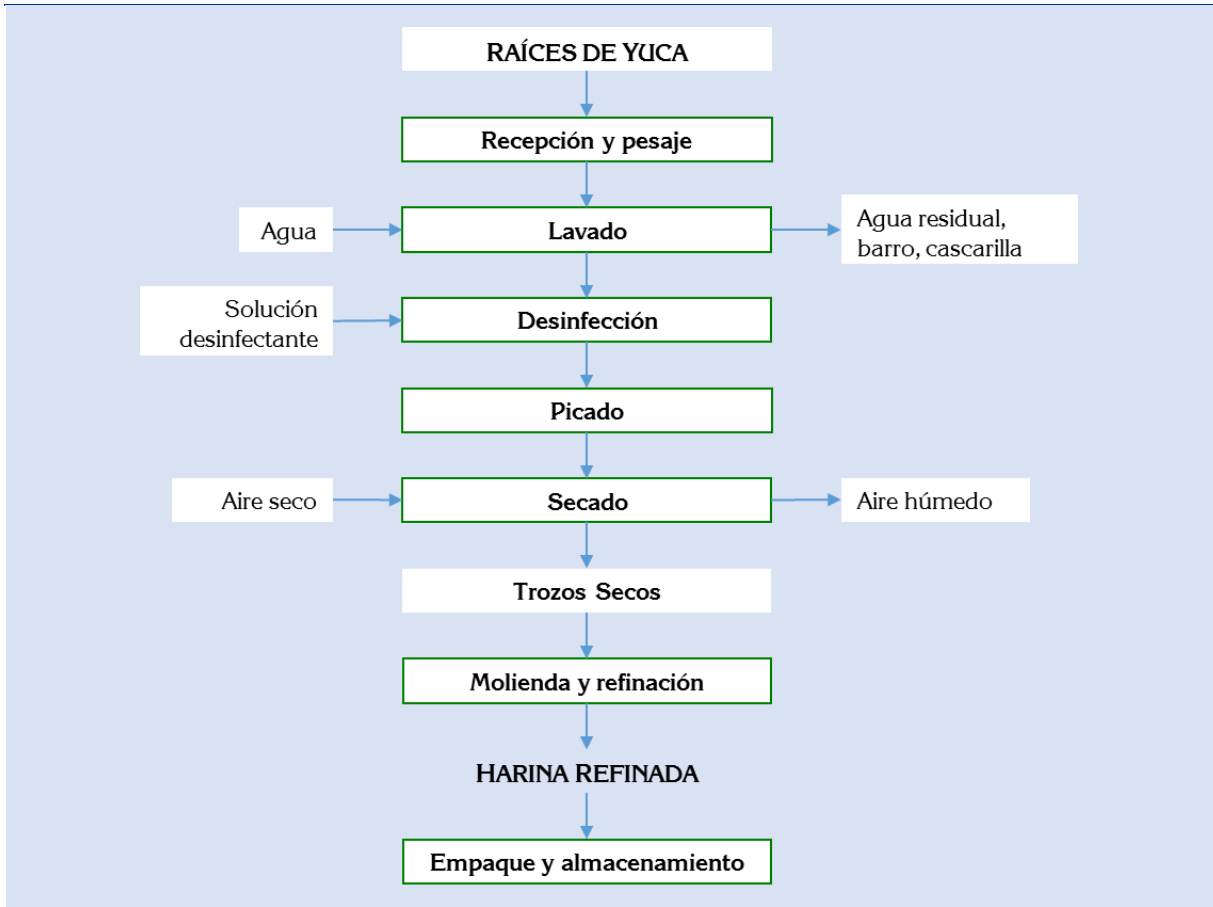


Figura 9. Línea de proceso para la producción de harina refinada de yuca.

En la Figura 10 se muestra un esquema representativo de las áreas de trabajo involucradas en el proceso de producción de la harina refinada.

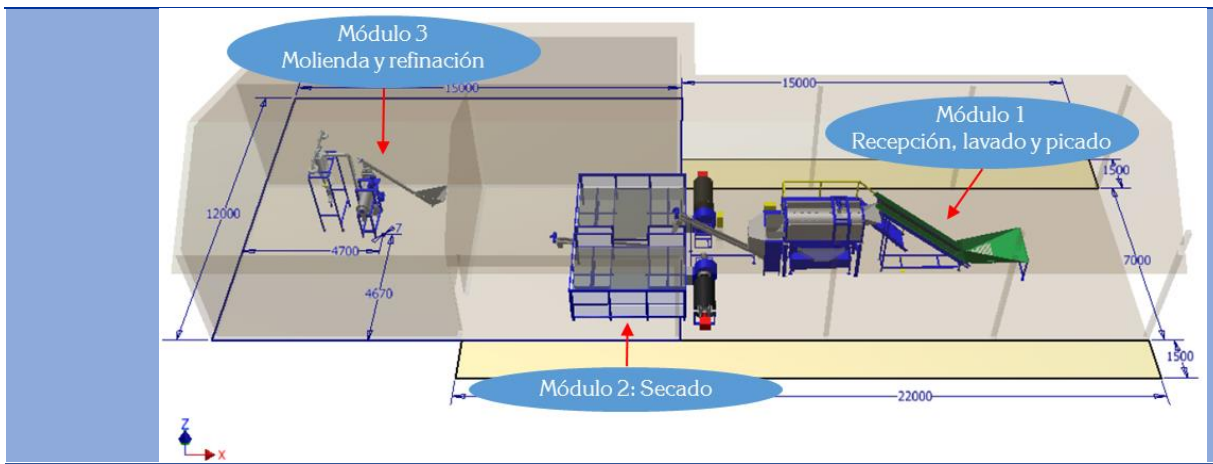


Figura 10. Esquema representativo para la producción de harina refinada de yuca.



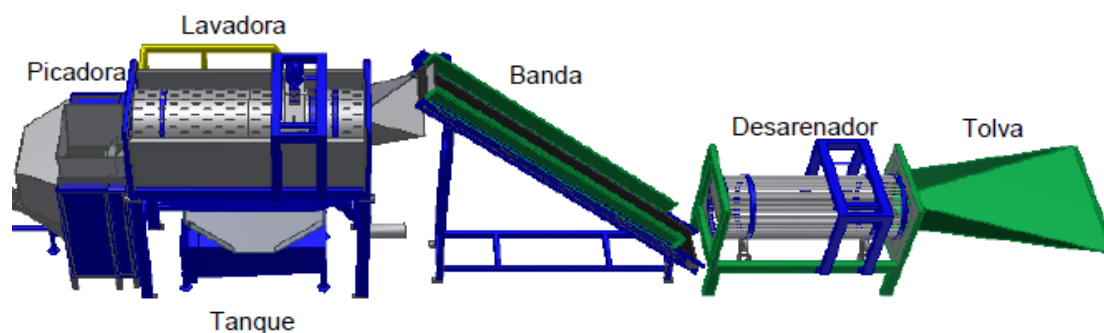
2.2 Proceso de producción de la harina refinada de yuca

A continuación se describen las etapas del proceso o plataforma tecnológica para la producción de harina refinada de yuca.

Es importante mencionar que los equipos o las partes que están en contacto directo con la materia prima, están contruidos o revestidos en láminas de acero inoxidable, para garantizar un proceso sin contaminación; adicionalmente, es indispensable el lavado y la desinfección continua de los equipos, herramientas e instalaciones que se utilizan en el proceso.

La calidad de la harina refinada depende, en gran medida, de la tecnología de procesamiento empleada; sin embargo, también es fundamental realizar un control adecuado en todas las etapas del proceso, con el fin garantizar la obtención de un producto que cumpla con los estándares de calidad, establecidos para las materias primas que son usadas en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

a. Módulo 1. Recepción, lavado y picado de raíces frescas de yuca



Recepción y pesaje: Después de la cosecha, las raíces de yuca son transportadas en empaques o a granel hasta la planta de procesamiento, donde se descargan y se almacenan, máximo un día antes de su procesamiento, la materia prima se pesa para definir el parámetro rendimiento o factor de conversión, de raíces frescas a harina. En el caso de las raíces de yuca, éstas deben ser procesadas en el menor tiempo posible, ya que durante las primeras 48 horas después de la cosecha se inician los síntomas del deterioro, manifestados principalmente por cambios en la coloración de los tejidos.

Inspección: Labor que se debe realizar pensando en las Buenas Prácticas de Manufactura, pues en muchas ocasiones llegan desde campo yucas deterioradas o elementos extraños como: tocones, palos, piedras, terrones de tierra, entre otros, y que se deben eliminar antes de entrar al proceso de lavado y picado.

El proceso consiste en depositar 200 kg de yuca en la tolva donde dos personas realizan la inspección de las raíces, retirando manualmente el tocón o cualquier impureza. Las raíces son introducidas en el desarenador, cilindro construido en varilla, donde se elimina hasta un 60% de la cascarilla (Figura 11). Esta limpieza se realiza en seco y dura aproximadamente 5 minutos antes de pasar a la lavadora.

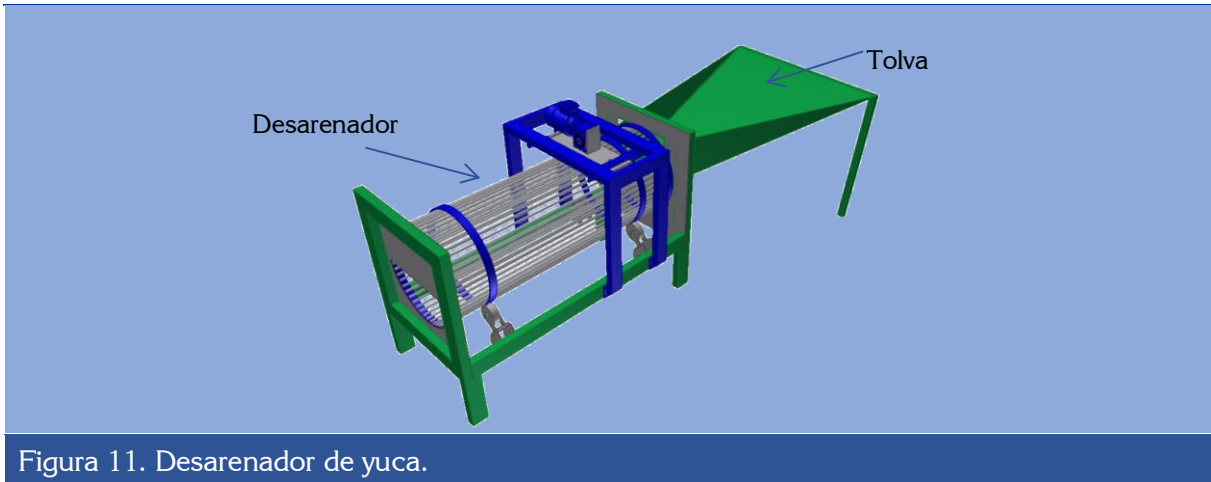


Figura 11. Desarenador de yuca.

Lavado: Las raíces cosechadas traen consigo gran cantidad de tierra y residuos del campo, por lo tanto, es necesario realizar un lavado antes del picado para asegurar la calidad nutricional del producto seco. El lavado se realiza en un cilindro rotatorio por tandas, que mueve las raíces mientras las lava con agua limpia a presión (aplicada dentro del tambor). Las paredes del cilindro están perforadas, para permitir la salida del agua residual y de los desechos sólidos (principalmente cascarilla). El equipo cuenta además con una tolva de carga y una tolva de descarga a cada extremo del cilindro (Figura 12). Se requiere aproximadamente 1 m^3 de agua potable por cada tonelada de materia prima; para el lavado diario de los equipos e instalaciones se utiliza una cantidad de 0.5 m^3 . No obstante, se cuenta con un tanque de recirculación de agua en la lavadora, para disminuir el consumo de agua por tonelada de materia prima.

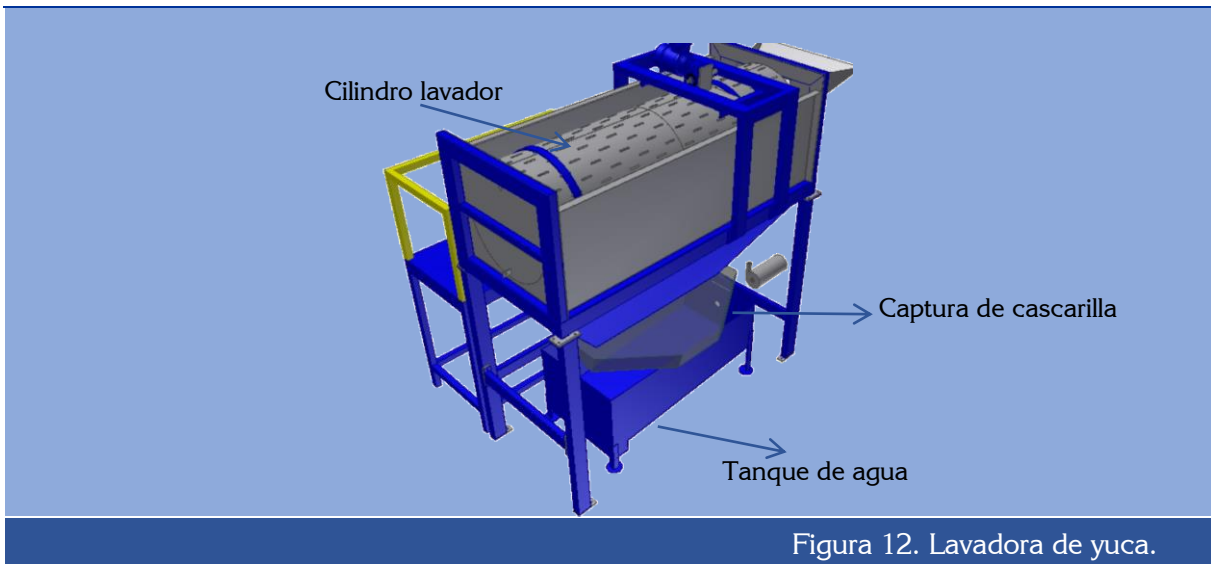


Figura 12. Lavadora de yuca.

Desinfección: Después de la etapa de lavado, las raíces de yuca se someten a un proceso de desinfección usando una solución diluida de hipoclorito de sodio (NaClO), esta solución también es aplicada dentro del cilindro de lavado durante algunos minutos.



Picado: Con el fin de acelerar la tasa de secado y obtener un producto de buena calidad, las raíces de yuca se deben cortar en pequeños trozos de tamaño uniforme para aumentar el área de la superficie expuesta al aire. El equipo utilizado, la picadora, comprende un disco trozador ensamblado verticalmente a una estructura que soporta el eje del disco y la tolva de alimentación. El disco que cuenta con cuchillas acopladas para producir un trozo en forma de barra rectangular es conocido como tipo Colombia (Figura 13).

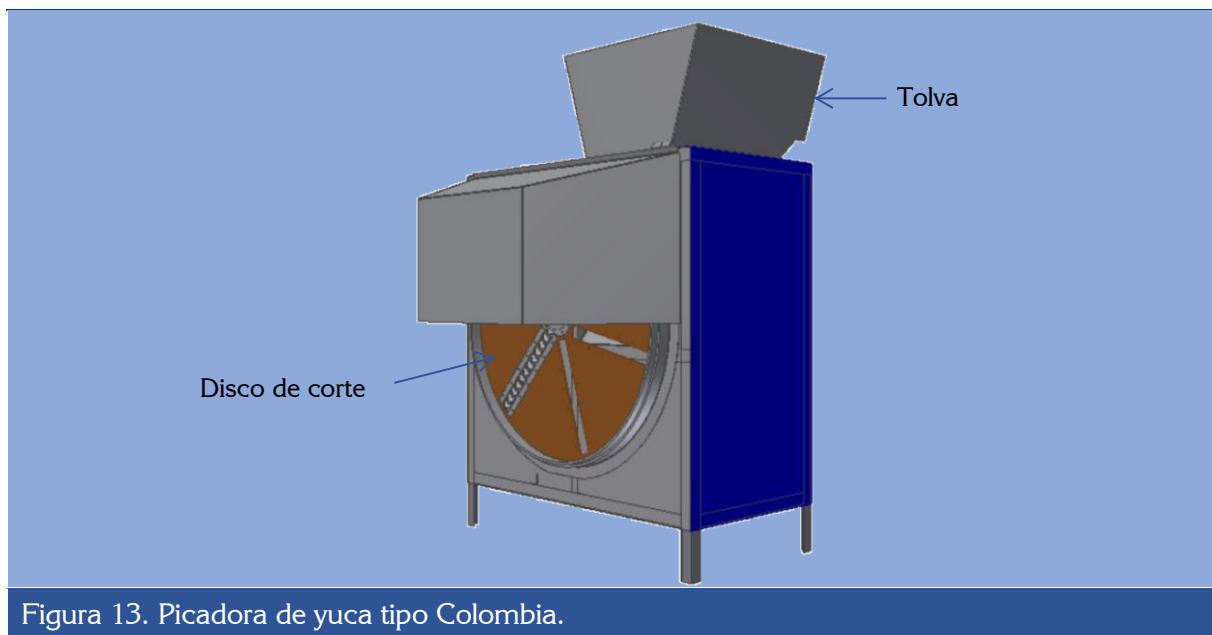


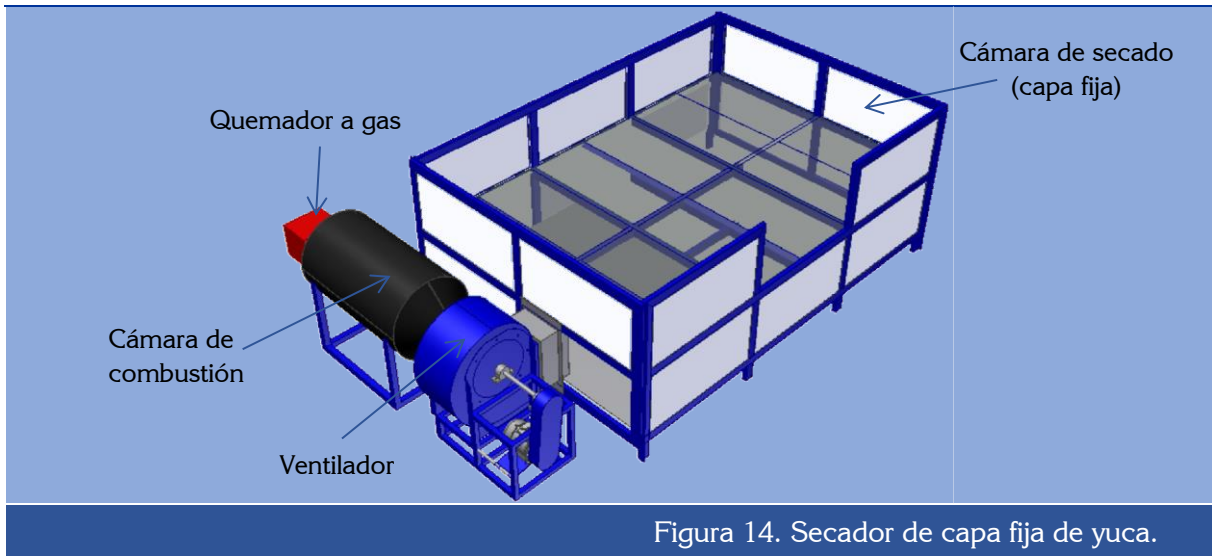
Figura 13. Picadora de yuca tipo Colombia.

b. Módulo 2. Secado de trozos frescos de yuca

Secado artificial: El uso de secadores con aire caliente en circulación directa, a través de una capa o lecho fijo, es una alternativa mucho más favorable, en términos de calidad del producto final, que los sistemas de secado natural. Además de ser un método que se puede emplear en regiones donde las condiciones ambientales no son favorables.

El secado artificial en capa fija consiste en el paso de un flujo uniforme de aire caliente a través de una capa de trozos frescos de aproximadamente 20–30 cm de espesor. El secador es un compartimiento de construcción simple, con un piso falso de lámina perforada sobre el que descansa el producto, mientras que un ventilador hace circular el aire caliente a través de la capa de trozos. Antes de hacer contacto con los trozos frescos de yuca, el aire se calienta en una unidad que consta de un quemador de combustible, que es conectado al secador por medio de ductos (Figura 14).

Para que el secado sea uniforme es preciso mezclar o revolver continuamente el producto, de forma manual o mecanizada. En este tipo de secadores es muy importante tener en cuenta el área expuesta del producto, la temperatura, el flujo y la humedad del aire, ya que de acuerdo con estas variables se determinan los tiempos de secado (que se encuentran en un rango entre 10–12 horas) y los consumos de combustible, parámetros de importancia en el cálculo de la eficiencia global y de los costos de producción de la harina refinada de yuca de alta calidad.



c. Módulo 3. Molienda y refinación de trozos secos de yuca

Molienda-tamizado: Los trozos secos (con 10–12% de humedad) son alimentados mediante un sinfín al premoedor (molino de martillos) provisto de una criba con malla de 6 mm. En esta etapa, los trozos se reducen de tamaño y pasan a las tamizadoras provistas con una malla de 180 micras, de acuerdo con la abertura de la malla, se separan pequeños materiales de cáscara, cascarilla y fibra que componen el ripio, el cual se extrae como subproducto y es utilizado generalmente en alimentación animal. El material que logra pasar por la malla es succionado por un ventilador que lo transporta a los ciclones recolectores (Figura 15).

Recolección de la harina refinada: Para la recolección de la harina fina (<177 micras) se utilizan dos ciclones con alimentación tangencial conectados en paralelo, para una mayor capacidad de captura de la harina; estos dos ciclones están acoplados a un cono que permite la descarga del producto final hacia la bolsa de empaque, y en su parte superior cuenta con dos filtros intercambiables para evitar la salida partículas finas al ambiente (Figura 15).

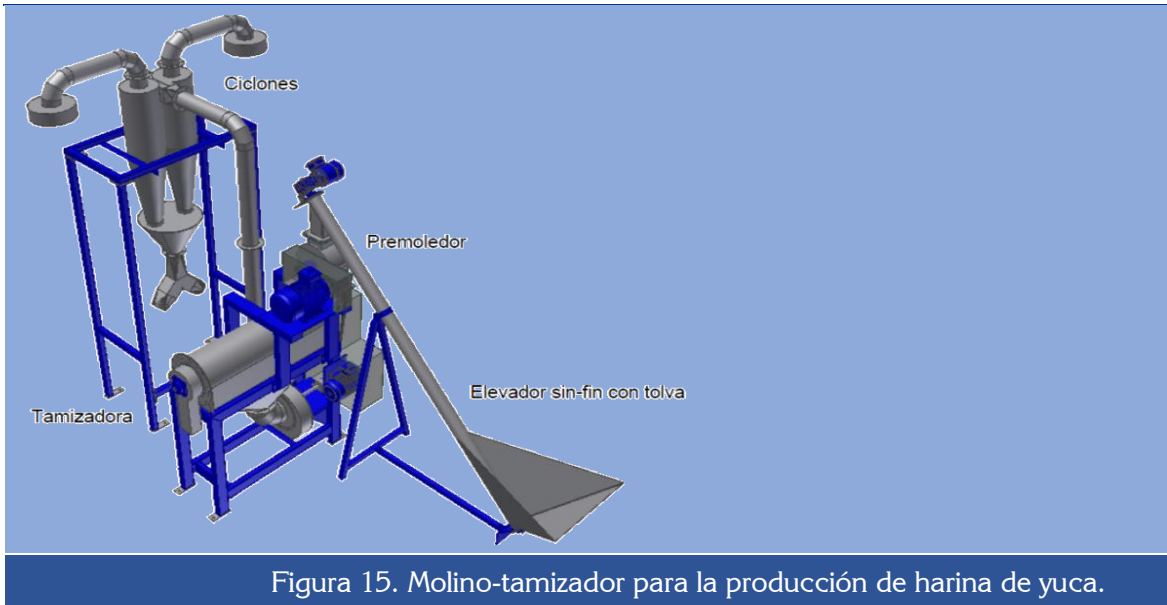


Figura 15. Molino-tamizador para la producción de harina de yuca.

2.3 Balance de masa en la producción de harina refinada de yuca

En la Figura 16 se muestra el balance de masa con un factor de conversión 4 a 1. Se requiere de 4,000 kg o 4 toneladas de yuca fresca para obtener 1,000 kg o 1 tonelada de harina refinada. Esta relación varía dependiendo de la materia seca de yuca (variedad), de las impurezas que trae de campo (barro, palos, piedras, entre otras) y de la cantidad de tocones que no se retiren desde campo, llegando a obtener factores de conversión de yuca fresca a harina refinada más bajos, hasta de 3.5 a 1.

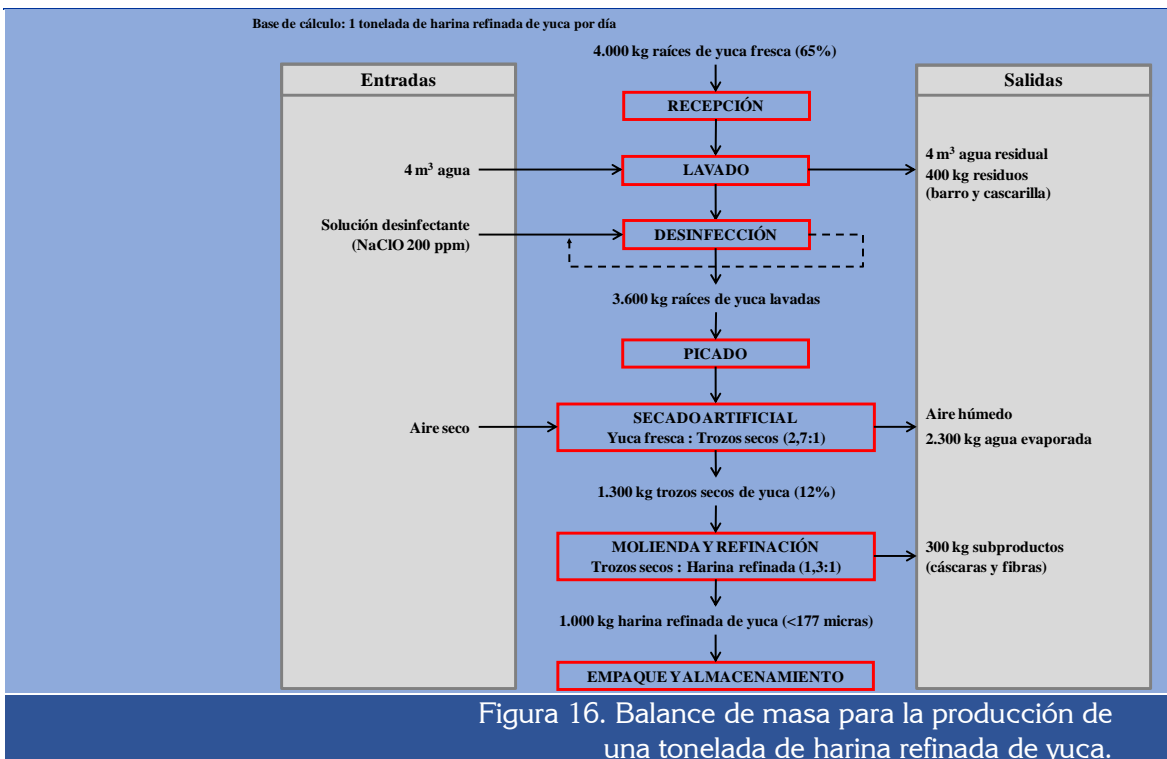


Figura 16. Balance de masa para la producción de una tonelada de harina refinada de yuca.



3. CONTROL DE CALIDAD DE LA HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO

La calidad de la harina de yuca se mide por la forma en que sus características cumplen, entre otros aspectos, con:

- Las disposiciones legales de sanidad.
- Composición.
- La aceptabilidad por parte del consumidor o comprador.

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

En relación con la calidad final de la harina refinada de yuca, es muy importante, aparte de contar con materia prima de buena calidad, realizar actividades de supervisión y control en todas las etapas que componen su producción. La dificultad de realizar dichas actividades en la práctica, hace necesaria la revisión permanente y sistemática del producto terminado, es decir, de la harina de yuca.

En resumen, la harina de yuca debe cumplir con ciertos requisitos que impone el mercado a través de los clientes. Estas características tienen que ver con aspectos físicos (tamaño, color), sensoriales (olor, sabor), composición química, propiedades reológicas (viscosidad) y calidad microbiológica.

La norma de calidad que rige en Colombia para la yuca seca destinada a consumo humano es la Norma Técnica Colombiana NTC 2716, expedida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), (Anexo 2. NTC 2716). A nivel mundial fue desarrollada la norma CODEX STAN 176-1989 por la Comisión del Codex Alimentarius, que se aplica a la harina de yuca comestible (Anexo 3. CODEX STAN 176).

3.1 Análisis granulométrico

Como se mencionó anteriormente, en la planta piloto se extraen dos tipos de productos: una harina refinada como producto principal y un ripio como subproducto.

En el equipo se realiza una buena separación de estos materiales, lo que suprime el pelado manual de las raíces de yuca en el procesamiento. Éste ha sido uno de los aportes más valiosos del módulo de refinación, puesto que evita el sobre costo por mano de obra para el pelado de las raíces, en la obtención de la harina de yuca para consumo humano.

La harina refinada obtenida en la planta piloto de la Corporación CLAYUCA, tiene las siguientes características: un 70–75% de partículas menores a 50 micras y un 20–25% de partículas entre 50-177 micras.



3.2 Composición química

Una composición promedio de la harina refinada obtenida a partir de una variedad comercial (HMC-1) se presenta en la Tabla 2.

Aunque los valores de la composición generalmente son constantes, en los reportes se manejan rangos, pues estos valores dependen en gran parte del tipo de variedad, calidad sanitaria, tipo del procesamiento, valor de la humedad del producto, etc.

Tabla 2. Composición promedio de la harina refinada de yuca (variedad HMC-1).

Análisis	HMC-1
Materia seca (%)	88–90
Humedad (%)	10–12
Almidón (%)	84–86
Proteína (%)	1–3
Fibra cruda (%)	1–3
Cenizas (%)	1–2
Extracto etéreo (%)	0.5-1
Cianuro total (ppm)	< 10

3.3 Propiedades reológicas

Las características reológicas de la harina refinada de yuca se evalúan mediante el análisis de amilogramas o perfiles de empastamiento de las harinas, en los que se registran las modificaciones de la viscosidad de una suspensión de harina y agua en procesos de calentamiento–enfriamiento.

La Figura 17 muestra las curvas de viscosidad de diferentes harinas refinadas de yuca (variedades MCOL 1505, MPER 183 y HMC–1) y de un almidón de yuca comercial, generadas por un viscógrafo.

En la curva de empastamiento se observa que, comparadas con el almidón comercial, todas las harinas refinadas presentaron menores temperaturas de gelatinización y menores viscosidades máximas. Por otra parte, el pico máximo de viscosidad para las harinas no se alcanza tan rápidamente, lo que indica que el almidón comercial es más fácil de cocinar y requiere menor consumo de energía durante su cocción.

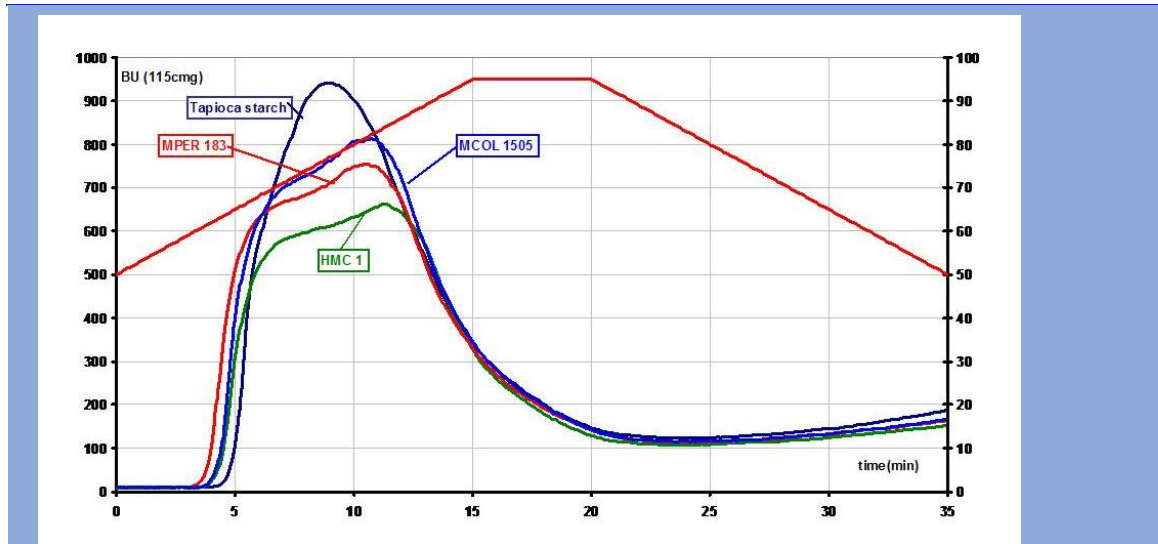


Figura 17. Perfiles MVAG (micro-viscoamilogramas) para harinas de yuca de diferentes variedades comparadas con almidón comercial de yuca.

En la Tabla 3 se presentan los resultados para los parámetros de facilidad de cocción, inestabilidad del gel e índice de gelatinización o gelificación, tanto para la harina refinada como para el almidón nativo, ambos extraídos de la misma variedad de yuca (HMC-1).

Tabla 3. Parámetros de los perfiles de empastamiento de la harina refinada y del almidón nativo, realizados en un viscógrafo RVA serie 4.

Parámetros	Harina Refinada	Almidón nativo
Temperatura de gelatinización (°C)	63	65
Viscosidad máxima (URVA ^a)	146	478
Facilidad de cocción (min)	4,4	1,6
Inestabilidad del gel (URVA ^a)	72	332
Índice de gelatinización (URVA ^a)	14	54

a. URVA: Unidad de viscosidad en RVA.

La facilidad de cocción fue mayor para la harina que para el almidón, lo que confirma una menor velocidad de hinchamiento de los gránulos, en el caso de la harina refinada. En cuanto a la inestabilidad del gel (relacionada con la fragilidad y la solubilidad de los gránulos de almidón hinchados), el almidón nativo presentó un valor de 332 URVA, lo que sugiere que la harina refinada tiende a formar geles más estables, en comparación con el almidón nativo.

Finalmente, el valor reportado para el índice de gelatinización de la harina refinada, indica que las pastas formadas con la harina de yuca son estables, con poca tendencia a la retrogradación durante el ensayo en el viscógrafo RVA.



3.4 Calidad microbiológica

Aparte de las características de tamaño, presentación y composición química promedias, la harina de yuca para consumo humano también debe cumplir con los requisitos microbiológicos exigidos por los Ministerios de Salud de cada nación. Para el caso de Colombia se puede tener en cuenta la Norma para la yuca seca destinada a consumo humano NTC 2716 (Anexo 2); sin embargo, cuando con la harina de yuca se busca sustituir parcial o totalmente la harina de trigo (en el caso de productos panificados) es más adecuado tener como referencia los requerimientos de la Norma Técnica Colombiana 267 para la harina de trigo.

La Tabla 4 registra los requisitos microbiológicos para la harina de trigo permitidos por el Gobierno Colombiano según la norma NTC 267, comparados con los valores obtenidos para la harina refinada de yuca, elaborada a partir de la variedad HMC-1.

Tabla 4. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo y valores para la harina de yuca (variedad HMC-1).

Análisis	Parámetros según NTC-267	HMC-1
Recuento total de aerobios mesófilos (UFC/g)	200.000-300.000	115.000
Recuento total de mohos (UFC/g)	3.000-5.000	1.000
Recuento de levaduras (UFC/g)	3.000-5.000	< 10
Recuento de <i>escherichia coli</i> (FC/g)	< 10	< 10
Detección de <i>salmonella</i> en 25 g	Ausencia	Ausencia
Recuento de <i>bacillus cereus</i> (UFC/g)	500-1.000	< 100
Recuento de <i>estafilococo aureus</i> (UFC/g)	< 100	< 100

En resumen, el producto debe estar exento de microorganismos y parásitos y no debe contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

4. USOS DE LA HARINA REFINADA DE YUCA

La producción de harina refinada de yuca destinada al consumo humano, es de gran importancia a nivel nacional e internacional, ya que puede constituirse en una materia prima de especial interés para numerosas industrias de alimentos.

La harina de yuca es usada para el consumo humano en la industria de la panificación, en la preparación de harinas compuestas trigo-yuca para la elaboración de pan y galletas, fideos y macarrones, como relleno para carnes procesadas; como espesante de sopas deshidratadas, condimentos, papillas y para la elaboración de harinas precocidas y mezclas instantáneas, entre otras.



En el mundo, con harina de yuca seca o tostada se fabrican, particularmente en algunas regiones, productos comestibles conocidos como *casabe*, *mañoco* y *gari*, en Brasil una gran proporción de yuca es consumida como *farinha* en la preparación de diversos platos típicos.

En la Tabla 5 se presentan algunas de las aplicaciones de la harina refinada de yuca para el desarrollo de diferentes productos alimenticios y de uso industrial, trabajos de investigación que ha venido realizando la Corporación CLAYUCA en los últimos años.

Tabla 5. Aplicaciones de la harina refinada de yuca.

Mercado	Producto	Materia prima sustituida	Sustitución	Ventajas
Alimentos	Panadería	Harina de trigo	5–100	Menor costo
	Mezclas para coladas y sopas	Harinas de trigo, arroz, maíz y plátano	10–40	Mayor rendimiento
	Snacks	Harinas de trigo, arroz y maíz	100	Menor costo
	Carnes procesadas	Harina de trigo, almidones	50	Mejor calidad
Industrial	Cerveza	Almidón de maíz, harina de arroz, jarabe de maltosa	50–100	Menor costo
	Adhesivos	Almidón de maíz y papa	30–100	Menor costo
	Plásticos biodegradables	Almidón de maíz y papa	70	Mejor estabilidad estructural

En panificación, los estudios realizados han permitido determinar que el pan elaborado con harina refinada de yuca, usando niveles de sustitución del 5–10%, presenta un buen comportamiento en las pruebas de volumen específico y altos valores de absorción de agua; además, no se presentan diferencias en las pruebas de aceptación con los consumidores, comparado con el pan de trigo (Aristizábal y Henao, 2004). Adicionalmente, la sustitución parcial de la harina de yuca, permite a los panaderos ahorrar en sus costos de producción, ya que es posible obtener la harina de yuca a menor precio que la harina de trigo.

Sin embargo, cuando se utiliza la harina de yuca en productos panificados como galletería y tortas, el porcentaje de sustitución puede alcanzar hasta un 50% (Ospina et al., 2015), mientras que en la elaboración de muffins se puede incluso obtener un producto *gluten free*, con una mezcla de 50% de harina de yuca y 50% de harina de quinua (Mina et al., 2015).

Por las características propias del almidón, la harina refinada de yuca es una excelente materia prima para la elaboración de coladas y sopas, por su capacidad de espesar la preparación final. Por esta característica también es apropiada para usarla como ingrediente en la elaboración de cárnicos, ya que mejora la retención del agua y las características de mordida.

La harina refinada también puede utilizarse en procesos de extrusión para producir pastas alimenticias, snacks, cereales para desayuno (hojuelas) y todo tipo harinas compuestas para la preparación de coladas y bebidas instantáneas para la alimentación infantil (Ospina et al., 2009). Los ensayos



realizados permiten confirmar que la harina de yuca puede sustituir o complementar las diversas materias primas que se utilizan en los productos extrudidos, de amplio uso en la alimentación humana.

Para usos industriales, la harina refinada de yuca es una materia prima apropiada en la elaboración de adhesivos, utilizados en el proceso de pegado de las cajas de cartón corrugado. A pesar de que sus niveles de fibra, ceniza y proteína no son tan bajos como los del almidón nativo o dulce, la harina refinada también tiene potencial para utilizarse en la fabricación del mismo cartón corrugado, porque tiene características similares a las del almidón de maíz tipo perla (Bonilla y Alonso, 2002).

Los estudios para la inclusión de la harina refinada de yuca como adjunto cervecero, han indicado que este producto es una alternativa técnicamente viable para sustituir la maltosa como materia prima adjunta en la producción de cerveza (Ospina et al., 2006).

Finalmente, también se han adelantado investigaciones para la producción de biopolímeros termoplásticos a partir de la harina de yuca, que se utilizan como precursores para la manufactura de plásticos biodegradables (bolsas, láminas de recubrimiento, utensilios desechables, entre otros). La mayor diferencia entre el plástico que actualmente se fabrica (a partir de derivados del petróleo) y el producido con base en harina de yuca, es que el segundo es completamente biodegradable, lo que quiere decir que su uso como empaque, a partir de su producción, no es mayor a un año (Villada y Acosta, 2003).

En los Anexos 4 y 5 se presentan algunos productos de panificación y otras recetas elaboradas con harina de yuca, y que harán parte del componente práctico de este módulo.

Es importante recordar que, para que el uso de la harina de yuca sea aplicable a nivel industrial (principalmente el mercado de panificados), los aspectos que deben ser considerados son:

- Garantizar un abastecimiento constante con calidades, volúmenes y precios estables.
- Contar con la sostenibilidad política que obligue el consumo de harinas compuestas trigo–yuca por ley (como el caso del alcohol carburante).
- Tener el apoyo del gremio panadero y molinero que identifiquen la harina de yuca como un sustituto de la harina de trigo, que por una parte traerá beneficios económicos a su negocio y, por otra, contribuirá al desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca en el país.

5. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción (Tomado de Saavedra et al., 2011).



5.1 Historia de las BPM

Históricamente las BPM surgen como una respuesta o reacción ante hechos graves (algunas veces fatales), relacionados con la falta de inocuidad, pureza y eficacia de alimentos y medicamentos. Los primeros antecedentes de las BPM datan de 1906 en Estados Unidos, y se relacionan con la aparición del libro "La Jungla" de Upton Sinclair. La novela describía en detalle las condiciones de trabajo imperantes en la industria frigorífica de la ciudad de Chicago, y tuvo como consecuencia una reducción del 50% en el consumo de carne. Se produjo también la muerte de varias personas que recibieron suero antitetánico contaminado, que provocó difteria en los pacientes tratados.

5.2 Marco legal en Colombia

En Colombia, las BPM para alimentos están reguladas por el Decreto 3075 de 1997 y vigiladas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Este Decreto fue elaborado por el Ministerio de Salud (hoy Ministerio de Salud y Protección Social) que reglamentó la implementación de directrices destinadas a la elaboración inocua de los alimentos, con el objetivo de proteger la salud de los consumidores.

El INVIMA es la institución oficial de vigilancia y control, de carácter técnico–científico, que trabaja en la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias como: decretos y resoluciones para alimentos, medicamentos, cosméticos, productos de aseo, bebidas alcohólicas, dispositivos médicos, homeopáticos, entre otros.

5.3 Campo de aplicación

- a. A todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; equipos y utensilios, y el personal manipulador de alimentos.
- b. A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.
- c. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.
- d. A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos, sobre los alimentos y materias primas para alimentos.

5.4 Edificación e instalaciones

La pauta principal consiste en garantizar que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado, dentro de los componentes necesarios en edificación e instalaciones están:



Localización y accesos: Estarán ubicados en lugares aislados de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos potenciales para la contaminación del alimento.

Diseño y construcción: La edificación debe estar diseñada y construida de manera que proteja los ambientes de producción, e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes, así como del ingreso y refugio de plagas y animales domésticos (Figura 18).



Figura 18. Planta de Almidón de Yuca, Halotech, Brasil.

Abastecimiento de agua: El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por la reglamentación correspondiente del Ministerio de Salud.

Disposición de residuos líquidos: Dispondrán de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, el tratamiento y la disposición de aguas residuales, aprobadas por la autoridad competente (Figura 19).

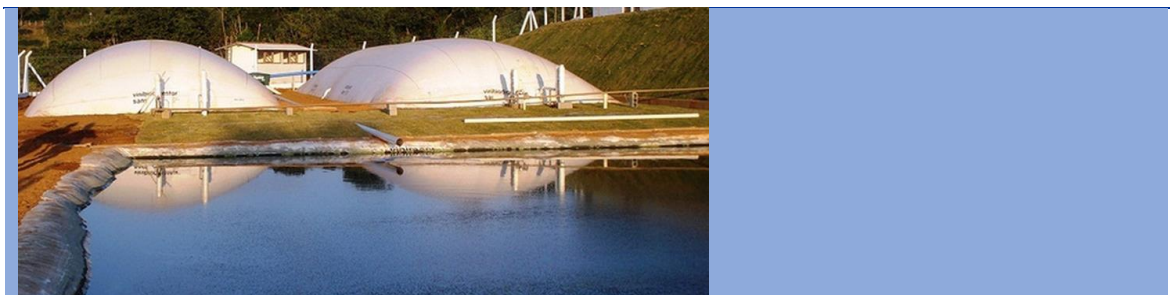


Figura 19. Lagunas para tratamiento de efluentes.

Disposición de residuos sólidos: Los residuos sólidos deben ser removidos frecuentemente de las áreas de producción, y disponerse de manera que se elimine la generación de malos olores, el refugio y alimento de animales y plagas y que no contribuya de otra forma al deterioro ambiental (Figura 20).

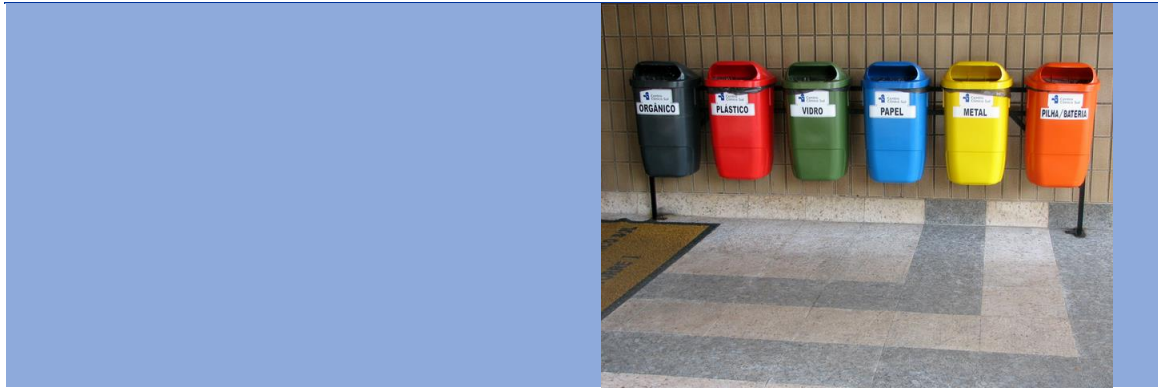


Figura 20. Manejo de residuos sólidos.

Instalaciones sanitarias: Deben disponer de instalaciones sanitarias en cantidad suficiente, tales como servicios sanitarios y vestideros, independientes para hombres y mujeres, separados de las áreas de elaboración y suficientemente dotados para facilitar la higiene del personal.

5.5 Equipos y utensilios

Los equipos y utensilios empleados en el procesamiento, fabricación y preparación de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, contruidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.

Condiciones de instalación y funcionamiento: Como regla general, los equipos deben estar instalados y ubicados según la secuencia lógica del proceso tecnológico, desde la recepción de las materias primas y demás ingredientes, hasta el envasado y embalaje del producto terminado (Figura 21).

5.6 Personal manipulador de alimentos

Estado de salud: El personal manipulador de alimentos debe haber pasado por un reconocimiento médico antes de desempeñar esta función.

Educación y capacitación: Todas las personas que han de realizar actividades de manipulación de alimentos deben tener formación en materia de educación sanitaria, especialmente en cuanto a prácticas higiénicas en la manipulación de alimentos. Igualmente, deben estar capacitados para llevar a cabo las tareas que se les asignen, con el fin de que sepan adoptar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los alimentos.

Prácticas higiénicas y medicas de protección: Toda persona mientras trabaja directamente en la manipulación o elaboración de alimentos, debe adoptar las prácticas higiénicas y medidas de protección (Figura 22).



Figura 21. Condiciones de funcionamiento apropiadas.



Figura 22. Practicas higiénicas y medicas de protección.

5.7 Requisitos higiénicos de fabricación

Todas las materias primas y demás insumos para la fabricación, así como las actividades de fabricación, preparación y procesamiento, envasado y almacenamiento, deben cumplir con los requisitos descritos a continuación, para garantizar la inocuidad y salubridad del alimento.

Materias primas: Las materias primas e insumos para alimentos cumplirán con:

- a. La recepción de las materias primas debe ser en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos.
- b. Las materias primas e insumos deben ser inspeccionados, previo al uso, clasificados y sometidos a análisis de laboratorio, cuando así se requiera.
- c. Las materias primas deben ser sometidas a la limpieza con agua potable u otro medio adecuado de ser requerido y a la descontaminación previa a su incorporación en las etapas sucesivas del proceso.



- d. Las materias primas conservadas por congelación que requieran ser descongeladas, previo al uso, deben descongelarse a una velocidad controlada para evitar el desarrollo de microorganismos.
- e. Las materias primas e insumos que requieran ser almacenadas antes de entrar a las etapas de proceso, deberán almacenarse en sitios adecuados que eviten su contaminación y alteración.
- f. Los depósitos de materias primas y productos terminados ocuparán espacios independientes, evitando peligros de contaminación para los alimentos.
- g. Las zonas donde se reciban o almacenen materias primas estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado del producto final.

Empaques o envases: Los empaques, envases y recipientes utilizados para manipular las materias primas o los productos terminados, deberán reunir los siguientes requisitos (Figura 23):

- a. Estar fabricados con materiales apropiados para estar en contacto con el alimento y cumplir con las reglamentaciones del Ministerio de Salud.
- b. El material del envase deberá ser adecuado y conferir una protección apropiada contra la contaminación.
- c. No deben utilizarse previamente para algún fin diferente que pudiese ocasionar la contaminación del alimento a contener.
- d. Deben ser inspeccionados antes del uso para asegurarse que estén en buen estado, limpios y desinfectados. Cuando son lavados, se escurrirán bien antes de ser usados.
- e. Se deben mantener en condiciones de sanidad y limpieza, cuando no se estén utilizando en la fabricación.



Figura 23. Producto empacado y almacenado de forma adecuada.



5.8 Aseguramiento y control de la calidad

Una empresa que aspire a competir en los mercados de hoy, deberá tener como objetivo primordial la búsqueda y aplicación de un sistema de aseguramiento de la calidad de sus productos. El fin primordial que tiene éste concepto consiste en disminuir la cantidad de material defectuoso procesado, con el fin de bajar el costo respectivo, también se busca hacer un uso más racional de la mano de obra y equipos, para lograr niveles de calidad más competitivos, disminuir los gastos de inspección, mejorar la moral del trabajador al participar en la elaboración de productos de mayor calidad, disminuir y, de ser posible, eliminar los reclamos y las devoluciones de productos.

La gestión de calidad de una empresa alimentaria está basada en producir siempre alimentos seguros para la salud de sus consumidores, procurando que sean higiénicamente elaborados, que no contengan sustancias dañinas, que sean nutritivos, que no engañen al consumidor, por lo cual la composición que se indica debe corresponder a la realidad y, a su vez, ayude a facilitar su comercialización.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso L, Zapata V. 2005. Manual de producción de trozos secos de yuca para la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA), World Vision International. Palmira, CO.
- Aristizábal J, Henao S. 2004. Adaptación y validación de tecnología para utilización de harina de yuca en panificación. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Palmira, CO.
- Aristizábal J, Sánchez T. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 163. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, IT.
- Barona SM, Isaza LE. 2003. Estudios para el desarrollo de un proceso de extracción de almidón a partir de trozos secos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con mínima utilización de agua. Universidad del Valle. Palmira, CO.
- Bonilla AM, Alonso L. 2002. Estudio de la viabilidad técnica, económica y comercial de la obtención de adhesivos para uso en la industria de cartón corrugado, a partir de almidón de yuca extraído por vía seca. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Palmira, CO.
- Gallego S, Tobar LM, Marriaga N. 2003. Evaluación técnica del primer secador de la planta piloto de secado artificial continuo de yuca, Clayuca - Protón. Universidad del Valle. CLAYUCA-CIAT. Palmira, CO.



- García JA. 2006. Evaluación de ciclones en la clasificación de partículas refinadas de yuca. Universidad del Valle. Palmira, CO.
- García JA, Gallego S, Alonso L. 2006. Establecimiento de una planta piloto para la producción continua de harina refinada de yuca. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Palmira, CO.
- Mina H, Gallego S, Ospina B, Nutti M. 2015. Desarrollo y uso de una mezcla de alto valor nutricional, a partir de harinas de yuca, batata, quinua y amaranto, en la elaboración de un producto de panificación. Corporación CLAYUCA–HarvestPlus. Palmira, CO.
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2007. CODEX ALIMENTARIUS. Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales. Roma, IT.
- Ospina B, Aristizábal J. 2006. Investigación para la evaluación técnica del uso de la harina de yuca como adjunto cervecero. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Palmira, CO.
- Ospina B, Nutti M, Gallego S, Carvalho JL, Ascheri JL. 2009. Fichas técnicas. Productos alimenticios. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA). Palmira, CO.
- Ospina B, Ceballos H (Eds.). 2012. Cassava in the Third Millennium. Modern production, processing, use and marketing systems. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Latin American and Caribbean Consortium to Support Cassava Research and Development (CLAYUCA). Cali, CO.
- Ospina MA, Gallego S, Jaramillo AM, Ospina B, Nutti M. 2015. Evaluación del comportamiento de una mezcla pro-vitamina A de harina de yuca y batata en productos de panificación. Corporación CLAYUCA–Colciencias. Palmira, CO.
- Saavedra JI, Gómez JC, Ibarra MA, Mosquera C. 2011. Buenas Prácticas de Manufactura. Control y gestión de la calidad. <http://calidaduao.blogspot.com.co/>
- Villada HS, Acosta H. 2003. Proyectos de desarrollo de materiales poliméricos biodegradables usando extrusión simple. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Palmira, CO.



ANEXO 1

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD O MATERIA SECA. (ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 3528)



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD O MATERIA SECA (ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 3528)

El método consiste en liberar humedad por calentamiento el agua que se encuentra en los alimentos, calculando por diferencia de pesos el contenido de agua.

1. Se enciende el horno con una hora de anticipación para alcanzar la temperatura de 60°C en forma estable.
2. Se limpian, numeran y pesan los platos o cajas Petri a utilizar. Se registran los valores.
3. Se pesan 10–15 g de muestra para el nivel de humedad correspondiente a los trozos de yuca (muestra húmeda + plato).
4. Se depositan los platos con la muestra dentro del horno durante 24 horas.
5. Las muestras se retiran del horno y se colocan en un desecador con *sílica gel* para que adquieran temperatura ambiente.
6. Al cabo de una hora se retiran las muestras del desecador y se pesan en la balanza, registrando cada valor (muestra seca + plato).

Cálculos:

$$\text{Humedad en base húmeda (\%)} = \frac{(\text{Muestra húmeda} + \text{plato}) - (\text{Muestra seca} + \text{plato})}{\text{Muestra húmeda} - \text{plato}} * 100$$

$$\text{Materia seca en base húmeda (\%)} = \frac{(\text{Muestra seca} + \text{plato}) - \text{plato}}{\text{Muestra húmeda} - \text{plato}} * 100$$



ANEXO 2

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2716

Frutas, legumbres y hortalizas. Yuca seca para consumo humano.

1990-04-18

**FRUTAS, LEGUMBRES Y HORTALIZAS.
YUCA SECA PARA CONSUMO HUMANO**



E: FRESH FRUITS, LEGUMS AND VEGETABLES. DRIED
YUCCA FOR HUMAN CONSUMPTION

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: yuca; producto agrícola; producto
alimenticio; producto deshidratado;
determinación de la humedad; almidón;
determinación de fibra cruda; contenido
de celulosas; contenido de almidón.

I.C.S.: 67.080.20

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (NTC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 2716 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1990-04-18

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico C15.4 Frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos frescos.

CARULLA S.A.
INSTITUTO DE MERCADEO AGROPECUARIO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
TECNOLÓGICAS

MINISTERIO DE AGRICULTURA
NESTLE DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**FRUTAS, LEGUMBRES Y HORTALIZAS
YUCA SECA PARA CUNSUMO HUMANO.**

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir y los ensayos a los cuales se debe someter la yuca seca destinada a consumo humano.

2. DEFINICIONES

2.1 Yuca: raíz tuberosa procedente de la especie *manihot ssp.*

2.2 Yuca seca: producto que ha sido despojado de la cáscara y se le ha removido la humedad hasta un 12 % por medios mecánicos o naturales.

2.3 Yuca dañada por insectos: aquélla que presenta perforaciones causadas por insectos.

2.4 Yuca infestada: aquélla que porta en su superficie insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos o que presenta insectos en asociación con su parte interna.

2.5 Yuca infectada: aquélla que porta interna o externamente estructuras de microorganismos.

2.6 Materia extraña e impurezas: materia diferente a la yuca seca como: mugre, arena, piedras, tallos, hojas, palos, pedazos de cáscara.

3. CONDICIONES GENERALES

3.1 La yuca seca no debe presentar olores diferentes a los propios del producto.

3.2 La yuca seca debe ser de color blanco o crema.

3.3 La yuca debe ser partida, lavada y secada.

3.4 La yuca seca debe estar libre de materias extrañas e impurezas; no debe presentar ningún tipo de infestación ni de contaminación por productos químicos que alteren su olor ni por roedores.

4. REQUISITOS

4.1 La yuca seca deberá cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos que debe cumplir la yuca seca

Requisito	Valor
Humedad % máximo	12,0
Contenido de almidón Porcentaje mínimo	62,0
Cenizas totales Porcentaje máximo	2,0
Fibra cruda Porcentaje máximo	2,5
Contenido de sílice Porcentaje máximo	3,0
Celulosa en bruto Porcentaje máximo	5,0
Ácido cianhídrico Contenido máximo (mg/kg)	50,0

4.2 Requisitos microbiológicos: la yuca seca deberá cumplir los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para la yuca seca

Requisito	Valor
Aflatoxinas	Ausencia total (0)
Ocratoxinas	ausencia total (0)
Recuento de bacterias aerobias mesófilas/g	2×10^2 UFC
Recuento de coliformes/g	1×10^2 UFC
E. coli/g	Ausente
Salmonella/g	Ausente
Recuento de hongos y levaduras	2×10^3 UFC

4.3 La yuca deberá estar cortada en trozos de máximo 4 cm.

5. TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

5.1 TOMA DE MUESTRAS

Se deberá efectuar de acuerdo con lo establecido en la NTC 756.

5.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos especificados en esta norma se rechazará el producto. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos con la muestra reservada para tales efectos. En caso de falla se rechazará el lote.

6. ENSAYOS

6.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 282.

6.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 926.

6.3 DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS TOTALES

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 435.

6.4 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 668.

6.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÍLICE

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 742.

6.6 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CELULOSA

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 697.

6.7 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HCN

6.7.1 Método A

6.7.1.1 Aparato: véase anexo.

6.7.1.2 Reactivos.

- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Titrisol.

- Ácido sulfúrico 2 N. Se vierte cuidadosamente 55 cm³ de ácido sulfúrico concentrado en aproximadamente 600 cm³ de agua. Se deja enfriar, se enrasa a 1 000 cm³ y se mezcla bien.
- Solución tampón fosfato, pH 6,8. Se disuelven 3,4 g de fosfato diácido de potasio (KH₂PO₄) y 5,6 g de fosfato tetrasódico decahidratado (Na₄P₂O₇ · 10H₂O)² en 1 000 cm³ de agua. Se ajusta el pH a 6,8.
- Solución de citrato. Se disuelven 21,0 g de ácido cítrico y 8 g de hidróxido de sodio en agua. Se enrasa a 1 000 cm³ con agua.
- Solución tampón, pH 5. Se mezclan 300 cm³ de solución de citrato con 180 cm³ de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Cloramina T. Se disuelven 1,25 g de cloramina T en 100 cm³ de agua. Se prepara una solución nueva cada día.
- Reactivo de piridina-pirazolona.
 - a) Se disuelven 0,25 g de 3-metil-1-fenil-3-pirazolin-5-on en 100 cm³ de agua caliente. Se enfría a temperatura ambiente. Se prepara una solución nueva cada día.
 - b) Se disuelven 20 mg de bis-(1-fenil-3 metil-3-pirazolin-5-on) en 20 cm³ de piridina. Se prepara uno nuevo cada día.
 - c) Justo antes del uso, se mezclan las soluciones.
- Ácido tartárico, 10 g/100 cm³. En un matraz aforado de 500 cm³ se determina la masa de 50 g de ácido tartárico. Se añaden aproximadamente 400 cm³ de agua y se remueve para disolver. Se enrasa con agua y se agita bien para mezclar.
- Soluciones de ácido cianhídrico.
 - a) Solución concentrada. Se determina la masa correspondiente a 241 mg con una exactitud de 1×10^{-3} mg de cianuro de potasio (KCN) en un portamuestras pequeño.

Se disuelve en unos centímetros cúbicos de agua y se transvasa la solución cuantitativamente a un matraz aforado de 100 cm³. Se enrasa con agua y se mezcla bien. Esta solución concentrada contiene 1,00 mg de ácido cianhídrico por centímetro cúbico. Se guarda en el refrigerador y se prepara una solución fresca cada semana.

Nota. El ácido cianhídrico es una sustancia extremadamente tóxica. Su manejo se realiza en vitrina y con precaución.

6.7.1.3 Procedimiento. Se determina la masa de 10,00 g de muestra molida en un vaso de 100 cm³.

Se introduce la muestra en un matraz de destilación con tres cuellos. Se añaden 200 cm³ de agua. Se instala el aparato como se indica en el anexo. Se expulsa el aire del aparato, haciendo pasar una corriente de nitrógeno a través de la suspensión de la muestra y se introducen 15 cm³ de agua y 2 cm³ de hidróxido de sodio 0,1 N en el tubo de absorción. Se calienta bajo reflujo el contenido del matraz de destilación. Cuando comience a hervir, se añaden poco a poco a través del embudo cuentagotas, 40 cm³ de solución tampón de citrato acidificada con 4 cm³ de ácido sulfúrico 2 N. Esta adición debe durar unos 5 min. Una hora después de haber empezado a hervir, se retira el tubo de absorción y luego la fuente calor. Se transvasa el contenido del recipiente de absorción cuantitativamente a un matraz aforado de 50 cm³ enjuagando mediante pequeñas porciones de agua.

Se enrasa y se agita bien para mezclar.

6.7.1.4 Conversión en cloruro de cianógeno y revelado del color. Mediante una pipeta se vierte 1 cm³ de destilado de la muestra en un matraz aforado de 50 cm³. Se añade agua hasta 20 cm³, luego 10 cm³ de solución tampón fosfato y 0,25 cm³ de solución de cloramina T.

Se efectúa un ensayo en blanco con 20 cm³ de agua, comenzando desde la adición de 10 cm³ de solución tampón fosfato.

Se cierra herméticamente, se agita el matraz y se deja reaccionar durante 5 min. Se añaden 15 cm³ de reactivo de piridina-pirazolona. Se agita bien para mezclar y se deja revelar el color durante 20 min. Se mide la absorbancia a 620 nm, en cubetas de 1 cm, contra el blanco.

6.7.1.5 Cálculo. El contenido en ácido cianhídrico expresado en mg/kg de producto, es igual a:

$$\frac{V_1 \cdot a \cdot f}{V_a \cdot m}$$

Donde:

V_1	=	volumen después del aislamiento. Normalmente este volumen es de 50 cm ³ si se aplica nitrógeno y de 100 cm ³ si se destila al vapor
V_2	=	volumen tomado para la reacción colorimétrica.
a	=	µg HCN presentes, leídos en la curva de calibración.
f	=	factor de dilución, si es necesario bajo lo establecido en el numeral 6.7.1.4.
m	=	masa, en gramos, de la toma de ensayo (en general 10 g).

6.7.2 Método B

6.7.2.1 Aparatos.

Equipos de destilación.

6.7.2.2 Reactivos.

- Nitrato de plata 0,01 N.
- Rodamina en acetona.
- Indicador rojo de metilo.
- Hidróxido de sodio 0,5 M
- Ácido fosfórico 10 % v/v.

6.7.2.3 Procedimiento. Se colocan en el erlenmeyer colector, 25 cm³ de NaOH cuidando que el extremo del tubo del destilador quede sumergido en la solución alcalina.

Se colocan 100 cm³ de solución de la muestra en un tubo de destilación de 400 cm³ con 100 cm³ de agua destilada y suficiente rojo de metilo para obtener una coloración visible. Se adapta el tubo a la unidad de destilación y se adicionan en el dispensador 25 cm³ de ácido fosfórico (el sistema herméticamente cerrado).

Se inicia la destilación por arrastre de vapor hasta que el volumen de destilado sea aproximadamente 125 cm³. Se debe desconectar el sistema de vapor.

Terminada la destilación se titula con solución de nitrato de plata un indicador de rodamina y con agitación permanente (magnética) el cambio del indicador va de amarillo a solución (rosado).

Con el sistema debe correrse un blanco y uno o más estándares.

6.7.2.4 Cálculos:

$$\text{Contenido de cianuro} = (A - B) \times 5,2$$

Donde:

- A = volumen de nitrato de plata gastado en problema.
- B = volumen de nitrato de plata gastado en el blanco.

Los datos serán expresados en mg/1 000 cm³

Notas:

- 1) Las muestras que contienen cianuro deben ser tratadas con solución álcali, si se almacenan para análisis posteriores evitando la liberación del HCN.
- 2) Las soluciones que contienen cianuro pueden tratarse con adición de exceso de solución de hipoclorito evitando así su toxicidad en ensayos posteriores.

- 3) El método es apropiado para determinar cianuro en intervalos 0,5 mg/1 000 cm³ - 500 mg/1 000 cm³ si los niveles están por fuera se ajustará el tamaño de la muestra.
- 4) Para el ajuste del cero en el equipo se debe tener en cuenta que el contenido del tubo de destilación no cambie por reacción ácida ante el rojo de metilo.

6.8 DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 1232.

6.9 DETERMINACIÓN DE OCRATOXINAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.9 de la NTC 670.

6.10 RECUENTO DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS

Se efectúa de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.8.2 de la NTC 2160.

6.11 RECUENTO DE COLIFORMES

Se efectúa de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.6.5 de la NTC 2107.

6.12 DETERMINACIÓN DE ESCHERICHIA COLI

Se efectúa de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.8.4 de la NTC 2160.

7. EMPAQUE Y ROTULADO

7.1 EMPAQUE

La yuca seca deberá empacarse en sacos de un material apropiado que garantice la conservación del producto. Además deberá cumplir con lo establecido en la NTC 421.

7.2 ROTULADO

El vendedor deberá suministrar en la hoja que acompaña el despacho la siguiente información básica:

- Procedencia de la yuca
- Nombre del vendedor
- Contenido neto en kg
- Indicaciones sobre tratamientos especiales efectuados durante el secamiento del producto.

9. APÉNDICE

9.1 NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

NTC 282, Industrias alimentarias harina de trigo. Métodos de ensayo.

NTC 421, Embalaje. Alimentos para animales. Empaque y rotulado.

NTC 435, Azufre. Determinación de cenizas.

NTC 668, Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda.

NTC 670, Alimentos para animales. Derivados del trigo.

NTC 697, Pulpas para papel. Método para determinar las celulosas alfa, beta y gama.

NTC 742, Pinturas. Método de análisis para silicatos.

NTC 756, Frutas y hortalizas frescas. Toma de muestras.

NTC 926, Almidón de maíz sin modificar.

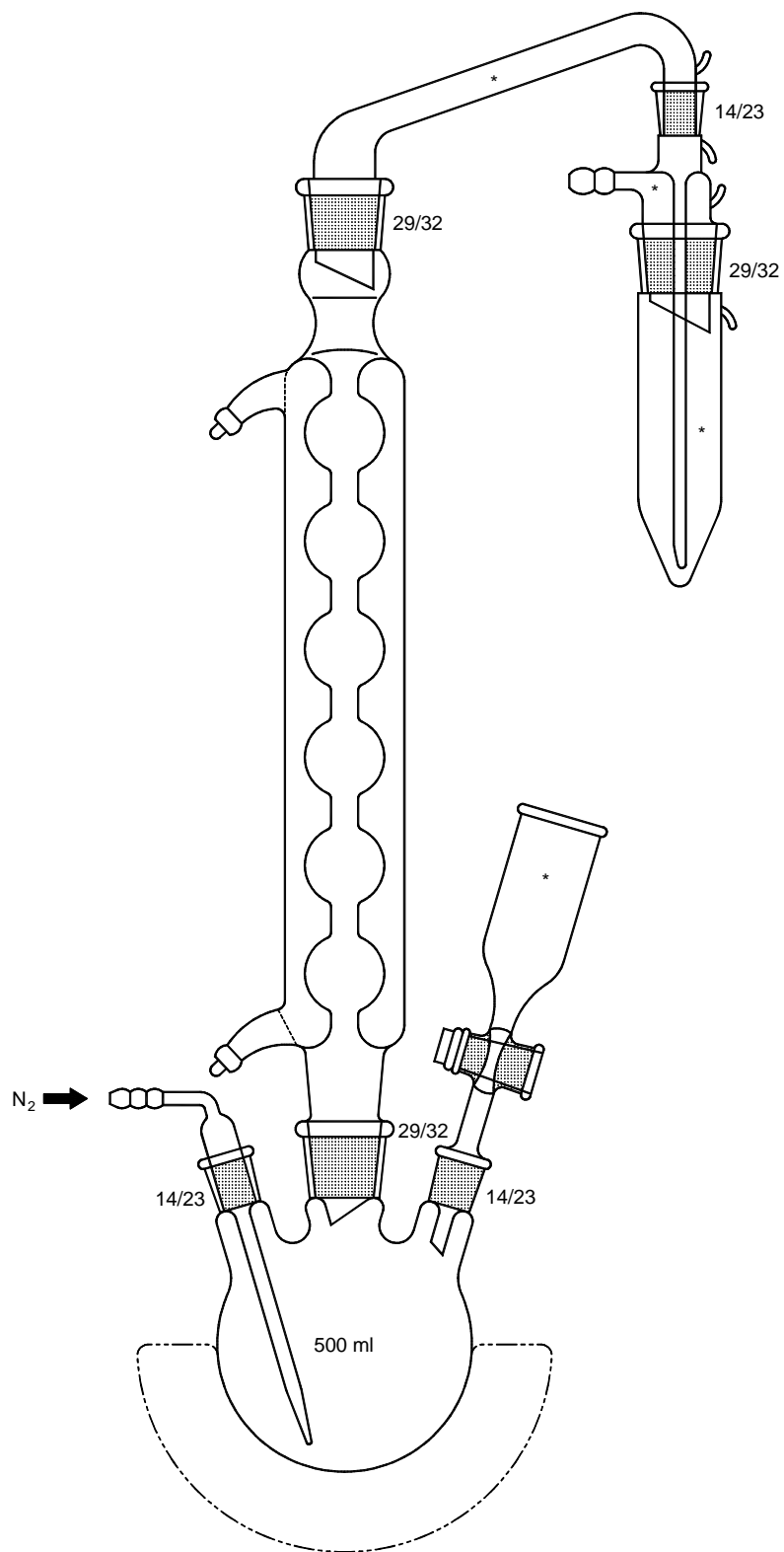
NTC 1232, Granos y Cereales. Determinación de las aflatoxinas.

NTC 2107, Alimentos para animales. Alimentos completo para aves.

NTC 2160, Industrias Alimentarias. Harina de avena para consumo humano.

9.2 DOCUMENTO DE REFERENCIA

Información suministrada por el comité.





ANEXO 3

NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE YUCA COMESTIBLE
CODEX STAN 176-1989

NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE YUCA COMESTIBLE CODEX STAN 176-1989 (Rev. 1 - 1995)

El Apéndice de esta norma contiene disposiciones que no habrán de aplicarse conforme al sentido de las disposiciones sobre aceptación que figuran en la sección 4.A I) b) de los Principios Generales del Codex Alimentarius.

1. **AMBITO DE APLICACION**

La presente Norma se aplica a la harina de yuca destinada al consumo humano directo que se obtiene elaborando la yuca comestible (*Manihot esculenta* Crantz).

2. **DESCRIPCION**

La yuca comestible (*Manihot esculenta* Crantz) es el producto que se obtiene de las hojuelas o pasta de yuca con un proceso de pulverización y molienda, seguido del cernido para separar la fibra de la harina. En el caso de la harina de yuca comestible preparada con la yuca amarga (*Manihot Utilisima* Pohl), se efectuará la detoxificación remojando los tubérculos en agua por varios días antes de dejarlos secar en forma de tubérculo entero molido (pasta) o de trozos pequeños.

3. **COMPOSICION ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD**

3.1 **Factores de calidad - Generales**

3.1.1 La harina de yuca comestible deberá ser inocua y apropiada para el consumo humano.

3.1.2 La harina de yuca comestible deberá estar exenta de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

3.1.3 La harina de yuca comestible deberá estar exenta de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos) en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

3.2 **Factores de calidad - Específicos**

3.2.1 **Contenido de humedad** 13,0% m/m máximo

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.2.2 **Contenido de ácido cianhídrico**

El contenido total de ácido cianhídrico de la harina de yuca comestible no deberá exceder de 10 mg/kg.

4. **CONTAMINANTES**

4.1 **Metales pesados**

La harina de yuca comestible deberá estar exenta de metales pesados en cantidades que

puedan representar un peligro para la salud humana.

4.2 **Residuos de plaguicidas**

La harina de yuca comestible deberá ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

4.3 **Micotoxinas**

La harina de yuca comestible deberá ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. **HIGIENE**

5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2-1985, Codex Alimentarius Volumen 1B), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

5.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

5.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

- deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
- deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
- no deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6. **ENVASADO**

6.1 La harina de yuca comestible deberá envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

6.3 Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes, y estar bien cosidos o sellados.

7. **ETIQUETADO**

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991, Codex Alimentarius, Volumen 1A) deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

7.1 **Nombre del producto**

El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta será "harina de yuca comestible".

7.2 **Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor**

La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

8. **METODOS DE ANALISIS Y MUESTREO**

Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius.

APENDICE

En los casos en que figure más de un límite de factor y/o método de análisis se recomienda encarecidamente a los usuarios que especifiquen el límite y método de análisis apropiados.

FACTOR/DESCRIPCION	LIMITE	METODO DE ANALISIS
FIBRA BRUTA	Máx.: 2,0%	ISO 5498 (1981) - Determinación de fibra bruta - Separación de B.S. por filtración a través de un filtro de papel - Método general
CENIZA	Máx.: 3,0%	ISO 2171 (1980) - Cereales, legumbres y productos derivados - Determinación de la cantidad de ceniza (Método del Tipo I)
ADITIVOS ALIMENTARIOS	Conforme a la legislación del país en que se vende el producto	Ninguno definido
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		Ninguno definido
· harina fina	Mín.: El 90% deberá pasar por un tamiz de 0,60 mm	
· harina gruesa	Mín.: El 90% deberá pasar por un tamiz de 1,20 mm	



ANEXO 4

PANIFICACIÓN CON HARINAS REFINADAS DE YUCA

PAN CON HARINA DE YUCA 10%

(15-20 personas)

Ingredientes:

Harina de yuca	50 g
Harina de trigo	450 g
Sal	10 g
Azúcar	25 g
Margarina	30 g
Levadura	15 g
Leche	75 mL
Agua	200 mL
Huevos	1

Preparación:

- 1- Pese los ingredientes de acuerdo con la formulación
- 2- Mezcle todos los ingredientes en una batidora durante 25 min
- 3- Divida la masa en porciones de 200 g y disponga en moldes engrasados con margarina
- 4- Cubra los moldes con la masa con papel film y déjelos en reposo a temperatura ambiente durante 1 hora
- 5- Hornee por 15 min a una temperatura de 220 °C
- 6- Retire del horno y deje enfriar a temperatura ambiente



GALLETAS CON HARINA DE YUCA 20%

(20-25 personas)

Ingredientes:

Harina de yuca	100 g
Harina de trigo	400 g
Margarina	300 g
Azúcar	250 g
Levadura	10 g
Polvo de hornear	10 g
Sal	½ cucharadita
Huevos	1
Esencia de vainilla	10 mL

Preparación:

- 1- Pese los ingredientes de acuerdo con la formulación
- 2- Mezcle todos los ingredientes en una batidora hasta formar una masa lisa
- 3- Estire la masa con un rodillo sobre una superficie enharinada y moldee con un cortador para galletas
- 4- Coloque las galletas en una bandeja engrasada y enharinada y lleve al horno precalentado a 180°C durante 12 min
- 5- Retire del horno y deje enfriar a temperatura ambiente



TORTA CON HARINA DE YUCA 20%

(25-30 personas)

Ingredientes:

Harina de yuca	200 g
Harina de trigo	800 g
Margarina	500 g
Azúcar	500 g
Polvo de hornear	10 g
Huevos	6
Leche	700 mL
Esencia de vainilla	10 mL

Preparación:

- 1- Pese los ingredientes de acuerdo con la formulación
- 2- Aparte mezcle las harinas y el polvo de hornear, homogenizando la mezcla
- 3- En una batidora, mezcle el azúcar y la margarina durante 5 min
- 4- Agregue los huevos uno a uno, alternando con la leche y la mezcla de harinas, y siga mezclando hasta formar una masa lisa
- 5- Adicione la esencia de vainilla y homogenice bien
- 6- Transfiera la masa lista a moldes engrasados
- 7- Lleve al horno precalentado a 180 °C durante 50-60 min
- 8- Retire del horno y deje enfriar a temperatura ambiente



MUFFINS CON HARINA DE YUCA 50%

(12 personas)

Ingredientes:

Harina de yuca	100 g
Harina de trigo	100 g
Aceite	60 mL
Azúcar	120 g
Polvo de hornear	6 g
Bicarbonato de soda	2 g
Huevos	2
Leche	160 mL
Esencia de vainilla	20 mL

Preparación:

- 1- Pese los ingredientes de acuerdo con la formulación
- 2- Aparte mezcle las harinas, el bicarbonato de soda y el polvo de hornear, homogenizando la mezcla
- 3- Separe la yema de los huevos
- 4- En una batidora, mezcle el azúcar y la clara de los huevos hasta el punto de nieve, 15 min aprox.
- 5- Agregue, la mezcla de harinas alternando con la leche, el aceite y las yemas; siga mezclando hasta formar una mezcla uniforme
- 6- Adicione la esencia de vainilla y homogenice bien
- 7- Transfiera la mezcla lista a moldes engrasados
- 8- Lleve al horno precalentado a 175 °C durante 20 min
- 9- Retire del horno y deje enfriar a temperatura ambiente





ANEXO 5

RECETAS CON HARINA REFINADA DE YUCA



RECETAS CON HARINA REFINADA DE YUCA

Por: Ings. Sonia Gallego y
Hansel Mina

Septiembre 23-24/2015

Versión: 01

Página 1 de 2

MASITAS

Ingredientes:

Harina de yuca	200 g
Harina de trigo	50 g
Huevos	4
Sal	½ cucharadita
Azúcar	1 cucharadita
Polvo de hornear	½ cucharadita
Aceite para freír	

Preparación:

- 1- Bata las claras de huevo a punto de nieve con azúcar y mezcle con los demás ingredientes
- 2- Deje en reposo la mezcla durante 15 minutos
- 3- Caliente el aceite en un sartén
- 4- Agregue una a una cucharadas de la mezcla en el aceite caliente
- 5- Deje dorar por ambos lados
- 6- Retire del fuego cuando todas las masitas estén listas

REFRESCO DE LULO

Ingredientes:

Harina de yuca	2 cucharadas
Lulos	4
Agua	8 tazas
Azúcar	4 cucharadas
Clavos y canela al gusto	

Preparación:

- 1- Licue los lulos con el agua
- 2- Coloque a hervir el jugo de lulo con todos los ingredientes, excepto la harina de yuca
- 3- Disuelva la harina de yuca en medio vaso de agua y agregue cuando la mezcla esté hirviendo
- 4- Deje cocinar durante 10 minutos, retire del fuego y deje enfriar
- 5- Refrigere y sirva bien frío

COLADA o SOPA

Ingredientes:

Harina de yuca	6 cucharadas
Agua	5 tazas
Leche	2 tazas
Azúcar o Sal al gusto	
Clavos y canela o Caldo de gallina al gusto	

Preparación:

- 1- Disuelva la harina de yuca en la leche
- 2- Coloque a hervir el agua con el resto de ingredientes y añada la mezcla de harina y leche
- 3- Deje cocinar durante 10 minutos, revolviendo para que no se pegue

TORTA DE BANANO

Ingredientes:

Harina de yuca	400 g
Harina de trigo	100 g
Margarina	125 g
Bananos	10
Huevos	6
Polvo de hornear	½ cucharadita
Sal	½ cucharadita
Azúcar	4 cucharadas
Queso cuajada	½ libra

Preparación:

- 1- Coloque en un molde los bananos en rebanadas y encima el queso también en rebanadas
- 2- Bata las claras de huevo a punto de nieve y mezcle con los demás ingredientes
- 3- Pase la masa a un molde engrasado y enharinado
- 4- Agregue más banano por encima y hornee durante 45 minutos a 350°C