

## **CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL ÁCIDO CIANHÍDRICO (HCN) EN LA YUCA (MANDIOCA) Y LOS PRODUCTOS DE YUCA**

**(CXC 73-2013)**

### **INTRODUCCIÓN**

1. El ácido cianhídrico es un compuesto inestable que se evapora rápidamente en la atmósfera a una temperatura de 28°C y se disuelve con rapidez en el agua. Se puede perder fácilmente durante el transporte, el almacenamiento y el análisis de las muestras.
2. El ácido cianhídrico es un compuesto químico que pueden liberar los glucósidos cianogénicos, componentes naturales de algunas plantas, tales como las almendras amargas, el sorgo, la yuca, las habas, las frutas de hueso y los brotes de bambú. Por lo tanto, las medidas de reducción y eliminación del ácido cianhídrico (HCN) deberán dirigirse a los precursores, es decir, los glucósidos cianogénicos y las cianhidrinas.
3. El ácido cianhídrico puede ser tóxico para los seres humanos y los animales, y la gravedad de la toxicidad depende de la cantidad ingerida.
4. La yuca es un importante alimento básico que contiene glucósidos cianogénicos. Las plantas de yuca, incluidas las raíces, también contienen la enzima linamarasa que rompe los glucósidos cianogénicos para liberar cianhidrinas, las cuales se disocian a bajos niveles de acidez para producir ácido cianhídrico. La medida de la descomposición de los glucósidos cianogénicos y la liberación posterior de ácido cianhídrico dependen de la cantidad de linamarasa presente en el tejido de la yuca; el alcance de la acción en el tejido, la acidez del producto, y el tratamiento térmico son factores clave en la determinación de la concentración residual de cianógenos en los productos de yuca. Es evidente que las altas concentraciones de glucósidos cianogénicos pueden traducirse en mayores concentraciones de ácido cianhídrico.

### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

5. Este código de prácticas se propone proporcionar a las autoridades nacionales y locales, a los productores y otros órganos pertinentes orientación para la fabricación de productos de yuca con concentraciones inocuas de compuestos cianogénicos residuales.

### **OBSERVACIONES GENERALES**

6. Este código expone las medidas que han demostrado aptitud para prevenir y/o reducir las concentraciones de ácido cianhídrico en los productos de yuca. Al aplicar el código a la elaboración de la yuca, se deberán seleccionar cuidadosamente los métodos teniendo en cuenta su beneficio y viabilidad. Además, estos deberán aplicarse de conformidad con la legislación y las normas nacionales e internacionales pertinentes.
7. Se reconoce que se pueden aplicar razonablemente medidas tecnológicas como las buenas prácticas de fabricación (BPF) para prevenir o reducir significativamente las concentraciones de ácido cianhídrico en los productos de yuca.

### **MEDIDAS PARA REDUCIR LOS PRECURSORES DE ÁCIDO CIANHÍDRICO**

8. El potencial contenido de cianuro en la yuca varía de acuerdo con la variedad de yuca, las condiciones ambientales en las que se cultiva (por ejemplo, de sequía) y el tiempo de la cosecha.

9. Se han obtenido variedades con un bajo contenido de cianuro que podrían ser útiles para reducir la presencia de ácido cianhídrico en la yuca cultivada. Donde se utilizan variedades de yuca amarga es indispensable una elaboración adecuada postcosecha.
10. La recolección debe hacerse en el momento oportuno porque los estudios han observado un mayor contenido de cianuro en la yuca recogida tardíamente.

### PROCESO DE PRODUCCIÓN TÍPICO

11. La elaboración es eficaz para reducir el contenido de compuestos cianogénicos a concentraciones mínimas cuando se lleva a cabo correctamente. Una elaboración inadecuada o deficiente, como a veces se produce en períodos de hambruna o de crisis social, o por la prisa por comercializar, puede conducir a una elevada presencia de residuos de HCN en el producto final.
12. El proceso de fabricación de productos de yuca varía con el producto. Algunos ejemplos de productos de yuca son: *gari*, *fufu*, harina de yuca, almidón de yuca, tapioca, hojuelas de yuca, etc. Los gráficos 1 - 8 ilustran los pasos de los procesos de fabricación de algunos productos de yuca.

### PRODUCCIÓN DE GARI

13. El proceso de producción del *gari*, un producto alimentario de yuca granulada, requiere la selección de los tubérculos de yuca, pelarlos, lavarlos, rallarlos, extraerles el agua y fermentarlos, cernirlos, freírlos, enfriarlos/secarlos, tamizarlos y envasarlos. El proceso sigue normalmente los pasos que se enumeran a continuación.
  - a. **Selección:** se seleccionan de los lotes tubérculos frescos y sanos de yuca para la elaboración
  - b. **Pelado:** se pelan los tubérculos para retirar las partes externas no comestibles de las raíces; donde se sabe que está la mayor parte de los glucósidos cianogénicos.
  - c. **Lavado:** esto se hace para eliminar la tierra y otros contaminantes. Es aconsejable también lavar la yuca antes de pelarla para reducir la carga microbiana.
  - d. **Rallado de las raíces de yuca:** se hace manualmente frotando las raíces de yuca peladas y lavadas contra una hoja metálica con perforaciones realizadas con un clavo o mecánicamente con un rallador. Durante el rallado, los glucósidos cianogénicos se hidrolizan por acción de la enzima linamarasa.
  - e. **Extracción del agua y fermentación:**
    - i. En la fermentación tradicional, la fermentación y la extracción del agua se llevan a cabo al mismo tiempo envolviendo la yuca rallada en sacos y oprimiéndola con pesos colocados sobre los sacos o con una prensa hidráulica.
    - ii. La fermentación tiene como objeto desarrollar el sabor del *gari*. La duración del período de fermentación podría ser de 12 a 24 horas, lo que resulta en la producción de *gari* con un sabor casiroso y un alto contenido de almidón, o podría variar de 48 a 164 horas para obtener un *gari* de sabor amargo y bajo contenido de almidón.

- iii. En la fermentación, especialmente de 12 a 24 horas, las cianohidrinias, que son el producto intermedio de la descomposición de los glucósidos cianogénicos, rápidamente se disocian para producir ácido cianhídrico, que es inestable y se libera fácilmente. Sin embargo como la fermentación se prolonga, la yuca machacada se vuelve ácida (causa del sabor amargo) y la acidez retarda la disociación espontánea de las cianohidrinias y las fija en el alimento. Estas cianohidrinias se disocian lentamente en condiciones normales de almacenamiento; la velocidad de disociación aumenta por contacto con álcalis y/o calor.
- b. **Tamizado:** el tamizado se lleva a cabo para eliminar grumos grandes y fibras, y también para obtener un producto homogéneo para una tostadura más uniforme de las partículas durante esta operación.
- c. **Tostadura:** debe hacerse correctamente colocando la yuca rallada, tamizada y fermentada en una sartén y removiéndola hasta que se seque. Se puede añadir aceite de palma durante la tostadura, como se hace en algunas partes de Nigeria. La tostadura repercute en la cantidad de compuestos cianogénicos residuales en el producto final y en la conservación/almacenamiento del producto.

#### **FUFU Y PRODUCCIÓN DE FUFU EN POLVO**

14. La producción de fufu y harina de fufu consiste en: pelar las raíces, lavarlas, cortarlas, fermentarlas, machacarlas y tamizarlas/macerarlas, extraerles el agua y secarlas. El proceso sigue los pasos que se enumeran a continuación.

- a. Selección de las raíces de yuca fresca
- b. **Pelado:** para eliminar la parte externa que no es comestible y donde se sabe que está el mayor contenido de glucósidos cianogénicos.
- c. **Lavado:** las raíces de yuca pelada se lavan con agua.
- d. **Corte:** las raíces lavadas de yuca se cortan en trozos pequeños. Esto facilitará el proceso de fermentación.
- e. **Fermentación:** la fermentación se lleva a cabo en tanques o en cualquier otro recipiente apto durante de tres a cuatro días.
- f. **Machacado/maceración:** Los trozos de yuca fermentada se machacan y se pasan por un tamiz, y cuando las raíces no están lo suficientemente suaves para machacarlas a mano, se maceran o se pasan a través de un rallador antes de eliminar las fibras añadiendo agua al puré y filtrándolo.
- g. **Extracción del agua:** el exceso de agua se extrae del puré envolviéndolo en un saco de polietileno tejido y presionando con pesos o con una prensa hidráulica para producir *fufu*.
- h. **Secado:** la harina instantánea de fufu se produce mediante secado al sol del puré al que se ha extraído el agua o artificialmente mediante una secadora mecánica.

#### **HOJUELAS DE YUCA SECAS**

15. Las hojuelas de yuca son gránulos secos obtenidos de la yuca limpia y fresca. La producción de hojuelas de yuca seca requiere cortarlas en rodajas u hojuelas, y secarla.

- a. **Pelado:** se pelan los tubérculos para retirar las partes externas no comestibles de las raíces, donde se sabe que está la mayor parte de los glucósidos cianogénicos tóxicos.

- b. **Rebanado:** el objetivo de obtener hojuelas es exponer la máxima superficie de las raíces de yuca para lograr un secado rápido. El mejor secado, por la rapidez y calidad del producto final, se obtiene cuando la yuca pelada se rebana en rodajas finas: menos de 10 mm de espesor.
- c. **Secado:** el secado al sol de las hojuelas de yuca se hace en cualquier superficie plana, el objetivo es producir hojuelas de yuca seca limpias, de color blanco, libres de impurezas, que se pueden conservar en forma inocua durante períodos prolongados.

#### OTROS PRODUCTOS DE YUCA

16. Las hojuelas de yuca que se consumen como aperitivo se pueden elaborar con harina extruida de yuca o con hojuelas de yuca seca.

- a. **Pelado:** se pelan los tubérculos para retirar las partes externas no comestibles de las raíces, donde se sabe que está la mayor parte de los glucósidos cianogénicos.
- b. **Rebanado:** el objetivo de rebanar es exponer la máxima superficie de las raíces de yuca para lograr un secado rápido. El mejor secado, por la rapidez y calidad del producto final, se obtiene cuando la yuca pelada se rebana en rodajas finas: menos de 2 mm de espesor.
- c. **Fritura, tratamiento térmico del alimento a más de 180°C:** la superficie se seca, sellando el contenido de agua.

17. El almidón de yuca, también conocido como almidón de tapioca, es uno de los más utilizados en la fabricación de productos alimenticios y funciona como espesante, emulsionante o ingrediente de dulcería. La producción de almidón de yuca requiere selección, pelado, lavado, rallado, separación del almidón y secado.

- a. **Selección:** las raíces de yuca se cosechan y seleccionan para extraer el almidón.
- b. **Pelado:** se pelan los tubérculos para retirar las partes externas no comestibles, donde se sabe que está la mayor parte de los glucósidos cianogénicos.
- c. **Lavado:** las raíces de yuca peladas se lavan con agua.
- d. **Rallado:** después de pelarlas y lavarlas, se rallan las raíces para liberar los gránulos de almidón y después se les añade agua para extraer el almidón.
- e. **Separación del almidón:** el almidón se separa de la pulpa y el agua por sedimentación o mediante centrifugación.
- f. **Secado:** el almidón se seca al sol o se utiliza una secadora artificial antes de la molturación y el tamizado.

18. Hay varios otros productos alimentarios a base de yuca como el *lafun*, una harina de yuca sin fermentar; el *akteke*, gránulos de yuca fermentada al vapor; *chikwangue*, *bila*, un alimento de Fiji de yuca remojada; *farinha*, un producto de yuca asada del Brasil; *bikedi*, una alimento tradicional de raíz de yuca fermentada y *ntobambodi*, una sopa semi sólida de hojas de yuca fermentadas que se consume en el Congo. Sus métodos de preparación son similares a los anteriores pasos del proceso a pesar de que en algunos casos pueden diferir; algunos ejemplos son el remojo, la envoltura de los tubérculos, etc.

#### PRÁCTICAS BASADAS EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

19. Los cultivares de yuca dulce se deberán seleccionar cuidadosamente y sembrar.

20. Deberán evitarse condiciones de sequía intensa durante la siembra o reducirse al mínimo mediante prácticas agrícolas como la aplicación de humedad, y también se evitarán las condiciones que conduzcan a un contenido elevado de humedad.

## **PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN**

21. Selección de la materia prima

**Selección de las raíces de yuca:** las raíces de yuca para la preparación de productos de yuca se elaborarán lo antes posible después de la cosecha.

22. La yuca que se seleccione de los lotes deberá ser de alta calidad y será mínima la presencia de lesiones y daños mecánicos. Se evitará la yuca descompuesta y leñosa.

## **PREPARACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE YUCA**

23. Los gráficos 1 - 7 presentan diagramas de flujo del proceso de preparación de diferentes productos de yuca. Sin embargo, las siguientes –presentadas sin un orden específico– son prácticas que se recomiendan para cada una de las unidades de operación en los diagramas de flujo de los productos.

24. **Pelado:** se hará con cuchillos de acero inoxidable limpios. Asegúrese de que las cáscaras, incluida la corteza (las partes no comestibles) se hayan eliminado por completo; se sabe que contienen concentraciones muy altas de glucósidos cianogénicos que pueden ser tóxicos.

25. **Lavado:** lávense las raíces peladas en agua por lo menos dos veces para retirar restos de la cáscara, arena o tierra.

26. **Rallado:** el rallado correcto se hará con equipo de acero inoxidable para romper el tejido de la yuca a fin de lograr una descomposición rápida de los glucósidos cianogénicos.

27. **Remojo:** muchas veces se remoja en agua de uno a tres días, antes o después de rebanar las hojuelas, durante lo que se produce cierta fermentación que imparte a las hojuelas un sabor amargo al gusto de algunos consumidores. También permite que el ácido cianhídrico se disperse haciendo más inocuo el producto para el consumo humano. El National Root Crop Research Institute de Nigeria indicó que una reducción óptima del ácido cianhídrico se puede lograr combinando 15 minutos de remojo con 2 minutos de escaldado de las hojuelas de yuca.

28. **Fermentación:** poner el puré de yuca en un saco limpio y atarlo. Dejar reposar en un depósito para fermentar 2 ó 3 días. Disponer los sacos de tal manera que no tengan contacto con arena o tierra que puedan contaminar el puré. Permitir que escurra el agua de los sacos. La fermentación no debe ser menor de dos días para garantizar una adecuada detoxificación del cianuro. No se recomienda la práctica de elaborar raíces de yuca almacenadas una noche sin fermentar el puré porque el *gari* obtenido por este método siempre contiene altas concentraciones de cianuro.

29. **Prensado:** al final del período de fermentación el puré conservado en los sacos se prensa para extraer toda la humedad que sea posible. El prensado termina cuando ya no escurre agua de los sacos. Si la deshidratación no es completa, habrá grumos durante el tostado que reducen la calidad y el rendimiento del *gari*.

30. **Fragmentación de la pasta / cernido o tamizado:** la pasta de yuca obtenida por deshidratación/prensado se desintegra con las manos limpias y se tamiza o cierne con un tamiz inoxidable en un recipiente limpio. Son preferibles los tamices de acero inoxidable.

31. **Tostadura:** tostar y remover constantemente en una sartén de hierro fundido plana y grande sobre el fuego, con un palo de calabaza o paleta de madera hasta que el producto, el *gari* en este caso, se seque.

32. **Enfriado:** recoger el producto tostado en un recipiente limpio y extenderlo sobre una plataforma elevada forrada con polietileno limpio o con un paño blanco para enfriar a temperatura ambiente.
33. **Envasado:** los productos elaborados de yuca deberán depositarse en envases limpios, a prueba de insectos y de humedad, que garanticen la salubridad del producto y la conservación de sus cualidades nutricionales, físicas y organolépticas. El material de embalaje no deberá impartir sustancias tóxicas, ni olores o sabores indeseables al producto de yuca.
34. **Rebanado:** la yuca deberá cortarse en rebanadas finas de 10 mm para obtener un secado rápido y adecuado.
35. **Secado:** deberá hacerse en condiciones higiénicas y en un entorno sin polvo donde no tengan acceso animales ni aves.
36. **Almacenamiento:** el almacenamiento del producto terminado o del producto intermedio seco deberá ser en un lugar fresco, seco y bien ventilado, sin insectos ni roedores.
37. **Cocción:** sólo la yuca que se sepa que tenga un bajo contenido de cianuro se usará para cocción y consumo directo, es decir, el tipo dulce, porque los glucósidos cianogénicos son estables al calor.

### RECOMENDACIONES GENERALES

38. Los gobiernos nacionales, estatales y locales, así como las organizaciones no gubernamentales (ONG, asociaciones comerciales y cooperativas) participarán en la promoción de un cultivo eficaz de la yuca con la introducción de variedades con bajo contenido de cianuro, de alto rendimiento y bien adaptadas, y métodos de elaboración como medio para garantizar la máxima reducción de los cianógenos residuales en los productos alimenticios de yuca.
39. Las campañas para introducir otros alimentos básicos, hortalizas, legumbres y fruta a fin de disminuir la ingesta diaria de cianuro y enriquecer la alimentación también pueden traducirse en un consumo menor de glucósidos cianogénicos.
40. Los pequeños productores no industriales de yuca y productos de yuca deberán tener acceso a información sobre las recomendaciones específicas basadas en buenas prácticas de fabricación y a orientación sobre los métodos para reducir los residuos de cianógenos en los productos de yuca.
41. Las autoridades que velan por la inocuidad de los alimentos y los órganos de vigilancia de la salud pública podrían contemplar la introducción de materiales científicos, como los de picrato, para supervisar las concentraciones de cianuro presentes en los productos de yuca, el punto de uso y las concentraciones de tiocinato urinario en la población.



Gráfico 1. Diagrama de flujo de la producción de *gari*



Gráfico 2. Diagrama de flujo de la producción de *fufu/fufu* instantáneo





Gráfico 3. Diagrama de flujo de la producción de hojuelas de yuca



Gráfico 4. Diagrama de flujo de la producción de harina de yuca sin fermentar



Gráfico 5. Diagrama de flujo de la producción de *attieke*



Gráfico 6. Diagrama de flujo de la producción de *chikwangu*

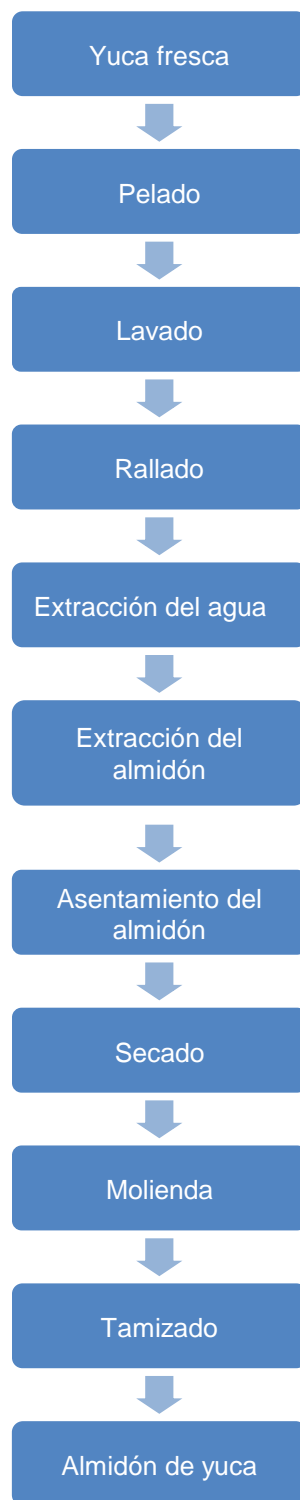


Gráfico 7 Diagrama de flujo de la elaboración de almidón de yuca

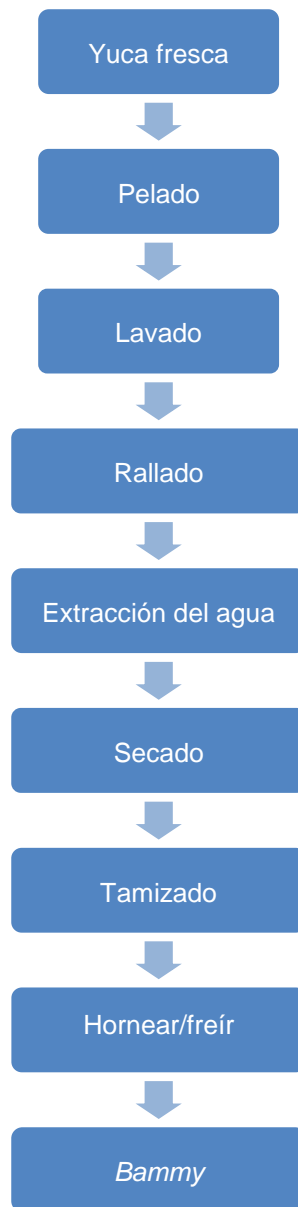


Gráfico 8 Diagrama de flujo de la elaboración de *bammy*