

Capítulo 3.

Secado natural de trozos de yuca en patios y bandejas

Bernardo Ospina Patiño

Producción de trozos secos de yuca con secado natural

El secado con energía solar es, generalmente, un método económico y muy útil en los sitios donde la oferta climática permite usar la energía solar y eólica para este fin. Sin embargo, presenta una limitante, que está relacionada con las condiciones climáticas. El secado natural, al aprovechar la energía del sol y eólica, requiere épocas secas, sin presencia de lluvias. Este tipo de secado permite hacer un primer paso de la transformación de la yuca bajo condiciones locales y a bajo costo. Por esta razón, los agricultores y transformadores del Caribe usan esta tecnología para producir trozos secos, que son comercializados en la industria de balanceados.

El secado natural de la yuca se divide en dos etapas, en la etapa inicial el descenso de humedad en los trozos de yuca es rápida, bajando desde un 65 % en base húmeda hasta llegar a un nivel de 35 %, aproximadamente. En esta etapa es más importante la circulación del aire que la temperatura y la humedad relativa. En la segunda etapa, la remoción de humedad es lenta, y en esta recobra importancia la temperatura y la humedad relativa del aire ambiente (Hernández-Guevara & Vásquez-Barreto, 2008).

Esta tecnología de secado, al ser desarrollada localmente, promueve la asociatividad y la organización de los grupos de agricultores para la explotación integrada de los cultivos de yuca (producción, procesamiento y comercialización), lo que genera una alternativa de agregación de valor que

permite, en cierta medida, un almacenamiento prolongado y enfrentar la inestabilidad de los precios del mercado de yuca fresca.

El esquema de este tipo de procesamiento incluye la adecuada cosecha de las raíces, su pesaje y trozado. Luego, los trozos se secan, empacan y almacenan. Las operaciones adicionales pueden incluir el lavado de las raíces antes de trozar, o moler los trozos secos, según los requisitos del mercado (figura 3.1).

El secado natural puede desarrollarse a través de dos tipos identificados de tecnología: a) secado en patios (piso de cemento o plástico móvil) y b) secado en bandejas inclinadas.



Tecnología de secado en patios

El secado en patios se realiza tanto en pisos de cemento como agregando el uso de lonas plásticas. El objetivo principal de estas áreas es permitir la exposición de los trozos frescos de yuca a la acción directa de la radiación solar y del calor latente de las corrientes de aire circundantes. En esta tecnología se incluyen dos operaciones básicas: a) esparcir los trozos en la zona de secado y b) voltear los trozos hasta que estén completamente secos (Ospina & Ceballos, 2002).

Los trozos recién picados son transportados en carretillas y depositados en pequeños montones sobre la superficie de secado, luego se esparcen uniformemente utilizando un rastrillo de madera (figura 3.2). Cada metro cuadrado de piso debe contener aproximadamente 10-12 kg de trozos frescos, carga que debe secarse en dos días, en condiciones climáticas normales. El exceso de carga por unidad de metro cuadrado en la superficie de secado retrasará el secado de los trozos frescos, lo que reducirá la eficiencia de la planta y degradará la calidad final de los trozos.



Figura 3.2. Rastrillo de madera empleado para esparcir los trozos de yuca en el patio de cemento.

Foto: Archivo de Clayuca

Para lograr un secado uniforme, se deben voltear los trozos cada dos horas (es decir, de seis a ocho veces al día), aprovechando las primeras horas de secado, que es cuando se pierde la mayor parte de la humedad. En la noche, los trozos pueden permanecer esparcidos sobre la superficie de secado, siempre y cuando se garantice que la lluvia o el rocío de la mañana no incrementen la humedad nuevamente. Si estas condiciones no pueden garantizarse, se recomienda que la superficie de secado tenga un área de mayor nivel, donde los trozos se deberán apilar y protegerse con una cubierta de plástico o lona. Al siguiente día, el volumen almacenado reiniciará el proceso de secado en la superficie.

Los dientes del rastrillo de madera usado para el volteado forman surcos que exponen las áreas húmedas del piso a la radiación solar directa, lo que permite la reducción de humedad en los trozos, así como también en la superficie de secado. Este proceso de volteado promueve la disminución progresiva del contenido de humedad. De esta forma, la duración promedio de todo el proceso de secado de trozos de yuca, desde la cosecha hasta el almacenamiento, se desarrolla en un promedio de cincuenta horas.

Considerando la curva de descenso de humedad de los trozos secos, así como también las condiciones agroclimáticas presentes como en la región Caribe, la tabla 3.1 muestra las cantidades de trozos secos de yuca que se obtienen en el procesamiento de raíces frescas de yuca, según el área de secado y la duración del periodo de secado (número de lotes procesados por año). De esta forma, la definición del área de secado estará relacionada con la disponibilidad de materia prima y con el tiempo seco, que en la región Caribe se encuentra alrededor de dos a cuatro meses al año.

Tabla 3.1. Cantidad de trozos secos, según área de secado y periodo de verano

Área de secado (m ²)	Tiempo seco (semanas/año)	Capacidad de procesamiento por año		Producción requerida (ha/año)
		Yuca fresca (t)	Yuca seca (t)	
500	12	216	87	27
	16	288	115	36
	20	360	144	45
1.000	12	432	174	54
	16	576	230	72
	20	720	288	90
2.000	12	864	348	108
	16	1.152	460	144
	20	1.440	576	180

Fuente: Ospina & Ceballos (2002, p. 422)

Recolección y empaque de trozos secos de yuca

Cuando el contenido de humedad de los trozos está entre el 10 % y el 12 %, se recogen y empacan. Tradicionalmente, este nivel de humedad se verifica con el tacto, ya que los trozos que están suficientemente secos se rompen fácilmente cuando se presionan con los dedos. Este proceso de recolección de trozos requiere dos tipos de palas: a) una pala ancha de madera, que se usa para amontonar los trozos secos (figura 3.3), y b) una pala corta y metálica, que se usa para empaclar los montones en bolsas o costales de polipropileno o fique (Ospina & Ceballos, 2002).



Figura 3.3. Recolección de trozos secos, amontonándolos en el patio con una pala de madera.

Foto: Archivo de Clayuca

Molienda de los trozos secos de yuca y empackado

Para reducir el volumen de este producto y mejorar la eficiencia en el almacenamiento y transporte, normalmente los trozos secos se transforman

en harina, que luego se empaca en bolsas de polipropileno. Sin embargo, la yuca generalmente se comercializa en trozos, porque los volúmenes producidos al año son bajos, se da una producción estacional y las empresas consumidoras de trozos secos de yuca no pagan precios diferenciales por recibirlos en forma de trozos o molidos, situación que hace que no se realicen inversiones en tecnologías para producción de harina.

Una vez los trozos secos son empacados, se debe garantizar un espacio de almacenamiento, donde los trozos secos son almacenados hasta el momento de su despacho hacia las empresas compradoras. Los sacos deben apilarse sobre tarimas de madera o estibas (figura 3.4). Bajo estas condiciones, los trozos secos (contenido de humedad del 10 % al 12 %) se pueden almacenar entre seis y doce meses sin que su calidad se deteriore. Las condiciones óptimas se garantizan al mantener la bodega limpia y, en algunos casos, se recomienda la instalación de mecanismos de aireación, que muevan adecuadamente la humedad entre la bodega y el exterior (Ospina & Ceballos, 2002).



Figura 3.4. Bultos con trozos de yuca apilados en bodega sobre estibas o bases de madera.

Foto: Archivo de Clayuca

El control de la humedad en el almacenamiento es primordial, ya que, si la humedad de la bodega es demasiado alta, los trozos secos absorben la humedad, situación que promueve el inicio de contaminación por hongos y su rápida dispersión al producto almacenado. La aparición de microorganismos en los trozos de yuca genera la presencia de toxinas, que tienen un efecto adverso como insumo alimenticio para animales.

Insumos requeridos para el funcionamiento de los patios de secado

De acuerdo con las condiciones encontradas en la región Caribe de Colombia, los insumos requeridos para poner en marcha un patio de secado incluye instalaciones, herramientas y equipos que facilitan el procesamiento, así como también el empaque y el almacenamiento. Dentro de las instalaciones requeridas, el patio de cemento es una de las estrategias, aunque actualmente el uso de plásticos móviles permite el secado a menor costo y con la ventaja de poder ser instalado cerca de la fuente de materia prima (tabla 3.2). La bodega, como se explicó anteriormente, es una de las instalaciones obligatorias, al igual que un espacio para cubrir la máquina picadora.

Tabla 3.2. Elementos necesarios para establecer un piso de cemento de 500 m² para una planta de secado natural de yuca en la región Caribe de Colombia

Obra, herramienta o elemento	Cantidad
Instalaciones	
Piso de cemento (m ²) o plástico calibre 8	500
Bodega (m ²)	40
Cobertizo para la picadora (m ²)	25
Equipos	
Máquina picadora o trozadora	1
Planta eléctrica de 900 W	1
Báscula de 500 kg de capacidad	1
Cosedora eléctrica	1
Herramientas	
Carretillas	4
Palas metálicas	6

(Continúa...)

(Continuación tabla 3.2)

Rastrillos de madera	10
Recogedores de madera	10
Otros	
Empaques de polipropileno	300
Carpa plástica (10 × 15 m, calibre 6)	1
Hilo para cosedora (100 m)	1
Kit de herramientas	1

Fuente: Elaboración propia

Estándares de calidad de los trozos secos para comercialización

La calidad de la yuca seca debe ajustarse a las exigencias del mercado procesador de alimentos balanceados y cumplir, a su vez, con las normas de calidad impuestas por la industria. Con base en esto, la yuca debe tener las características que se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Normas básicas de calidad estipuladas por las empresas que emplean yuca seca

Componente/aspecto	Norma
Humedad máxima (porcentaje)	12,0 %
Fibra cruda, máximo (porcentaje)	4,0 %
Ceniza, máximo (porcentaje)	3,0 %
Almidón, mínimo (porcentaje)	65 %
Hongos y levaduras, conteo máximo (UFC/g)	10 ⁴
Mesófilos, conteo máximo (UFC/g)	10 ⁵
Aflatoxinas y ocratoxinas	Ausentes
Ácido cianhídrico (ppm)	100
Coliformes, conteo máximo (UFC/g)	10 ⁴
<i>Escherichia coli</i>	Negativo
<i>Salmonella</i>	Negativo
<i>Clostridium</i> , conteo máximo (UFC/g)	100
Presentación	Trozos

Fuente: Hernández-Guevara & Vásquez-Barreto (2008, p. 40)

Otra exigencia de los compradores en cuanto al producto está referida a la ausencia de insectos plaga. Al respecto, se han identificado al menos 38 especies de insectos, la mayoría de los cuales pertenecen al orden Coleoptera. Las dos especies identificadas por el volumen de pérdidas causadas al afectar los trozos secos de yuca almacenada son *Araecerus fasciculatus* y *Sitophilus oryzae* (Ospina & Ceballos, 2002).

Tecnología de secado natural de trozos de yuca en bandejas

Con esta tecnología los trozos de yuca secos aprovechan la luz solar, y el flujo de aire se optimiza al permitirse el flujo a través de las bandejas. Las bandejas son hechas con una estructura de marco de madera y con una base de malla de anejo plástico, que evita la caída del material durante el proceso. Para reforzar las bandejas, se puede usar malla de gallinero en alambre con agujeros de una pulgada de diámetro para sostener el anejo plástico (figura 3.5). Se recomienda elaborar las bandejas con dimensiones de 1,2 × 1,9 m, ya que este tamaño permite que las bandejas sean manejadas con facilidad por dos operarios. Sin embargo, se pueden ajustar a los requerimientos y condiciones de cada zona (Ospina & Ceballos, 2002).

Se debe construir una estructura a manera de cama, usando travesaños de madera, bambú o guadua, y cuyos soportes sean dos hileras de postes. Estas hileras deben tener diferente altura, para ofrecer una inclinación de aproximadamente 20° a 25°, lo que permite aprovechar al máximo la dirección y la fuerza del aire de secado. Una vez se acomodan las bandejas en la estructura soporte, los trozos frescos de yuca se esparcen sobre ellas (figura 3.6). Es recomendable ubicar esta estructura cerca del área de picado con el fin de hacer más eficiente el proceso de transporte. Otra opción de manejo es transportar los trozos en una carretilla hasta el lugar donde se encuentran las bandejas vacías, dispuestas sobre los soportes, para incorporar los trozos e iniciar el secado (figura 3.6).



Figura 3.5. Bandejas de secado vacías sobre sus soportes.

Fuente: Archivo de Clayuca



Figura 3.6. Operario llenando las bandejas de secado junto al área de la picadora.

Foto: Archivo de Clayuca

La cantidad de carga a incluir en cada bandeja depende de las condiciones ambientales; la velocidad del viento es uno de los factores determinantes: a mayor velocidad del viento, mayor será la cantidad de trozos frescos de yuca que se pueden secar, sin necesidad de voltearlos. Ante una brisa suave (velocidad < 1 m/s), se sugiere una carga de 10 kg/m^2 ; en presencia de una brisa constante (velocidad $= 1\text{-}2$ m/s), se puede ampliar la carga a $10\text{-}13 \text{ kg/m}^2$, y bajo un viento constante (velocidad > 2 m/s), la carga puede llegar a $13\text{-}16 \text{ kg/m}^2$. Una carga mayor de 16 kg/m^2 no es recomendable, ya que reduce la eficiencia del proceso de secado y se hace necesario voltear los trozos para agilizar el proceso.

Las bandejas se pueden dejar sobre los soportes durante la noche, siempre y cuando no se pronostiquen lluvias. En caso contrario, es necesario apilarlas horizontalmente (una encima de la otra), bajo techo o afuera, pero cubiertas con una lona o un plástico, hasta el siguiente día, momento en el que nuevamente se distribuyen las bandejas sobre sus soportes, hasta alcanzar el nivel de humedad deseado en los trozos.

El secado en bandejas es más eficiente que el secado en patios, incluso usando una carga comparable de secado. Esto se debe principalmente a que las bandejas promueven el secado aun en la noche, porque la circulación del aire no se detiene. La altura de la estructura soporte de las bandejas permite que el flujo de aire alcance las bandejas, mientras que en los patios de secado a nivel de piso se da un menor flujo de aire.

Tiempo de secado de los trozos frescos de yuca

En la etapa inicial del secado de trozos de yuca en bandejas, se observa que los trozos frescos pierden humedad rápidamente y que la circulación del aire (velocidad del viento) es más importante que la temperatura y la humedad del aire. Como se mencionó anteriormente, la velocidad del viento es el factor determinante de esta primera etapa, que puede continuar incluso en la noche. En la etapa final del secado, cuando el contenido de humedad está alrededor del 30 %, la pérdida de humedad es muy lenta y se requiere la temperatura del mediodía para completar el proceso. Durante esta etapa, si la humedad relativa ambiental es superior al 65 %, el secado debe prolongarse hasta que el tiempo mejore, de manera que se garantice un contenido de humedad en los trozos menor al 12 %.