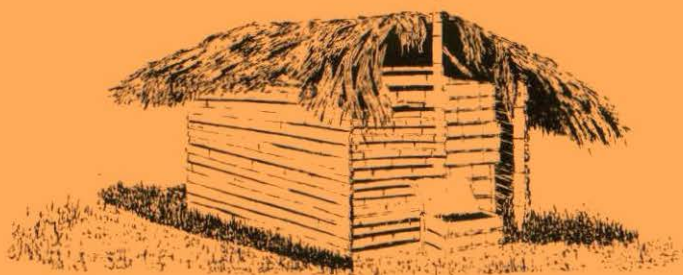




Serie ES 16
Agosto, 1976

Almacenamiento de raíces de yuca

R. H. BOOTH



Centro Internacional de Agricultura Tropical

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una institución sin ánimo de lucro dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. La sede del CIAT ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia el cual, en su calidad de país anfitrión, brinda apoyo al CIAT en diferentes formas. La sede está situada cerca a la ciudad de Cali y próxima al Aeropuerto Internacional de Palmaseca y a la ciudad de Palmira, departamento del Valle. El CIAT realiza trabajo cooperativo con diferentes instituciones nacionales. En Colombia, con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), especialmente en los Centros Experimentales de Turipaná y Carimagua que tienen condiciones ecológicas diferentes a la sede de Palmira. Varios miembros donantes del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional suministran el respaldo financiero para el desarrollo de los programas del CIAT. Los donantes del año en curso son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por medio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Ministerio para el Desarrollo de Ultramar del Reino Unido, y los gobiernos de la República Federal de Alemania, Holanda y Suiza. Además, algunas de estas entidades y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (IDRE) financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en la presente publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

Serie ES 16
Agosto, 1976



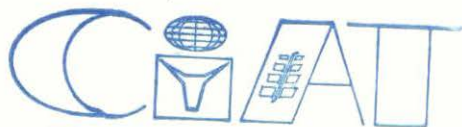
CIAT
SB
211
E3
B6e
1976

Almacenamiento de raíces de yuca

Causas del deterioro que se presenta después
de la cosecha de raíces frescas

R. H. BOOTH

3760



BIBLIOTECA

44348

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Cali, Colombia

AGRADECIMIENTOS

Debo dar mis agradecimientos a los miembros del equipo de yuca del CIAT, quienes brindaron su ayuda en este trabajo y a D. G. Coursey de Tropical Products Institute (TPI), quién promovió el proyecto y tomó un interés activo a medida que progresaba.

El proyecto fue financiado por el Ministry of Overseas Development (ODM) del Reino Unido y fue dirigido conjuntamente por el CIAT y el TPI. El trabajo sobre calidad se hizo en cooperación con el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) y la Federación Nacional de Cafeteros.

R. H. BOOTH

CONTENIDO

	Págs.
La deterioración después de la cosecha	6
Métodos de almacenamiento	9
Calidad de las raíces almacenadas	17
Conclusiones	18
Referencias citadas	20

ALMACENAMIENTO DE RAICES DE YUCA*

Causas del deterioro que se presenta después de la cosecha de raíces frescas

R. H. Booth**

Es generalmente aceptado que las raíces de yuca no se pueden conservar por mucho tiempo después de cosechadas, debido a su rápido deterioro. Esto ha causado serios problemas en el mercadeo y en la utilización de las raíces, ocasionando pérdidas considerables a los cultivadores. En la mayoría de las zonas yuqueras del mundo, la yuca es cultivada por pequeños agricultores; la forma más frecuente de superar el deterioro posterior a la cosecha se hace dejando las plantas en el suelo hasta que sea necesario y una vez que se cosechan, se utilizan inmediatamente o se procesan las raíces para obtener un producto seco, que tiene una vida de almacenamiento larga.

Una de las ventajas del cultivo de la yuca consiste en poder ser cosechada durante un período largo; se ha estimado (Ingram y Humphries, 1972) que la práctica

* Esta investigación fue hecha como parte del trabajo desarrollado en un programa cooperativo establecido entre el Tropical Products Institute y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (TPI/CIAT) sobre almacenamiento de yuca, llevado a cabo en CIAT y financiado básicamente por el Ministry of Overseas Development, de Londres, Inglaterra.

** Científico Visitante (Fitopatólogo) del Programa de Yuca del CIAT; técnico del personal del TPI, 56-62 Grays Inn Road, Londres WC1X8LU, Inglaterra.

de dejar las raíces en el suelo hasta que puedan ser utilizadas ocupa innecesariamente una superficie equivalente a tres cuartos de un millón de hectáreas de terrenos aptos para la agricultura. Desde el punto de vista del agricultor, las pérdidas causadas por agentes patógenos parece que aumentan debido a que las raíces permanecen por mucho tiempo en el suelo; además, las raíces que permanecen en el suelo por mucho tiempo se vuelven fibrosas y paludas, y el contenido de almidón extractable en ellas disminuye. La capacidad de mantener existencias de yuca fresca, aunque sea por pocos días, en una planta de procesamiento, es frecuentemente el factor limitante del desarrollo industrial cuando se ha tratado de aumentar el nivel de producción de diferentes productos secos o procesados. En aquellas áreas en donde la yuca se vende para consumo humano, se registran pérdidas considerables en la cadena del mercadeo, especialmente en regiones distantes de los mercados.

Antes de tratar de almacenar las raíces de yuca, es necesario tener algún conocimiento del proceso de deterioración. En igual forma, al diseñar cualquier método de almacenamiento, se deben tener presentes dos requisitos importantes: 1) que el peso del producto sea lo más parecido al peso original, después del período de almacenamiento, y 2) que la calidad del producto almacenado sea aceptable. Los métodos de almacenamiento que se utilicen para cumplir con estos dos requisitos deben, naturalmente, ser considerados de manera que la inversión hecha produzca las mejores ganancias; lógicamente, es necesario aplicar las técnicas más apropiadas, según las circunstancias que se presenten. En vista de que la mayoría de la yuca producida en el mundo es cultivada por el pequeño agricultor, frecuentemente bajo condiciones económicas y de organización limitadas, se debe procurar desarrollar técnicas simples y de bajo costo.

LA DETERIORACION DESPUES DE LA COSECHA

Hay muy poca información sobre la causa de la rápida deterioración de las raíces de yuca después de la cosecha que sugieran métodos adecuados de almacenamiento. Algunos investigadores atribuyen esta deterioración a ataques causados por agentes patógenos; otros, a reacciones fisiológicas o, a una combinación de los dos.

Deterioración primaria y secundaria

Para aclarar esta confusa situación, se han reconocido dos tipos de deterioro que se han designado como deterioración primaria y secundaria (Informes Anuales del CIAT 1972 y 1973; Booth, 1973). La deterioración primaria aparece después de la cosecha de las raíces; causa decoloración interna en la raíz, lo que es generalmente la causa inicial de la poca aceptabilidad del producto cosechado. Este daño se manifiesta primero por la presencia de estrías negro/azulosas en el sistema vascular; posteriormente, la decoloración interna es total, y al final toma una tonalidad

café. La deterioración secundaria es causada por agentes patógenos, que inducen fermentación y/o ablandamiento de las raíces; generalmente ocurre más tarde, cuando ya las raíces son inaceptables en el mercado, debido a la deterioración primaria. Sin embargo, en algunos casos la deterioración secundaria puede ser la causa inicial de la pérdida de aceptabilidad; cuando esto sucede, frecuentemente el estriamiento vascular y la decoloración de los demás tejidos radicales pueden ser casi simultáneos.

Las investigaciones realizadas en el CIAT confirman lo registrado por Averre (1967) en el sentido de que existe cierta relación entre la aparición de las estrías vasculares (deterioración primaria) con los sitios en donde ocurren daños mecánicos. Si al cosechar se seleccionan sólo raíces sanas o ligeramente dañadas, éstas permanecerán sin deteriorarse por un tiempo considerablemente más largo que aquellas que se encuentran severamente dañadas.

Daños mecánicos

Como en el caso del almacenamiento de todo producto agrícola, la condición en que se encuentre el producto en el momento de almacenarse es uno de los factores más importantes para el éxito o el fracaso del almacenamiento. Por tal razón, se deben reducir los daños cuando se esté cosechando o manipulando el material que se va a almacenar y, si es posible, seleccionar solamente aquellas raíces que presenten el mínimo daño; se ha comprobado que las raíces muy dañadas se deterioran más rápidamente (Booth, 1975)*.

Reacción varietal y selección

Montaldo (1973), observó que las variedades difieren considerablemente en la rata de deterioración primaria, tal observación ha sido confirmada al evaluar los cultivares de la colección del germoplasma del CIAT. En este material se observó que el tiempo de iniciación de la deterioración varía entre 0 y 7 días, dependiendo del cultivar. Igualmente, algunos cultivares son más fáciles de cosechar que otros. Así, las diferencias en la rata de deterioración primaria pueden ser debidas: 1) a diferencias en niveles de daños mecánicos, ocasionados durante la cosecha o manipuleo; y 2) a un carácter propio del cultivar o de la variedad. Estos dos factores se deben tener presente en la selección y el manejo de los cultivares, respecto a almacenamiento; si hubiera oportunidad de seleccionar la variedad, se debe escoger aquella que se deteriore con menos rapidez y que pueda ser cosechada y manejada con el mínimo daño posible.

* Información sin publicar.

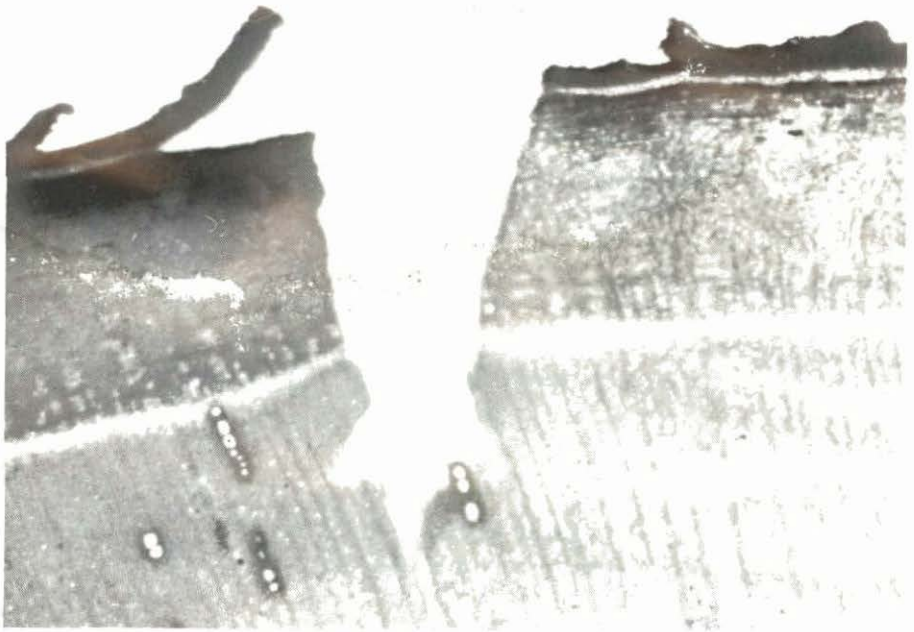


Figura 1. Curado y sanado de las heridas en raíces de yuca: corte en una herida fresca.

Curado

Como sucede con otras raíces y tubérculos, las raíces de yuca pueden ser curadas en un proceso en el cual las heridas sanen y así sea posible prevenir la iniciación de la deterioración primaria (Booth, 1974; Booth and Coursey, 1974; Informe Anual del CIAT, 1974). Esta técnica se ha utilizado ampliamente con papa, camote y otros tubérculos y raíces; se basa en el hecho de que a temperaturas y humedades relativamente altas las heridas sanan rápidamente, limitándose la subsecuente deterioración. El proceso fisiológico e histológico del curamiento es ya conocido: algunas hileras de células exteriores próximas a las heridas, se suberizan. Posteriormente, algunas células parenquimatosas profundas forman un meristema el cual, por multiplicación, forma una nueva hilera de corcho. Se ha observado que un proceso similar ocurre en las heridas de las raíces de yuca: la suberización ocurre rápidamente entre el primero y el cuarto día, a una humedad relativa que puede ser de 80-85 por ciento y a una temperatura entre 25 y 40°C; el nuevo meristema se forma después de 3 o 5 días (Fig. 1). A temperaturas superiores a 40°C por lo general la deterioración primaria ocurre antes de que sanen las heridas.

El curado de las raíces de yuca previene la iniciación de la descomposición primaria y reduce las pérdidas por la deterioración secundaria, formando una barrera que detiene la invasión de patógenos por tales heridas. Las raíces curadas pierden agua con menor rapidez que las raíces frescas recién cosechadas.

METODOS DE ALMACENAMIENTO

Se han registrado algunos métodos de almacenamiento de raíces de yuca fresca con éxito relativo, utilizando sistemas generalmente costosos; tales son: refrigeración o parafinado (Singh y Mathur, 1953; IIT, 1973). Tales técnicas no se pueden aplicar ampliamente, si se tiene en cuenta las condiciones en las cuales se produce la mayor parte de la yuca del mundo. Igualmente, se sabe que pequeñas cantidades de raíces de yuca se pueden almacenar por varios días mediante técnicas simples, tales como reenterrándolas, cubriéndolas con barro o sumergiéndolas en agua. Igualmente, la información sobre el almacenamiento de cantidades grandes de raíces, utilizando técnicas simples, como por ejemplo, enterrándolas en zanjas o bien, cubriéndolas con tierra y paja dentro de algún tipo de estructura (Ingram y Humphries, 1972), es muy limitada.

Es posible que el éxito obtenido usando estos sistemas de almacenamiento se debió a que las raíces se colocaron bajo condiciones físicas conducentes al curado. Se sabe que, en el caso de otras raíces y tubérculos, las condiciones requeridas para un rápido curado no son las óptimas para un almacenamiento posterior. Quizás, esto también ocurra en la yuca y, por lo tanto, lo ideal sería dividir el período de almacenamiento en dos etapas diferentes: curado y almacenamiento propiamente dicho.

No obstante, cuando se requiere utilizar técnicas sencillas de almacenamiento, frecuentemente será necesario adoptar una solución que incluya tanto el curado como el almacenamiento, pero que el producto utilizable, después del tiempo de almacenamiento requerido, sea aceptable. Ensayos preliminares han indicado que, con respecto a la yuca, el curado y el almacenamiento de las raíces pueden hacerse eficientemente utilizando silos sencillos construídos en el campo o bien, empacando las raíces en cajas con un material humedecido (Booth y Coursey, 1974).

Almacenamiento en silos de campo

Experimentos de campo utilizando estructuras similares a los silos para almacenamiento de papa que se usan en algunos países europeos (Fig. 2), han demostrado que las raíces de yuca pueden ser curadas (Fig. 3) y almacenadas (Fig. 4) por períodos de uno a tres meses, dependiendo del diseño del silo y de las condiciones ambientales predominantes.



Figura 2. Curado y sanado de las heridas en raíces de yuca: corte en una herida curada mostrando nuevo meristema.

El diseño básico de estos silos es el siguiente: un lecho circular hecho de paja de aproximadamente 1,5 m de diámetro y de un espesor suficiente para que, después de compactado tenga aproximadamente 15,0 cm. de espesor; se pueda colocar en un terreno seco y nivelado. Dentro de este lecho protector se amontonan las raíces frescas formando una pila cónica. En ensayos hechos en el CIAT, se utilizaron entre 300 y 500 kilos de raíces sin seleccionar por silo; bajo las condiciones en las que se hizo el ensayo, esta cantidad representó aproximadamente el equivalente a un día de trabajo de un hombre cosechando raíces. La pila de raíces se cubre con una capa similar de paja; todo el silo se tapa con tierra hasta lograr un espesor de 15 cm; la tierra debe ser sacada del rededor del silo para que, de este modo, se forme una zanja de drenaje (Fig. 3).

Si fuera necesario almacenar más de 500 kilos por día, se pueden construir varios silos similares o alargados, en vez de circulares. No se recomienda que las raíces sean amontonadas en pilas muy altas, ya que son difíciles de construir y con problemas de control de temperatura interna. Si no es fácil conseguir paja, se pueden utilizar otros materiales tales como hierba seca, hojas secas de caña, etc.



Figura 3. Silo para almacenamiento de yuca.

Los resultados obtenidos con este tipo de almacenamiento son variables; en períodos frescos y húmedos, los resultados son frecuentemente satisfactorios pero, durante los períodos secos y calientes, por lo general se pierde casi todo el producto después de un mes de almacenamiento. Durante estos períodos, la temperatura interna de los silos puede subir rápidamente y mantenerse a más de 40°C .

Se han hecho modificaciones a esta estructura básica, las cuales pueden mantener una temperatura interna del silo inferior a 40°C ; esto permite un buen curado y almacenamiento de las raíces por un período de uno o dos meses. Estas modificaciones comprenden: 1) variaciones en el espesor de las capas de paja y de tierra (una capa más gruesa de tierra generalmente reduce la temperatura interna); 2) proveer bocas de entrada y de salida, para estimular el flujo del aire. (Fig. 5). Estas bocas se pueden construir con paja, guadua, tubos de drenaje o bien, con trozos de madera que se consigan en la finca (Fig. 5). Cuando se usen bocas de ventilación en la base del silo, se deben tomar precauciones para evitar la entrada de ratas, ratones y otros animales dañinos. Esto puede hacerse colocando mallas en las entradas. Si se decide utilizar sustancias venenosas cuando hay productos alimenticios en las cercanías, se debe poner sumo cuidado en el manejo y colocación de tales sustancias.



Figura 4. Raíz de yuca curada después de cuatro semanas de almacenamiento en un silo.

En el CIAT, usando estas estructuras modificadas, durante todo el año se han obtenido resultados consistentes y aceptables: un 75 por ciento del peso inicial o un 85-90 por ciento del peso final de las raíces permanecen comerciales después de un mes de almacenamiento, usando raíces sin seleccionar. Solo ocurren pérdidas adicionales, después del segundo y del tercer mes de almacenamiento.

Si se desea almacenar raíces de yuca en silos durante épocas lluviosas, se deben tomar precauciones para evitar el humedecimiento de las raíces. Si se mojan, las raíces se pudren rápidamente. Por tal razón, raíces mojadas no deben ser usadas para almacenamiento, aun cuando hayan sido secadas al sol; aun así, se deterioran rápidamente. Por otro lado, las lloviznas frecuentes pero ligeras que ocurran después

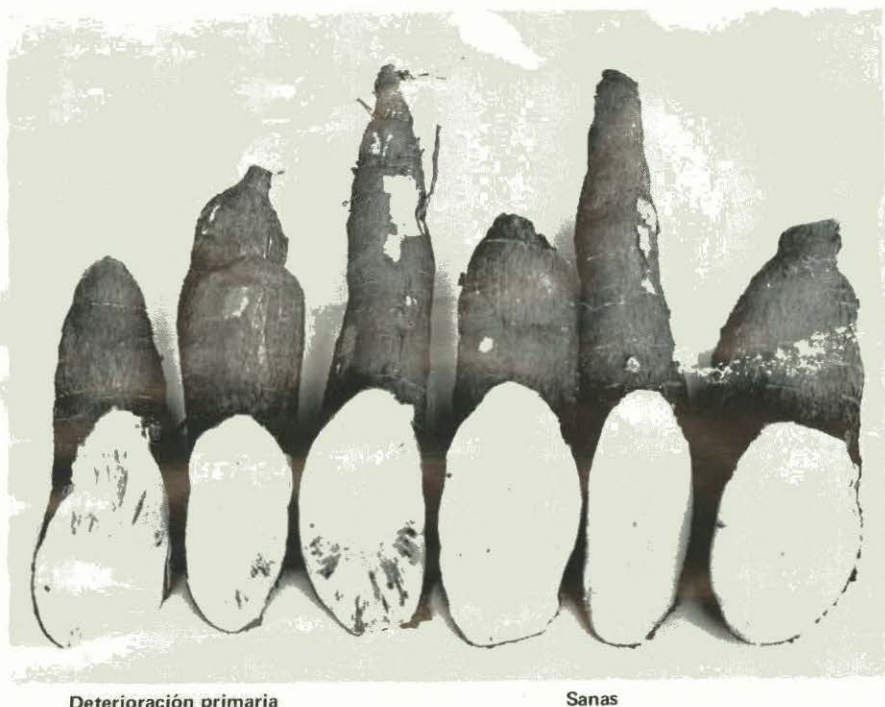
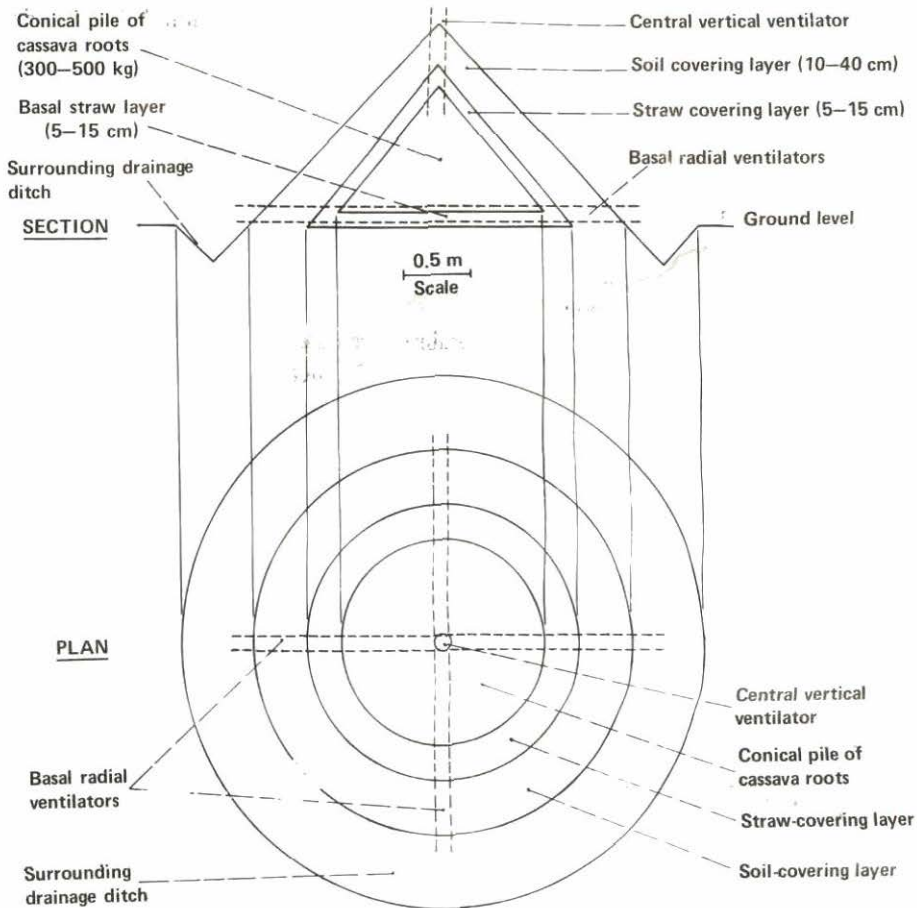


Figura 5. Raíces de yuca que no muestran deterioro después de ocho semanas de almacenamiento en un silo, comparadas con raíces que presentan síntomas de deterioración primaria después de tres días bajo condiciones ambientales.

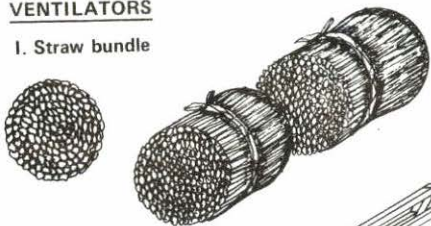
de la construcción de los silos, son ventajosas ya que al humedecer las capas de tierra bajan la temperatura interna. En efecto, si hay agua disponible, durante los períodos secos se debe procurar el humedecimiento de la capa de tierra. Las pérdidas que ocurren durante el almacenamiento en silos son debidas generalmente a deterioración secundaria y ésta, a su vez, se debe a la invasión de organismos patógenos que penetran por las heridas antes del curado de las raíces. Así, para estimular el curado y reducir la invasión de patógenos y su penetración por las heridas, es importante evitar que la temperatura interna del silo llegue a 40°C . Es posible obtener mejores resultados si se evitan los daños en la cosecha y manipuleo; si se seleccionan solamente aquellas raíces que estén en buenas condiciones, se tendrá un mayor éxito en el almacenamiento. Bajo ciertas condiciones, se pueden curar y almacenar, por períodos variables de tiempo, raíces no seleccionadas que en conjunto presenten un buen aspecto.

Para lograr el mejor diseño y localización de los silos se sugiere que, antes de tomar decisiones específicas sobre el almacenamiento, se hagan algunos ensayos simples utilizando los materiales disponibles en la región y durante las estaciones en

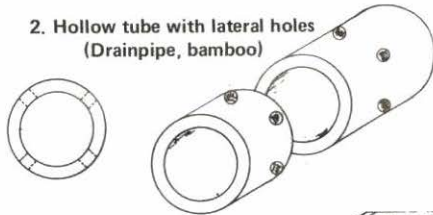


VENTILATORS

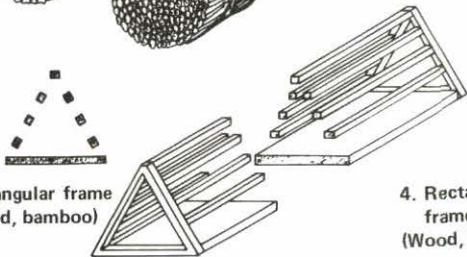
1. Straw bundle



2. Hollow tube with lateral holes (Drainpipe, bamboo)



3. Triangular frame (Wood, bamboo)



4. Rectangular frame (Wood, bamboo)

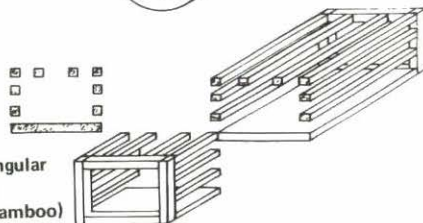


Figura 6. Diseño de silos para almacenar raíces de yuca.

que se requiera hacer el almacenamiento. Los diseños y localización de los silos deberán guardar relación con las épocas del año.

Almacenamiento en cajas

En algunas áreas en las cuales se cultiva yuca en el sur de los Estados Unidos, se ha utilizado a escala comercial el almacenamiento a la temperatura ambiente en aserrín mojado. Esta práctica fue inefectiva para la prevención del estriado vascular, causando una severa pudrición (Averre, 1967). Sin embargo, bajo las condiciones ambientales predominantes en el CIAT, Palmira, se ha encontrado que esta práctica es muy efectiva para el almacenamiento de raíces de yuca.

El método usado es el siguiente: las raíces recién cosechadas se empaican en cajas de 20 kilos con aserrín húmedo. El contenido de humedad del aserrín debe ser de alrededor del 50 por ciento; así, se mantiene una alta humedad relativa en las cajas, lo cual favorece el curado y previene la pérdida excesiva de agua sin mojar las raíces (si se usa aserrín seco, no se produce el curado y resulta una rápida deterioración primaria; si se usa aserrín demasiado húmedo, se produce un excesivo desarrollo de raíces secundarias y pudrición). Una vez empacadas las raíces, las cajas se pueden almacenar bajo sombra (en cubiertas con techo simple, Fig. 6) o en un lugar abierto pero cubierto con tela impermeable. Bajo las condiciones del CIAT, la temperatura interna de las cajas fue de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$, cuando se almacenaron en la sombra y de $30^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}$, cuando se almacenaron en un lugar abierto.

Si no hay aserrín disponible, se podría ensayar con otros materiales que se consiguen en la localidad, por ejemplo, cáscara de coco en polvo o turba. Cualquier material que se utilice deberá permanecer suficientemente húmedo para mantener una humedad relativa alta y que las raíces permanezcan frescas; la humedad no debe ser excesiva, ya que puede mojar las raíces. Por tal razón, no es recomendable el uso de la cascarilla de arroz para este propósito ya que este material no se moja con facilidad y la distribución homogénea de la humedad no se logra.

Con la técnica antes descrita y usando raíces recién cosechadas, sin seleccionar, más del 75 por ciento (con frecuencia más del 85 por ciento) de las raíces curadas y almacenadas permanecieron en buenas condiciones después de un mes de almacenamiento. Después de dos meses de almacenamiento, algunas pocas raíces sufrieron deterioro. Si las raíces empacadas en cajas están sanas o tienen poco daño y son manejadas con cuidado, se obtendrán mejores resultados. Al demorar la operación de empaque, se obtendrán resultados menos satisfactorios.

Además de que este método de almacenamiento de raíces de yuca fresca es de mucha utilidad directa para el pequeño productor, tiene la ventaja de que provee



Figura 7. Caja y cobertizo sencillo usados para el almacenamiento de yuca.

un manejo simple y facilita el transporte y el mercadeo, particularmente cuando los centros de producción están lejos de los mercados.

Pérdidas por almacenamiento

Gran parte de las pérdidas de las raíces almacenadas ocurren, en ambos sistemas de almacenamiento, como un resultado de la deterioración secundaria. Esto es frecuentemente debido a la acción de agentes patógenos que penetran por las heridas antes del curado de las raíces. Por tal razón, es posible que los resultados obtenidos con el almacenamiento se logren mejorar usando algunos fungicidas de amplia gama protectora. Sin embargo, la aplicación de pesticidas a productos alimenticios después de la cosecha tiene algunos riesgos; en la mayoría de los países esta práctica está sujeta a una estricta legislación y control estatal. Antes de aplicar cualquier producto químico a una planta productora de alimentos para consumo humano, el producto debe ser cuidadosamente estudiado y evaluado; solo debe usarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Además, se deben observar las reglamentaciones vigentes sobre uso de aditivos a los alimentos en el respectivo país.



Figura 8. Raíces de yuca sin deterioración después de ocho semanas de almacenamiento en cajas con aserrín húmedo.

También, frecuentemente surgen problemas técnicos y de índole institucional relacionados a los métodos apropiados para la aplicación de los productos y a la clase de análisis que se deben hacer para la determinación de los residuos tóxicos. Por tales motivos, es preferible evitar el uso de pesticidas en raíces de yuca y utilizar métodos de almacenamiento que no exijan la aplicación de tales productos.

CALIDAD DE LAS RAICES ALMACENADAS

La rápida deterioración de las raíces de yuca, que ocurre a los pocos días de la cosecha, es la causa de la inaceptabilidad para el consumo humano, de la poca aceptabilidad para alimentación animal y de la reducción drástica de la calidad del almidón que se obtiene de ellas. Como se indicó anteriormente, para que cualquier sistema de almacenamiento de raíces de yuca fresca sea efectivo, se requiere que las raíces cosechadas sean de calidad aceptable.

Después de un buen curado, las raíces de yuca tienen una vida más larga que raíces de la misma variedad acabadas de cosechar. Sin embargo, si las raíces curadas se hieren, éstas se comportan y se deterioran de la misma manera que las raíces frescas; si permanecen sanas, su duración está determinada por la pérdida de agua; la rata de esta pérdida depende de las condiciones ambientales.

Se encontró un rápido aumento (de 2 ó 3 veces) en el contenido total de azúcares y también, una pequeña disminución en el contenido de almidón, después de uno o dos días de la cosecha. Luego, estos niveles de carbohidratos se mantienen relativamente constantes por un período de almacenamiento de ocho semanas, tanto en silos de campo como en cajas de almacenamiento. También se encontró una pequeña disminución del contenido de HCN durante 6-8 semanas de almacenamiento. Estos cambios se reflejan en el sabor más dulce y menos amargo que tienen las raíces almacenadas, con relación a las recién cosechadas de la misma variedad.

Después de ocho semanas de almacenamiento ocurre un ligero ablandamiento en los tejidos radicales. Después de dos o más meses, este ablandamiento, el cual es particularmente evidente en el centro de las raíces, se intensifica y puede causar pérdidas en aceptabilidad de las raíces. Además, las raíces almacenadas requieren un tiempo de cocción más largo, tienen frecuentemente una textura más dispereja y son un poco más duras las raíces recién cosechadas.

En general, aun cuando la calidad de las raíces almacenadas de una variedad de excelente condición culinaria no será nunca tan buena como la de las raíces recién cosechadas, éstas pueden mantener una calidad aceptable para el consumo humano, por un período hasta de ocho semanas.

Se han encontrado pequeñas diferencias en calidad entre raíces frescas y raíces almacenadas por más de ocho semanas que son usadas para alimentación animal: cuando se alimentan ratas o cerdos con raíces frescas, estos prefieren, en la mayoría de los casos, las variedades menos amargas; esta preferencia es menos notable cuando se alimentan con productos secos.

CONCLUSIONES

1. La deterioración de las raíces de yuca después de cosechada se puede clasificar como: a) deterioración primaria, la cual se caracteriza por decoloración y estriado vascular; es frecuentemente la causa inicial de la pérdida de aceptabilidad de las raíces en el mercado; y b) deterioración secundaria, la cual es causada por el ataque combinado de una extensa gama de patógenos que penetran por las heridas; normalmente ocurre después de la deterioración primaria.

2. El daño mecánico es un factor decisivo en la rápida deterioración de las raíces de yuca recién cosechadas; la deterioración primaria usualmente se inicia en los sitios en donde hay células lesionadas; los patógenos responsables de la deterioración secundaria, se establecen en las heridas, invadiendo solamente las raíces a través de los sitios lesionados.
3. Las variedades de yuca difieren considerablemente, tanto en tiempo de deterioración como en la rata en que progresa la deterioración.
4. Cuando se piense en almacenar raíces de yuca es conveniente seleccionar, siempre que ello sea posible, variedades que tengan algún grado de resistencia a la deterioración posterior a la cosecha y que se puedan cosechar sin causar daño; para almacenamiento solamente se deben usar raíces que estén en buenas condiciones.
5. Como sucede con otras raíces o tubérculos, las raíces de yuca pueden ser curadas durante un proceso en el cual las heridas sanan y se previene la iniciación de la deterioración primaria. La curación ocurre entre los 4 y 9 días, a altas humedades relativas y a temperaturas entre 25°C y 40°C.
6. Un buen curado y almacenamiento de raíces de yuca fresca se puede hacer tanto en cajas como en silos de campo por un período de por lo menos dos meses. El material de empaque (por ejemplo: aserrín) que se utilice en las cajas debe estar lo suficientemente húmedo para lograr una humedad relativa y alta mantener las raíces frescas; la excesiva humedad puede mojar las raíces e inducir deterioro. Para el almacenamiento durante una época dada del año y una localidad específica, es necesario determinar el diseño apropiado, que mantenga la temperatura interna a menos de 40°C.
7. Aunque durante el almacenamiento ocurren ciertos cambios en la calidad de las raíces, tales como endulzamiento y ablandamiento, la calidad de estas se mantiene aceptable, tanto para consumo humano como animal, por un período de 8 semanas.

LITERATURA CITADA

- AVERRE, C. W. 1967. Vascular streaking of cassava roots. *In* International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, Trinidad. Proceedings. 2(4): 31-35.
- BOOTH, R. H. 1973. The storage of fresh cassava roots. *In* International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, Ibadan. Proceedings (En prensa).
- _____ 1974. Post-harvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. *Tropical Science* 16(2): 49-63.
- _____ and D. G. COURSEY. 1974. Storage of cassava roots and related post-harvest problems. *In* Cassava processing and storage: an interdisciplinary workshop, Pattaya, Thailand. Proceedings. Ottawa. International Research Centre IDRC-31: 43-49.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 1973. Cassava production systems: fresh root storage. Annual Report 1972. Cali, Colombia. pp. 74-78.
- _____ 1974. Cassava production systems: fresh root storage. Annual Report 1973. Cali, Colombia. pp. 109-111.
- _____ 1975. Cassava production systems: storage. Annual Report 1974. Cali, Colombia. pp. 99-104.
- INGRAM, J. S. and J. R. O. HUMPHRIES. 1972. Cassava storage: a review. *Tropical Science* 14: 131-148.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, IIT. 1973. La yuca parafinada. *Revista del IIT (Colombia)* 78: 131-148.
- MONTALDO, A. 1973. Vascular streaking of cassava root tubers. *Tropical Science* 15(1): 39-46.
- SINGH, K. K. and P. B. MATHUR. 1953. Cold storage of tapioca roots. Mysore, India. Central Food Technological Research Institute Bulletin 2(7): 181-182.