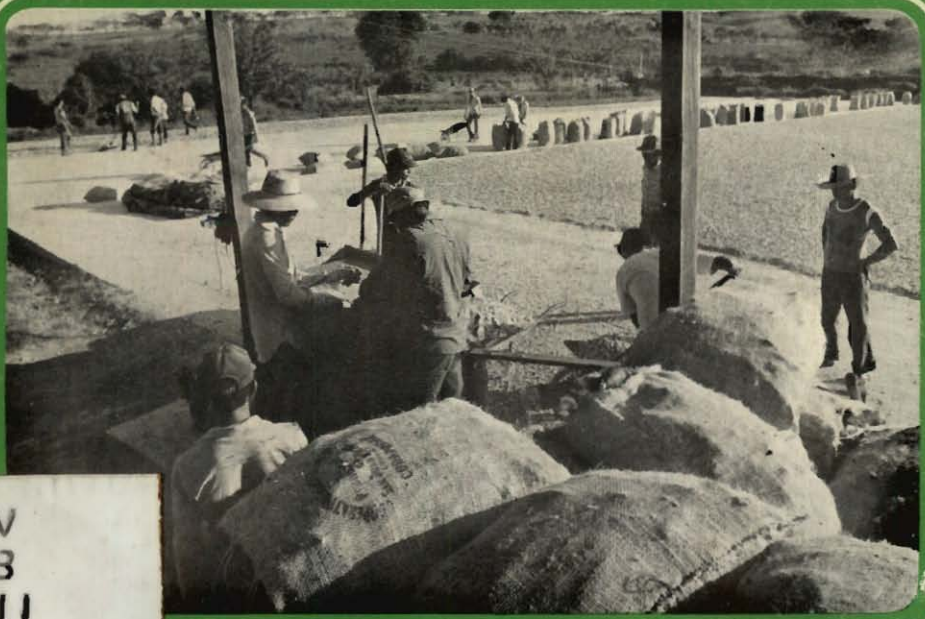
CIAT
COLECCION HISTORICA

CIAT
Centro Internacional
de Agricultura Tropical

Secado natural de raíces de yuca en pisos de concreto



AV
SB
211
.C3
S4
Guía
c.4

GUIA DE ESTUDIO

Para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema

El CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1987: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

AV
SB
ZM
C3
S4
Guía

CIAT
COLECCION HISTORICA

Series: 04SC-07.02
Noviembre, 1987

Secado natural de raíces de yuca en pisos de concreto

CIAT
BIBLIOTECA
6 MAR. 1990
NC2164

Contenido científico:
Rupert Best, Ph.D.
Bernardo Ospina, M.S.

Producción:
Fernando Fernández O., Ing. Agr.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Cali, Colombia

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia, S.A.

Cita bibliográfica

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Secado natural de raíces de yuca en pisos de concreto: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Rupert Best; Bernardo Ospina. Producción: Fernando Fernández O. Cali, Colombia. CIAT 48 p. (Series 04SC-07.02).

Las personas o entidades interesadas en reproducir parcial o totalmente, por cualquier método, la guía de estudio o cualquier otro de los componentes de esta unidad audiotutorial, deberán obtener autorización escrita del CIAT.

Contenido

Objetivos 5

Introducción 7

Proceso del Secado Natural de las Raices de Yuca 9

Cosecha 9
Pesada de las raíces frescas 11
Lavado 11
Trozado 11
Secado 12
Esparcimiento de los trozos 12
Volteo de los trozos 12
Recolección y empaque 14
Molienda 14
Almacenamiento 17
Normas de calidad para la yuca seca 17

Infraestructura y Equipo de una Planta de Secado 21

Infraestructura 21
Area de secado 21
Area de picado 23
Bodega de almacenamiento 25
Equipo 29
Báscula 29
Máquina picadora 29
Instrumentos para el secado y la recolección 29

Requisitos para Establecer una Planta de Secado 32

Tamaño de la planta 32
Producción de yuca en el área de influencia 33
Perfil socioeconomico del grupo de agricultores 33

El secado natural de la yuca es un proceso simple y fácil de realizar por los mismos agricultores, quienes encuentran en él la oportunidad de formar y consolidar grupos asociativos y cooperativos orientados hacia una explotación integral (producción, procesamiento y comercialización) del cultivo. El establecimiento de una agroindustria de este tipo para el caso de la yuca constituye además una alternativa ante la inestabilidad del mercado de las raíces frescas, y abre para los agricultores la posibilidad de comercializar mayores volúmenes de su producción.

El Proceso del Secado Natural de las Raíces de Yuca

El secado de las raíces de yuca es un proceso para eliminar de ellas la mayor parte de la humedad que contienen cuando están frescas, y obtener así un producto que se pueda almacenar por períodos largos sin problemas de deterioro.

En el sistema de secado natural se aprovechan la energía solar y la acción secante de las corrientes del aire ambiental para evaporar el agua de la yuca, mediante un procedimiento que incluye varias operaciones; entre éstas las principales son: la cosecha de las raíces, la pesada, el trozado, el secado, el empaque y el almacenamiento del producto seco; a veces también es necesario lavar las raíces antes de picarlas, o moler los trozos ya secos, pero esas son operaciones opcionales, que pueden ser necesarias o no, según los requerimientos del mercado.

Cosecha

La yuca normalmente se cosecha en forma manual y se transporta hasta la planta de secado bien sea en empaques o a granel, en vehículos de tracción animal o motorizados (Figura 1).

En lo posible, las raíces se deben someter a un control de calidad en el momento de la cosecha, retirando de ellas los pedazos de tallo que puedan tener adheridos, las piedras y terrones que puedan caer en los sacos de empaque, las raíces que se vean infestadas, etc. Procesar yuca con bajo contenido de materia seca afecta negativamente la eficiencia y el rendimiento del proceso. La calidad de las raíces, expresada en términos de contenido de materia seca, es una característica que depende no sólo de la variedad usada

pequeños y uniformes, labor que se puede realizar utilizando una máquina picadora (Figura 3).

Secado

El secado natural de la yuca se logra esparciendo los trozos de yuca sobre pisos de concreto, de tal forma que queden expuestos a la acción directa de la radiación solar y del calor latente de las corrientes de aire circundante. Esta etapa incluye dos operaciones básicas: el esparcimiento de los trozos en el área de secado y, posteriormente, el volteo frecuente de los mismos hasta cuando estén completamente secos.

Esparcimiento de los trozos

Los trozos de yuca se deben esparcir sobre el piso de concreto formando una capa uniforme. Esta labor se efectúa con la ayuda de una carretilla de mano que sirve para depositar los trozos de yuca en pequeños montones, y de un rastrillo para dispersar uniformemente los trozos sobre el área (Figura 4).

Por cada metro cuadrado de piso se deben esparcir de 10-12 kg de trozos de yuca fresca, los cuales se deben secar en dos días, si las condiciones climáticas son normales. Cantidades mayores de yuca por metro cuadrado retardan el secado con una pérdida en la eficiencia de la planta; cantidades menores no permiten aprovechar toda la capacidad instalada.

Volteo de los trozos.

Es importante que toda la yuca picada se seque uniformemente para que la calidad del producto final sea buena. Para obtener un secado uniforme, los trozos se deben voltear cada dos horas (6 a 8 veces/día), en especial durante la etapa inicial que es cuando pierden la mayor cantidad de humedad.

Durante la noche los trozos pueden quedar esparcidos sobre el piso de concreto, a menos que haya posibilidad de lluvias; en este caso se aconseja apilarlos y cubrirlos con un plástico o una lona, para esparcirlos nuevamente a

Figura 3.
Mediante una máquina picadora como ésta es posible obtener trozos pequeños y uniformes de yuca.

Figura 4.
Esparcimiento de la yuca picada sobre el piso de secamiento con la ayuda de rastrillos de madera.

Figura 7.
El embudo de metal facilita el empaque de los trozos secos.

Figura 8.
Apisonando los trozos secos en los sacos es posible obtener bultos de más de 50 kg.

Almacenamiento

La planta debe disponer de una bodega para almacenar los trozos de yuca seca mientras llega el momento de enviarlos al mercado. Los bultos se deben apilar sobre bases de madera (Figura 9).

Cuando las condiciones de almacenamiento son óptimas, la yuca que se ha secado adecuadamente (10-12%) se puede conservar por períodos prolongados (6-12 meses) sin que se deteriore su calidad. Para lograr esas condiciones óptimas es necesario que la bodega disponga de buena ventilación, baja humedad y limpieza adecuada. Cuando hay humedad en el ambiente la yuca absorbe esa humedad y este hecho, unido al alto contenido de almidón de la yuca, favorece el crecimiento de hongos y la producción de toxinas que impiden posteriormente el uso del producto para la alimentación animal.

La yuca seca almacenada también puede ser atacada por insectos plagas. En los trozos de yuca seca se han encontrado alrededor de 38 insectos, principalmente del orden Coleóptera, aunque sólo se consideran importantes los que pueden reproducirse en ella, como son: *Stegobium paniceum, Araecerus fasciculatus, Lasioderma senicorne, Dinoderus minutus, Tribolium castaneum* y *Latheticus oryzae;* estudios realizados en el CIAT indican que *A. fasciculatus* y *L. senicorne* pueden causar grandes pérdidas (Figura 10).

Normas de calidad para la yuca seca

La yuca seca se utiliza principalmente como sustituto total o parcial de los cereales en la formulación de alimentos balanceados para animales; su calidad se debe ajustar, por lo tanto, a los requisitos exigidos por las empresas que procesan dichos alimentos.

Las normas de calidad estipuladas hasta el momento por parte de las empresas que han estado comprando la yuca seca son las siguientes:

humedad máxima:	12.0%
fibra máxima:	4.0%
ceniza máxima:	5.0%
aflatoxinas:	ausentes

Adicionalmente a estos requisitos, el producto debe estar fresco y en buenas condiciones, esto es: sin olor a fermento, y sin infestaciones o contaminaciones.

En la Figura 11 se ilustra todo el proceso de secado de las raíces desde la cosecha hasta el almacenamiento, indicando el tiempo de duración normal de todo el proceso.

Figura 9. *En la bodega los bultos se deben apilar sobre bases de madera.*

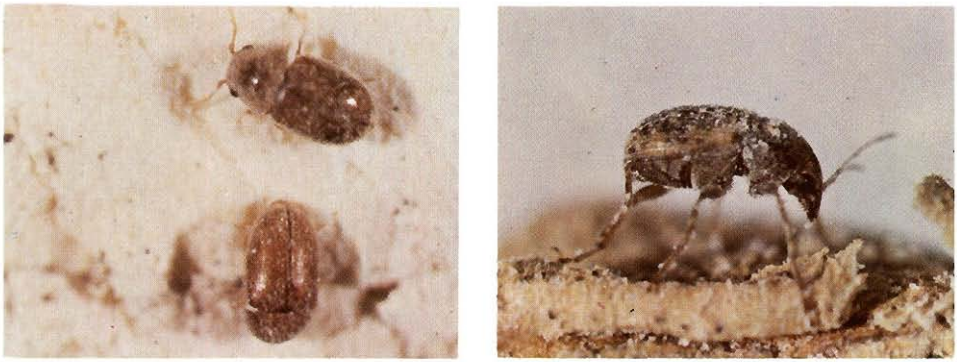


Figura 10. Araecerus fasciculatus *(A)* y Lasioderma senicorne *(B) son insectos que pueden causar grandes pérdidas a la yuca seca almacenada.*

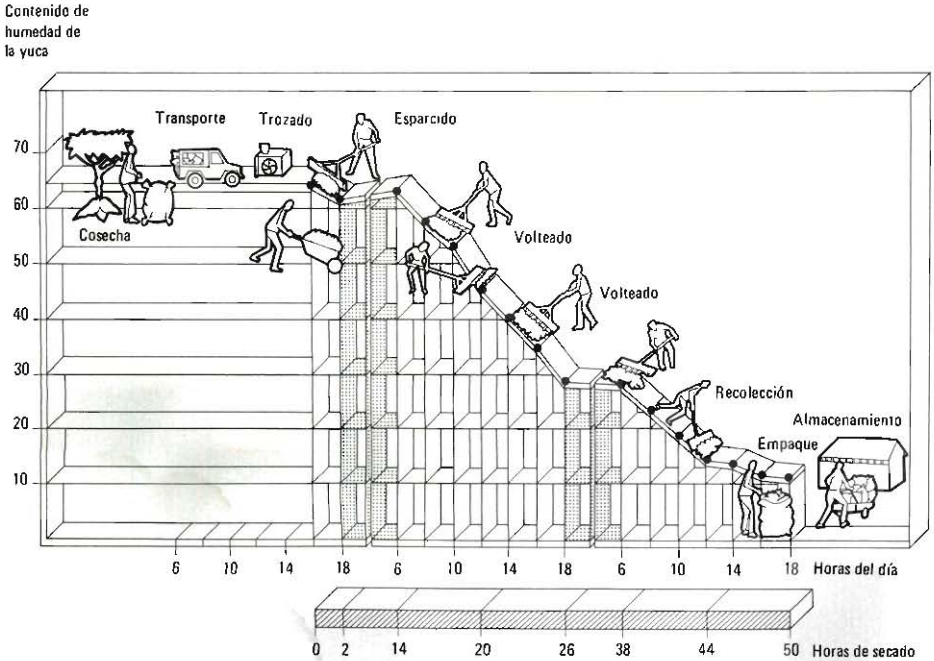


Figura 11. *Curva que ilustra la pérdida de humedad en el proceso de secado. Se observan las operaciones necesarias y la duración de todo el proceso en condiciones normales.*

Infraestructura y Equipo de una Planta de Secado

Cuando se va a instalar una planta de secado de yuca es importante escoger cuidadosamente su ubicación, teniendo en cuenta la distancia con respecto a los sitios de suministro de la materia prima y la disponibilidad de buenas vías de acceso. Es aconsejable, además, que disponga de fuentes de agua y energía eléctrica.

Infraestructura

La infraestructura mínima para una planta de secado comprende: el área de secado, el área de picado y la bodega de almacenamiento.

Area de secado.

Para exponer los trozos de yuca a la radiación solar es necesario disponer de una superficie especial para este propósito; es el área de secado, cuyo piso debe ser resistente, liso y que no se agriete, de tal manera que permita el deslizamiento fácil de los rastrillos y palas que se usan para esparcir, voltear y recoger los trozos de yuca.

Para la construcción del área de secado se debe tener en cuenta que no haya árboles, edificaciones u otros obstáculos que disminuyan la ventilación natural o que den sombra al área. Asimismo se debe tener en cuenta el sentido de la pendiente natural del terreno para que el piso quede con un declive que permita el drenaje de las aguas lluvias.

El proceso de construcción del piso de secado puede ser específico para cada región y es muy conveniente que en él participen los agricultores; la forma

como ésto se haga depende del tipo de organización existente entre ellos. En todo caso, siempre es aconsejable contar con un albañil con experiencia para que realice o dirija los trabajos.

Para iniciar la construcción del piso se demarca el área que éste va a cubrir, se descapota, nivela, y compacta. Una buena compactación garantiza la calidad de la obra. Durante la compactación, la parte central del área debe quedar a un nivel más alto que las partes laterales, con el fin de lograr un desnivel a dos aguas; así se facilita la evacuación rápida de las aguas lluvias.

Una vez demarcada el área se hace el cimiento o soporte para el piso, alrededor del perímetro de la misma. El cimiento debe tener 20-30 cm de espesor y 30-40 cm de profundidad; se construye de concreto fundido o con bloques de concreto. El piso también se debe hacer de concreto o de hormigón simple, y su espesor más adecuado es 8 cm.

El concreto está constituido por una mezcla de cemento, arena limpia, grava libre de materias terrosas y agua, dosificados según las características del suelo. En general, para suelos arcillosos se recomienda una mezcla 1:2:3 (cemento:arena:grava) y para suelos arenosos 1:3:4; sin embargo, la mejor ayuda para seleccionar la dosificación adecuada es la experiencia del albañil o constructor.

En el Cuadro 1 se especifican las cantidades de los elementos necesarios para preparar un metro cúbico de concreto con mezclas de diferentes especificaciones. Con estos datos se pueden determinar las cantidades requeridas de cada material para fundir el piso, según los metros cúbicos que éste vaya a tener.

Para vaciar el piso de secado se recomienda dividir el área de construcción en zonas o placas de 2 m x 2 m, dejando entre las placas una separación angosta que actúa como 'junta de dilatación'; esto se consigue colocando entre las placas tiras de madera que se retirarán posteriormente. Para disminuir los riesgos de agrietamiento se deben colocar entre placa y placa pedazos de varilla de hierro que, al fundirse con las placas, servirán como elementos ligantes (Figura 12).

Una vez terminada la fundición del piso, se pule y resana para corregir las grietas que hayan quedado. Enseguida se retiran las tiras de madera que

Cuadro 1. Cantidades de cemento, arena, grava y agua para preparar un metro cúbico[1] de concreto de diferentes especificaciones.

Mezclas	Materiales			
	Cemento (kg)	Arena (m^3)	Grava (m^3)	Agua (l)
1:2:2	420	0.670	0.670	192
1:2:3	350	0.555	0.835	158
1:2:4	300	0.475	0.950	135
1:3:3	300	0.715	0.715	135
1:3:4	260	0.625	0.835	124
1:3:5	230	0.555	0.920	101
1:3:6	210	0.500	1.000	94

1. Un metro cúbico de cemento alcanza para 12.5 m2 de piso de 8 cm de profundidad.

sirvieron para hacer las juntas de dilatación y se procede a rellenar las separaciones entre las placas con un mortero de cemento y arena, o con negro de humo. En la Figura 13 se observa el aspecto final que presenta el área de secado.

La división del área de secado en placas de 2 x 2 m tiene la ventaja de que posteriormente facilita a los operarios la distribución de la cantidad adecuada de trozos de yuca por unidad de área. Usando la carga recomendada, de 12 kg de trozos de yuca fresca por metro cuadrado de piso, una placa que tiene 4 m^2 (2 x 2 m) debería recibir 48 kg; esta cantidad equivale aproximadamente a la capacidad de una carreta de las comúnmente usadas en el proceso de secamiento. De esta manera una carretada por placa garantiza la carga óptima del área de secado.

Area de picado

La zona donde está instalada la máquina picadora, o sea el área de picado, debe tener espacio suficiente para que los operarios se muevan con facilidad y

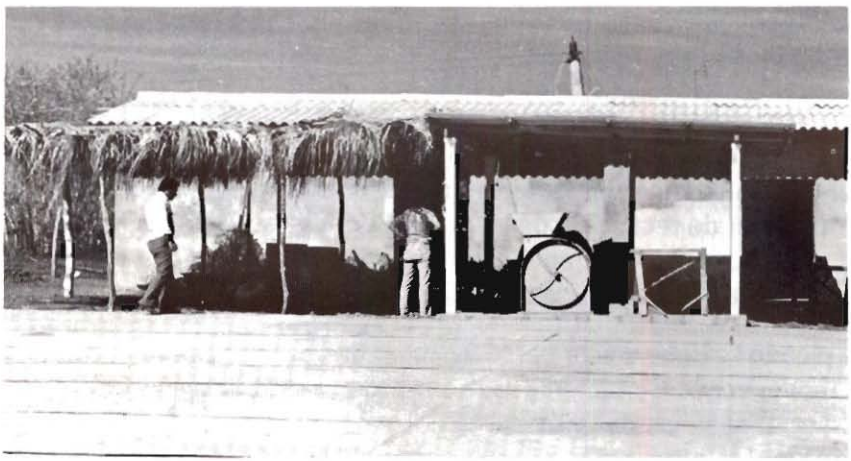


Figura 14. *El techo que cubre el área de picado no sólo protege a los operarios del sol sino que evita el deterioro de la máquina picadora. A la izquierda del área de picado se observa la ramada pra el recibo de la yuca fresca.*

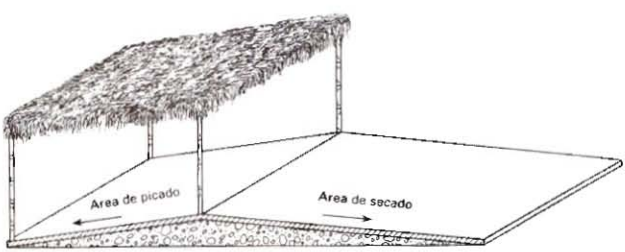


Figura 15.
El desnivel del piso del área de picado debe ser opuesto al del área de secado.

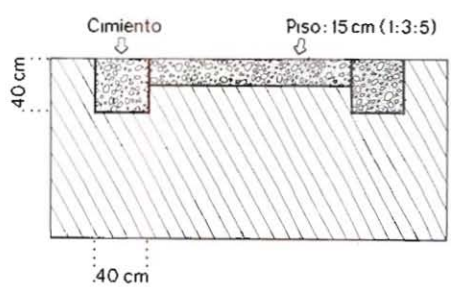


Figura 16.
El área de picado debe tener un piso resistente.

Un metro cúbico de bodega permite almacenar aproximadamente 350 kg de yuca seca; es decir, una bodega de 140 m^3 (10 x 4 x 3.5 m) puede almacenar alrededor de 50 t, o sea, la producción de un patio de secado de 1000 m^2 en un período de un mes. Si se realizan despachos de yuca seca cada dos semanas, la bodega no tendrá problemas de congestión ni de aireación deficiente.

Los cimientos de la bodega deben tener 30-50 cm de profundidad por 40 cm de espesor. Cuando las paredes son muy largas, es necesario construir columnas cada 3-4 m lineales de pared, con un cimiento de 60-70 cm para cada columna (Figura 17).

La estructura básica de la bodega consta de: a) vigas de amarre en la parte inferior e inmediatamente encima de los cimientos, perfectamente unidas entre sí para dar un soporte más sólido a las paredes; b) columnas; c) las paredes, que se construyen con ladrillos o bloques de cemento; y d) vigas superiores de amarre, que sirven para unir sólidamente las columnas y como soporte para la estructura del techo (Figura 18).

Un requisito importante de la bodega es su adecuada ventilación. Para ellos colocan calados de cemento a lo largo de la parte media superior de las paredes (Figura 19).

El techo se construye con vigas de madera y tejas de asbesto-cemento o zinc, o con materiales típicos de la región; debe ser a dos aguas, con un desnivel adecuado.

Antes de construir el piso de la bodega propiamente dicho se debe hacer una base de cemento para evitar que la humedad aflore a la superficie; encima de esta base se hace el piso, fundiendo una placa de concreto de poco espesor, y procurando que quede lo más lisa posible. Es importante que los bultos de yuca seca no queden en contacto directo con el piso; por lo tanto, se deben acondicionar unas bases de madera de 10-15 cm de altura, sobre las cuales se colocan los bultos.

También se debe hacer un andén alrededor de la bodega y construir un buen drenaje para evitar que el agua se empoce y se hagan pantanos.

Figura 17.
La bodega debe tener buenos cimientos y si las paredes son muy largas es necesario construir columnas.

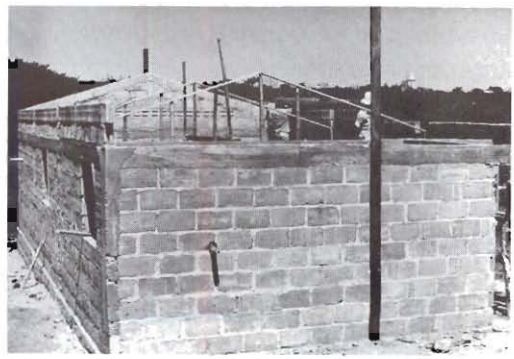


Figura 18.
Estructura básica de la bodega.

Figura 19.
Para una ventilación adecuada de la bodega se deben colocar calados de cemento a lo largo de las paredes.

Equipo

El equipo mínimo para una planta de secado comprende: la báscula, la máquina picadora o trozadora, los instrumentos necesarios para el secado y la recolección (carreta, rastrillos de madera, palas), los empaques, y la carpa.

Báscula

Se debe disponer de una báscula que permita pesar varios bultos a la vez; 500 kg es una capacidad de báscula aceptable para las plantas de secado natural.

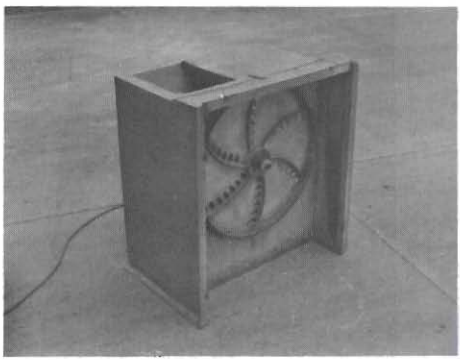
Máquina picadora

El modelo de máquina picadora que se utiliza comúnmente es el llamado tipo Tailandia (Figura 20). Básicamente esta máquina consiste en una estructura metálica y un disco trozador; en la estructura metálica se encuentran las poleas, el eje soporte del disco y el canal de alimentación; algunos modelos tienen en su estructura el soporte del motor. El disco giratorio trozador de esta máquina es de lámina de hierro de 0.2 mm de espesor con cuchillas intercambiables.

La máquina puede ser accionada por un motor eléctrico o de gasolina, cuya potencia debe ser de 8-10 HP (Figura 21). El motor es la parte más importante del equipo de la planta, y cualquier falla en su funcionamiento altera el proceso normal de secado. Es necesario, por lo tanto, que los operarios estén debidamente capacitados acerca del mantenimiento riguroso del motor y de su funcionamiento.

Instrumentos para el secado y la recolección

Se necesita una carreta de tipo común, que tiene una capacidad de 48 kg aproximadamente, para distribuir los trozos de yuca en montones sobre el área de secado. Para esparcir y voltear los trozos se usan rastrillos de madera con las características y dimensiones que se indican en la Figura 22.



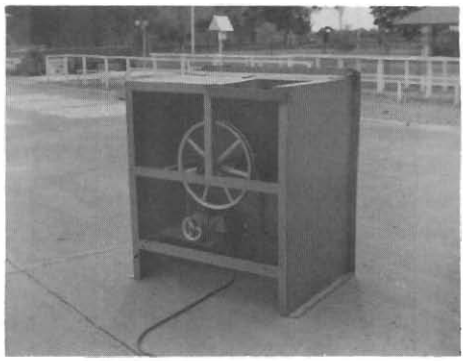


Figura 20. *Máquina picadora de yuca tipo Tailandia. A = plano anterior; B = plano posterior.*

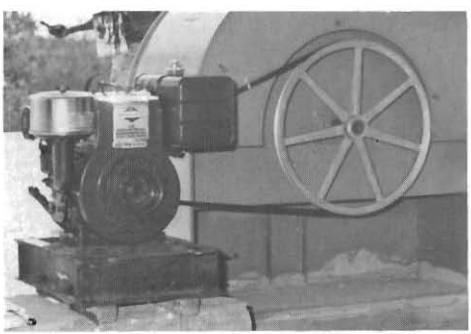


Figura 21.
Un motor de 8-10 HP de potencia es el adecuado para accionar la máquina picadora.

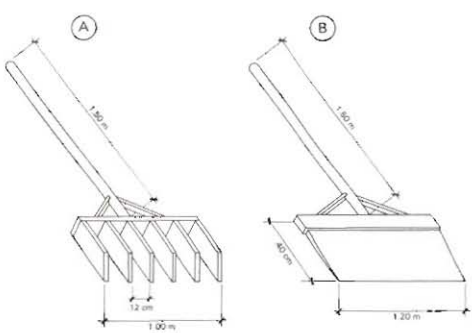


Figura 22.
Rastrillo de madera (A) para esparcir y voltear los trozos de yuca y pala de madera (B) para amontonar los trozos secos.

Para recoger la yuca seca se utilizan dos tipos de palas: una de madera cuya parte ancha es plana, rectangular y terminada en filo, para amontonar los trozos (Figura 22), y otra metálica común, para recoger y empacar los trozos.

Se necesitan, además, empaques en cantidades suficientes, tanto para la compra de yuca fresca como para el almacenamiento y comercialización de los trozos secos; los mejores empaques son los de fique o yute, que tienen mayor capacidad y pueden usarse varias veces. Los empaques de polietileno son de menor capacidad y duran menos, pero tienen menor costo.

Las plantas de secado deben disponer también de una carpa de plástico para proteger los trozos de yuca en caso de lluvias; esto permite secar yuca aún durante el invierno, así sea a pequeña escala. Para una planta de 500 m^2 de piso de concreto es suficiente una carpa de 250 m^2.

Requisitos para Establecer una Planta de Secado

El éxito de las plantas de secado está muy relacionado con la coordinación e integración de las etapas de producción, procesamiento y comercialización; por lo tanto, es indispensable disponer de datos reales de cada una de estas etapas para hacer un análisis de factibilidad económica antes de decidir sobre el montaje de la planta. Algunos aspectos que deben ser considerados en el análisis son:

1. Tamaño que tendrá la planta.
2. Capacidad de procesamiento.
3. Organización de la administración y operación de la planta.
4. Requerimientos de financiación.
5. Mercadeo de la yuca seca.

A continuación se discuten los aspectos mencionados, tomando como base la experiencia sobre secado natural de yuca obtenida por el CIAT durante cinco años de trabajo con los productores de la costa atlántica colombiana.

Tamaño de la planta

Los estudios de factibilidad y la experiencia obtenida hasta el momento en la región mencionada indican que el área mínima de secado para que la actividad sea rentable es de 500 m^2; por otra parte, actualmente funcionaron allí plantas de 1000 y hasta de 2000 m^2 de piso de secado, con buenos resultados. Cuando se trata de una nueva planta de secado conviene, por lo tanto, iniciar la actividad con el área mínima rentable (500 m^2) y ampliarla posteriormente, cuando los agricultores dominen completamente la técnica del secado.

Para calcular el tamaño que tendrá la futura planta hay que considerar la producción de yuca en la zona y el perfil socioeconómico de los posibles propietarios; así se estiman las posibilidades de obtener suficiente materia prima y de mantener la organización de la empresa.

Producción de yuca en el área de influencia

La disponibilidad oportuna de raíces frescas de yuca, que son la materia prima para las plantas de secado, es un factor muy importante cuando se piensa instalar una de tales plantas.

Generalmente la disponibilidad de raíces para el procesamiento depende de los excedentes que deja el mercado para el consumo fresco, el cual es en muchos lugares el principal y casi exclusivo canal de comercialización; este hecho determina una oferta discontinua y estacional de materia prima. Para que la oferta sea continua y suficiente, es necesario elevar considerablemente la productividad del cultivo de yuca, lo que permitiría, además, reducir los costos de producción haciendo competitivo el precio de la raíz y más rentable la agroindustria del secado.

La organización de los agricultores de la región en cooperativas o grupos asociativos para la producción y el procesamiento de raíces de yuca, con asistencia técnica y crédito suministrados por entidades oficiales, es una buena forma de asegurar la disponibilidad regular de raíces para la planta de secado. Es necesario que tales agrupaciones se conformen con agricultores que tengan buena capacidad de producción de yuca, pues de otra manera la planta dependería de la oferta de materia prima por fuera de su propia organización, lo que la haría vulnerable como empresa.

Perfil socioeconómico del grupo de agricultores

Por la razón anterior, la definición del perfil socioecònómico de los posibles propietarios es quizás el factor más importante para el establecimiento de una planta de secado y para determinar el tamaño de la misma.

En Colombia (costa norte), las empresas de secado constituídas por agricultores con muy poca capacidad de producción de yuca tienen problemas para

obtener niveles aceptables de rentabilidad. Es muy importante, por lo tanto, que cualquier cooperativa o asociación que se organice para operar una planta de secado establezca un proceso adecuado para seleccionar sus miembros, y asegurar la provisión del volumen de materia prima necesario para que ella opere eficientemente.

Capacidad de procesamiento de la planta

La cantidad de yuca que la planta puede secar depende del tamaño del área de secado, de la duración de la época de verano, y de la carga de yuca fresca por metro cuadrado.

Duración del verano

Puesto que el secado natural de yuca es un proceso basado en la utilización de la energía solar, para determinar la capacidad de procesamiento de la planta es necesario determinar cuáles son los meses de verano de la región donde ella se va a establecer. Así, en la costa norte de Colombia los meses de verano son enero, febrero, marzo y parte de abril, julio y agosto, y diciembre; son aproximadamente 20 semanas hábiles para el secado.

Carga de yuca fresca por metro cuadrado

Se debe determinar cuál es la carga óptima por metro cuadrado de superficie (kg de trozos/m^2 de piso) que se puede secar en el término de dos días; los cálculos se hacen para dos días porque éste es un período que permite aprovechar más eficientemente la planta y secar tres tandas de yuca por semana. En la costa norte de Colombia la carga óptima es de 12 kg/m^2, pero en días de poca radiación solar se deben usar cargas menores.

Determinación de la capacidad de la planta

La capacidad de procesamiento de una planta se puede calcular con los tres parámetros anteriores (tamaño de la planta, duración del verano y carga de

yuca fresca) como se ilustra enseguida, con datos de la costa norte de Colombia:

Epoca de verano:	20 semanas
Carga de yuca fresca:	12 kg/m^2
Período de secado:	2 días
Tandas/semana:	3
Area de secado:	500 m^2

1. Cálculo de la cantidad de yuca fresca que la planta puede secar por año:

La capacidad anual por cada metro cuadrado de área de secado sería: 12 kg/m^2 tanda x 3 tandas/semana x 20 semanas/año = 720 kg/m^2/año. Por lo tanto, en los 500 m^2 de piso de secado se podrían secar anualmente 360,000 kg, o sea 360 t de yuca fresca.

2. Determinación del factor de conversión. Para calcular la cantidad de yuca seca que es posible obtener de un lote de yuca fresca, hay que determinar el factor de conversión para la variedad correspondiente, con el proceso empleado. Este factor indica las toneladas de yuca fresca que se necesitan para obtener una tonelada de yuca seca, y se calcula conociendo el contenido de humedad de la yuca tanto al inicio como al final del proceso de secado.

El factor de conversión es un parámetro directamente relacionado con la cantidad de materia seca de la yuca que se esté procesando. Cuando las raíces han sido atacadas por alguna enfermedad o plaga (p. e. gusano cachón), su contenido de materia seca al momento de la cosecha puede ser muy bajo, lo que da como resultado un factor de conversión muy alto; las condiciones del clima (p. e. lluvias durante la cosecha) también pueden afectar el contenido de la materia seca y el factor de conversión.

Además del contenido de materia seca hay otro factor que incide en el factor de conversión: el manejo de la tecnología de secado por parte de los agricultores; por ejemplo, si ellos secan demasiado la yuca, —por debajo del 10%— el factor de conversión es muy bajo.

Ejemplo: se van a secar 1000 kg de trozos de yuca fresca, recién cosechada, cuyo contenido de humedad es de 65%, hasta que dicho contenido de hume-

dad llegue al 12%. Si al terminar el proceso resultan 398 kg de trozos de yuca seca, el factor de conversión es 2.5 : 1, o sea: $1000 \div 398 = 2.5$.

Es importante tener en cuenta en este ejemplo que en los 1000 kg de raíces con 65% de humedad hay 650 kg de agua y 350 kg de materia seca, y que al secar la yuca se elimina gran parte del agua pero la materia seca (350 kg) se mantiene constante; por lo tanto, los 398 kg de yuca seca que se obtuvieron al final del proceso tienen 350 kg de materia seca y 48 kg de agua.

3. Cálculo de la producción de yuca seca. Conociendo el factor de conversión es posible calcular la cantidad de yuca seca que la planta puede producir al año; así, si el factor de conversión es el determinado en el ejemplo anterior (2.5), las 360 t de yuca fresca que procesa una planta de 500 m^2 en un año se convierten en 144 t de yuca seca así:

$$360 \text{ t yuca fresca} \times \frac{1 \text{ t yuca seca}}{2.5 \text{ t yuca fresca}} = 144 \text{ t de yuca seca}$$

El Cuadro 2 muestra información sobre las cantidades de yuca fresca que se pueden procesar y las de yuca seca que se pueden obtener en plantas con diferentes áreas, durante diferentes períodos de secado.

Organización y administración

Para que la planta de secado natural de yuca funcione de manera eficaz se requiere que el grupo de agricultores propietarios de la misma esté adecuadamente organizado. Es fundamental la existencia de un gerente o administrador, un tesorero y un jefe de producción.

El gerente o administrador es el responsable del funcionamiento general de la empresa, el coordinador de todas las actividades de la planta y de los servicios de asistencia técnica y el representante legal de la empresa. Por esta razón, el gerente deber ser una persona dinámica y respetada por el resto de agricultores.

El jefe de producción tiene la responsabilidad de organizar los grupos de trabajo (grupos de socios o personal contratado), garantizar el suministro

oportuno de la materia prima y verificar el control de la calidad del producto final.

El tesorero se encarga de hacer los pagos y los cobros necesarios y, conjuntamente con el gerente, es responsable del establecimiento de un sistema contable que permita a los socios conocer los resultados de la gestión empresarial.

Los cargos anteriores (gerente, jefe de producción y tesorero) implican un costo administrativo para la empresa pero garantizan su buen funcionamiento.

Cuadro 2. Obtención de yuca seca en plantas de diferentes tamaños (tres áreas de secado) y con períodos de verano de diferente duración.

Area de secado (m^2)	Período de verano (semana/año)	Capacidad de Procesamiento/año: Yuca fresca (t)	Capacidad de Procesamiento/año: Yuca seca[a] (t)	Area de producción de yuca requerida (ha/año)[b]
500	12	216	87	27
	16	288	115	36
	20	360	144	45
1000	12	432	174	54
	16	576	230	72
	20	720	288	90
2000	12	864	348	108
	16	1152	460	144
	20	1440	576	180

a. Se supone un rendimiento de 1 t de yuca seca por 2.5 t de yuca fresca.
b. Area estimada suponiendo un rendimiento de 8 t/ha de yuca fresca.

Por otra parte, las plantas de secado natural de yuca requieren cierta cantidad de mano de obra, y cada empresa organiza su fuerza laboral de acuerdo a sus propias condiciones. Frecuentemente son los mismos socios o sus familiares quienes trabajan en la planta, pero en general, ésta se constituye en fuente generadora de empleo en la zona rural, especialmente en las épocas en que la oferta de trabajo es escasa.

En el Cuadro 3 se presenta un ejemplo de los requerimientos de la mano de obra para las distintas operaciones en una planta de secado. Se puede observar que en este caso para secar un lote de 6 t de yuca se requieren 48 horas-hombre, lo que equivale a un jornal (8 horas-hombre) por cada tonelada de yuca fresca procesada.

Requerimientos de financiación

Para la construcción y funcionamiento de una planta de secado se requieren tres líneas principales de crédito: para construír la planta, para capital de funcionamiento y para la producción de la materia prima.

1. Para la construcción y la dotación de la planta. Los costos de construcción de la planta de secado son específicos para cada región o país, y dependen de la disponibilidad y los precios de los materiales. En las cifras que presenta el Cuadro 4, para las plantas de 500 m^2 construídas en la costa atlántica de Colombia, se observa que para este tamaño de planta la inversión inicial es de US$12,000, aproximadamente.

2. Para el funcionamiento de la planta. La planta requiere un capital de trabajo para pagar la mano de obra, la materia prima, los empaques, y para los costos administrativos, en general. El crédito respectivo debe ser entregado al grupo de agricultores con anterioridad al comienzo del período de secado.

3. Para la producción de materia prima. En la mayoría de los casos no existe una línea de crédito para financiar cultivos de yuca, y es importante conseguirlo. Pero el crédito debe ser oportuno y suficiente, y preferiblemente de tipo asociativo, que permita al grupo financiar la producción de todos los

Cuadro 3. Requerimientos de mano de obra para secar un lote de seis toneladas de yuca fresca. Ejemplo.

Labores	Operarios (No.)	Horas (No.)	Total (h/hombre)
Pesada y trozado de raíces	4	3.0	12.0
Esparcimiento de los trozos	3	3.0	9.0
Volteo	3	3.0	9.0
Recolección, empaque y almacenamiento	6	3.0	18.0
Total			48.0

Cuadro 4. Inversiones para plantas de secado natural de yuca con área de piso de concreto 500m²

Concepto	Valor unitario (US $)	Valor total (US $)	Totales por rubros
Instalaciones			
Piso de concreto	7.40/m²	3,700	
Bodega	6.00/m³	840	
Malla de alambre	1.00/m	100	
Cobertizo para la picadora		400	5,040
Equipos			
Máquina trozadora	880	880	
2 motores de gasolina (8 H.P.)	590	590	
1 báscula (500 kg capacidad)	230	230	1,700
Herramientas			
3 carretillas	40.00	120	
6 palas metálicas	4.00	24	
10 rastrillos de madera	2.00	20	
10 recogedores de madera	2.00	20	
Empaques		296	
Carga plástica		370	850
Sub-total			7,590
Imprevistos (5-10%)			410
Capital de trabajo			4,000
Total			12,000

socios de la empresa, y garantizar así el suministro adecuado de la materia prima.

Los agricultores pueden acudir a entidades estatales o a cooperativas como fuentes de financiación. Para la construcción de la planta se deben preferir líneas de crédito a largo plazo y con intereses de fomento, ya que el período inicial de operaciones (1-2 años) mientras los agricultores se adaptan a la nueva alternativa agroindustrial, es crítico. Adicionalmente, los agricultores deben gozar de un apoyo institucional permanente y duradero, que garantice su capacitación adecuada en los aspectos técnicos y contables necesarios para el buen funcionamiento de la empresa.

Mercadeo de la yuca

El mercado principal para la yuca seca está en las industrias procesadoras de alimentos concentrados para animales, especialmente para aves y cerdos.

Gran parte de los países productores de yuca en América Latina son importadores de cereales para la fabricación de tales alimentos, y ese hecho implica la posibilidad de usar los trozos de yuca seca como sustituto de los granos importados. El factor que más influye en este caso es el precio relativo de la yuca seca con respecto al de los cereales (como el sorgo y el maíz) que se usan normalmente en la preparación de tales alimentos; actualmente el precio de la yuca seca equivale al 80-85% del de los granos mencionados.

El precio de la yuca seca depende no sólo del costo del procesamiento sino, principalmente, del costo de la materia prima (Cuadro 5). El segundo rubro más importante es la mano de obra, (incluída la administración); este rubro representa cerca del 10% de los costos totales.

Es indispensable, por lo tanto, dedicar los mayores esfuerzos posibles a aumentar la productividad del cultivo, mediante el uso de variedades rendidoras y el desarrollo de mejores prácticas agronómicas, que permitan reducir los costos de las raíces. Si se mantienen los costos a un nivel adecuado, es posible comercializar con un margen adecuado de ganancias.

Cuadro 5. Estructura de los costos de operación para una planta de secado de yuca, de 500 m^2 de piso de secado.

Concepto	Costo (%)
Costos variables	
Materia prima	78.0
Transporte[1]	10.0
Mano de obra[2]	7.0
Otros costos[3]	1.0
Costos fijos	
Mantenimiento, administración, depreciaciones y costos financieros	4.0

1. Transporte desde la planta de secado hasta la planta de concentrados, a 150 km de distancia.
2. Se calcula un gasto de 7.5 horas-hombre por tonelada de yuca fresca.
3. Se estiman en 1% del costo de la materia prima.

Preguntas de estudio

I. Marque con una X, si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

	V	F
1. Procesar yuca con bajo contenido de materia seca afecta negativamente la eficiencia y el rendimiento del proceso de secado.	___	___
2. La pesada de la yuca antes y después del proceso permite establecer parámetros de rendimiento.	___	___
3. El tamaño de los trozos de las raíces de yuca no incide en el tiempo de secado.	___	___
4. La carga de trozos por metro cuadrado de piso de secado es de 10-12 kg.	___	___
5. Los trozos se deben voltear cada 6-8 horas.	___	___
6. Los trozos están secos cuando contienen 12 a 14% de humedad.	___	___
7. *Araecerus fasciculatus* y *Lasioderma senicorne* son insectos que pueden causar grandes pérdidas a la yuca seca almacenada.	___	___

II. Complete los espacios en blanco

1. Las normas de calidad de la yuca seca son las siguientes;
   humedad máxima: _____
   fibra máxima: _____
   ceniza máxima: _____
   aflatoxinas: _____

2. La infraestructura mínima para una planta de secado comprende:
   a. _____
   b. _____
   c. _____

3. El equipo mínimo para una planta de secado comprende:
   a. _____
   b. _____
   c. _____
   d. _____
   e. _____

4. Las características del área de secado son las siguientes:
   Características del sitio de ubicación: _____
   Compactación del suelo: _____
   Nivel del piso: _____
   Dimensiones cimientos: _____
   Espesor piso: _____
   Dimensión placa de vaciado: _____

5. Las características del área de picado son las siguientes:
   Dimensiones cimiento: _____
   Espesor del piso: _____
   Piso: _____

6. Las características de la bodega de almacenamiento son las siguientes:
   Dimensiones cimientos: _____
   Cimientos columnas: _____
   Distancia entre columnas: _____
   Ventilación: _____

7. La estructura básica de la bodega consta de:
   a. _____
   b. _____
   c. _____
   d. _____

8. Una báscula de ___ kg de capacidad es aceptable para las plantas de secado natural.

9. La máquina picadora puede ser accionada por un motor eléctrico o de gasolina, cuya potencia debe ser de ____ H.P.

10. Para una planta de 500 m^2 de piso de secado es suficiente una carpa de ___ m^2.

11. Para hacer un análisis de factibilidad económica para el establecimiento de una planta de secado, se deben estudiar los siguientes aspectos:
    a. _____
    b. _____
    c. _____
    d. _____
    e. _____

III. En los espacios de los enunciados de la Columna A escriba el número de la idea más afín que aparece en la Columna B.

Columna A	Columna B
____ 500 m^2	1. Producción de yuca en la zona y perfil socio-económico de los socios.
____ De estos factores depende la capacidad de procesamiento de la planta.	2. Carga óptima para la Costa Norte de Colombia.
____ Consideraciones para calcular el tamaño que tendrá la planta.	3. Area mínima de secado para que la actividad sea rentable.
____ 12 kg/m^2	4. Tamaño área de secado, duración época de verano y carga/m^2
____ Factor de conversión	5. Pagos y cobros. Establecer sistema contable.
____ Gerente	6. Organiza grupos de trabajo, garantiza suministro de materia prima, control de calidad del producto.
____ Jefe de Producción	7. Representante legal, coordina el funcionamiento general y servicios de asistencia técnica.
____ Tesorero	8. Indica las toneladas de yuca fresca que se necesitan secar para obtener una tonelada de yuca seca.

IV. Haga los siguientes cálculos:

1. Cantidad de yuca fresca que puede secar una planta que funciona con los siguientes parámetros:
   - Carga: 12 kg/m^2
   - No. de tandas: 3/semana
   - Verano: 25 semanas/año
   - Area de secado: 1000 m^2
2. Producción de yuca seca de la planta del ejemplo anterior, teniendo un factor de conversión de 2.5.

Referencias

Best, R. 1979. Secamiento de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. Serie 05EC-4, 24 p.

Best, R. Gómez, G. 1982. Procesamiento de las raíces de yuca para alimentación animal. En: Domínguez, C., compilador. Yuca; investigación, producción y utilización. Referencia de los cursos de capacitación sobre yuca dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. PNUD/CIAT. p. 513-538.

Herrera, C. A.; Arias, C. A.; Muñoz, H. 1983. Guía para la construcción de una trozadora de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. 14 p.

Infomes DRI-CIAT 1-5.

Ospina, B.; Gómez, G. y Best, R. 1983. El secado de la yuca para la alimentación animal. Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. Serie O5SC(1):83. 12 p.

Ospina, B; Best, R. 1984. Manual de construcción y operación de una planta de secado natural de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia. 41 p.

Ospina, B.; Best, R. 1986. Secado natural de yuca para la alimentación animal: una nueva agroindustria en Colombia. Trabajo presentado en el IV Congreso brasileño de mandioca, 1986, Balneario Cambeario, Santa Catarina, Brasil.

RESPUESTAS

I.1 = V; 2 = V; 3 = F; 4 = V; 5 = F; 6 = V; 7 = V

II. 1. 12%
4%
5%
ausentes

2. Area de secado
Area de picado
Bodega

3. Báscula
Picadora
Instrumentos secado y recolección
Empaques
Carpa

4. Despejado
Buena
Desnivel a dos aguas
20-30 cm ancho; 30-40 cm profundidad
8 cm
2 m por 2 m

5. 40 cm ancho; 40 cm profundidad
15 cm
Resistente

6. 40 cm ancho; 30-50 cm profundidad
60-70 cm profundidad
3-4 m
Adecuada

7. Viga inferior de amarre
   Columnas
   Paredes
   Viga superior de amarre

8. 500 kg

9. 8-10 H.P.

10. 250 m^2

11. Tamaño de la planta
    Capacidad de procesamiento
    Administración
    Financiación
    Mercadeo.

III. 3; 4; 1; 2; 8; 7; 6; 5

IV. 1. 900 t. yuca fresca
    2. 360 t. yuca seca