

# COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Organización  
Mundial de la Salud

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia - Tel: (+39) 06 57051 - Correo electrónico: [codex@fao.org](mailto:codex@fao.org) - [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)

Tema 12 del programa

CX/CF 22/15/12

Abril de 2022

## PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

### COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

Décima quinta reunión

(virtual)

9-13 y 24 de mayo de 2022

### CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS EN LA YUCA (MANDIOCA) Y LOS PRODUCTOS A BASE DE YUCA (MANDIOCA)

(En el trámite 4)

(Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos presidido por Nigeria y copresidido por Ghana)

Los miembros del Codex y los observadores que deseen presentar observaciones en el trámite 3 sobre este documento deben hacerlo siguiendo las instrucciones descritas en la carta circular CL 2022/21-CF, disponible en la página web del Codex<sup>1</sup>

#### ANTECEDENTES

1. Información de fondo sobre el debate relativo a la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca que se llevó a cabo en el período 2017-2021<sup>2</sup> y se puede encontrar en los informes del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) y los correspondientes documentos de trabajo. En el trabajo presentado en el CCCF14 (2021)<sup>3</sup> se puede encontrar información detallada sobre el debate relativo a las prácticas de gestión de riesgos disponibles para sustentar el desarrollo de un Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca.
2. El CCCF14 (2021) tomó en consideración el documento de debate preparado por el grupo de trabajo por medios electrónicos (GTE). Nigeria, como Presidencia del GTE, lo resaltó sobre la base de las respuestas a las circulares CL 2019/74-CF y CL 2020/51-CF y los datos y la información facilitados por los miembros del GTE sobre las medidas de gestión de riesgos disponibles para contener la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca. La Presidencia del GTE indicó que fue posible identificar medidas de atenuación de riesgos disponibles actualmente que han demostrado ser eficaces en cuanto a costes y aplicables en todo el mundo por parte de productores y agricultores a gran, media y pequeña escala. Las respuestas también proporcionaron el ámbito de aplicación del código de prácticas (CDP) en cuanto a las micotoxinas pertinentes (es decir, las aflatoxinas y la ocratoxina A) y las etapas de la cadena de producción que debe abarcar el CDP (es decir, la etapa anterior a la siembra, la siembra, el procesamiento poscosecha, incluida la fermentación, el secado, el almacenamiento y la distribución). La Presidencia del GTE informó además al CCCF de que, basándose en estos hechos, existía un respaldo general a la elaboración de un CDP para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en estos productos, tal y como se presenta en el Apéndice I del documento de trabajo CX/CF 21/14/12.
3. El CCCF14 acordó desarrollar el CDP y envió un documento de proyecto sobre la elaboración de un Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca al 44.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC44) para su aprobación como nuevo trabajo

<sup>1</sup> Página web del Codex/Cartas circulares:

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/resources/circular-letters/es/>

Página web del Codex/CCCF/Cartas circulares:

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee/related-circular-letters/es/?committee=CCCF>

<sup>2</sup> REP17/CF11, párrs. 14-15; REP18/CF12, párr. 125; REP19/CF13, párrs. 128-145; CX/CF 18/12/13; CX/CF 19/13/14

Los documentos de trabajo, incluidos los informes, de las reuniones del CCCF están disponibles en el sitio web del Codex en:

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee/related-meetings/es/?committee=CCCF>

<sup>3</sup> CX/CF 21/14/12

(Apéndice VII). La CAC44 aprobó el nuevo trabajo e indicó que un miembro afirmó que era importante aclarar que el ámbito de aplicación del nuevo trabajo estaba limitado a la yuca como alimento<sup>4</sup>.

4. Para elaborar el CDP, el CCCF14 también acordó establecer un GTE presidido por Nigeria y copresidido por Ghana para trabajar en el desarrollo de un Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca, centrándose en las aflatoxinas y la OTA, así como en las etapas de producción identificadas en el documento del proyecto sobre la base de los datos y la información proporcionados en el documento de trabajo CX/CF 21/14/12, Apéndice II<sup>5</sup>.

#### **PROCESO DE TRABAJO EN EL GTE**

5. El GTE se concentró en recopilar información sobre prácticas que controlan la contaminación por micotoxinas de la yuca y los productos fermentados a base de yuca.

#### **RESUMEN DEL DEBATE EN EL GTE**

6. Este código de prácticas ofrece información actual sobre las prácticas necesarias para controlar la contaminación por micotoxinas de la yuca y los productos fermentados a base de yuca. Se enfatizó lo siguiente:
  - Las fases en las que se deben aplicar las buenas prácticas para prevenir o reducir la presencia de micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca.
  - Las condiciones de procesamiento necesarias para prevenir o reducir la contaminación por micotoxinas.
  - Parámetros críticos que se deben cumplir, desde la selección y la limpieza de la tierra agrícola, la elección de la variedad de yuca y la plantación hasta la cosecha y las actividades posteriores a la cosecha.
  - Medidas educativas y de higiene personal.
  - Las condiciones de almacenamiento identificadas para prevenir o reducir la contaminación por micotoxinas.
  - Medidas de prevención o reducción durante el transporte y la distribución.

#### **CONCLUSIÓN**

7. El GTE se basó en la información disponible en el Apéndice II de CX/CF 21/14/12, según las instrucciones del CCCF14, y preparó un Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca tal como se presenta en el Apéndice I de este documento.

#### **RECOMENDACIONES**

8. Se invita al CCCF a considerar el CDP tal como se expone en el Apéndice I y determinar su idoneidad para su avance en el procedimiento de trámites o, de lo contrario, identificar problemas importantes que requerirían una mayor consideración para avanzar en el desarrollo o la finalización del CDP en el CCCF16 (2023).

---

<sup>4</sup> REP21/CAC44, párrs. 46-47, Apéndice VI

<sup>5</sup> REP21/CF14, párrs. 167-169, Apéndice VII

## APÉNDICE I

### PROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS EN LA YUCA Y LOS PRODUCTOS A BASE DE YUCA

(Para recabar observaciones)

#### 1. INTRODUCCIÓN

1. Las micotoxinas son toxinas de hongos con consecuencias tanto económicas como para la salud. Las micotoxinas más habituales son las aflatoxinas y las ocratoxinas. Las aflatoxinas (AF) son toxinas de alta potencia que aparecen en una amplia variedad de productos agrícolas. Son producidas fundamentalmente por el *Aspergillus flavus*, el *Aspergillus parasiticus* y el *Aspergillus nomius*. Las aflatoxinas se cuentan entre los componentes carcinogénicos, teratogénicos y mutagénicos más potentes que se conocen. Las principales aflatoxinas que se suelen encontrar en los productos agrícolas son la aflatoxina B1, B2, G1 y G2, y de ellas la B1 es la más potente. Dependiendo de la especie anfitriona, estas micotoxinas pueden actuar como nefrotoxinas, hepatotoxinas, inmunotoxinas, neurotoxinas, teratógenos o carcinógenos, aunque el riñón es el objetivo primario de su toxicidad.
2. La prevalencia de varias especies de hongos que están implicados en la producción de micotoxinas suele diferir entre una región y otra. Los hongos que se pueden encontrar en el suelo y en el polvo, en los residuos de las cosechas cultivadas y en la yuca y los productos a base de yuca guardados en instalaciones de procesamiento o almacenamiento se asocian habitualmente con contaminación antes y/o después de la cosecha de yuca y productos a base de yuca. La presencia de moho se asocia con regiones que tienen unas condiciones de clima y suelo que permiten el cultivo de yuca tanto a pequeña como a gran escala.
3. La gravedad de la infección y la propagación de hongos antes de la cosecha depende en gran medida de los factores ambientales y climáticos predominantes, que pueden variar de un año a otro o de una región a otra. Además, también depende de la presencia de inóculos y de las prácticas agrícolas. El grado de los daños causados en la cosecha por los roedores, los insectos y otros organismos también influye sobre la gravedad de la contaminación. Las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF) podrían jugar un papel destacado en la reducción de la gravedad. El riesgo de la infección por hongos poscosecha y la producción de micotoxinas en grano almacenado se incrementa con la duración del almacenamiento tal como se indica en el *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en los cereales* (CXC 51-2003).
4. Aunque hay muchos cultivares y especies de yuca, se encuadran en una o dos categorías, concretamente variedades amargas y dulces en función de los niveles de glucósidos cianogénicos. Las variedades amarga y dulce tienen un contenido alto ( $\geq 100$  mg/kg) y bajo ( $\leq 50$  mg/kg) de HCN, respectivamente. Habitualmente, la yuca se procesa y se consume de varias formas que pueden diferir entre unos países y otros. Por regla general, un objetivo del procesamiento de la yuca es reducir su contenido de glucósidos cianogénicos al mínimo nivel posible. Es previsible la presencia intermitente de ciertas micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca destinados a los alimentos y los piensos. Por tanto, es importante monitorizar con diligencia los productos en busca de indicios de las diversas condiciones que promueven la contaminación de hongos y la acumulación de micotoxinas tal como se indica en el *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en los cereales* (CXC 51-2003).
5. Este código de prácticas proporciona información relevante para la consideración de todos los países en sus esfuerzos por prevenir y reducir la contaminación por micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca.
6. La eficacia de este código de prácticas será determinada por las autoridades reguladoras, los agentes de extensión agraria, los agricultores, los productores, la industria alimentaria los distribuidores y los propietarios de empresas del sector de la alimentación en cada país considerando los principios generales y los ejemplos de BPF y BPA facilitados en el código. Otras cosechas locales, el clima y las prácticas agronómicas también se deben examinar para facilitar la implementación de estas prácticas si procede. Se prevé que el código de prácticas se aplique a toda la yuca y productos a base de yuca relevantes para la ingesta de alimentos y la salud humana, así como para el comercio internacional.
7. Este código de prácticas ofrece información sobre principios generales para la reducción de varias micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca y formación y educación para agricultores, jornaleros, industria alimentaria, fabricantes y distribuidores.

#### ÁMBITO DE APLICACIÓN

8. Este código de prácticas tiene como finalidad ofrecer orientación a las autoridades nacionales y locales, agricultores, productores, fabricantes, distribuidores y otros organismos pertinentes para prevenir y reducir las

micotoxinas en la yuca y los productos a base de yuca. Esta guía incluye: (i) buenas prácticas agrícolas, (ii) buenas prácticas de fabricación, buenas prácticas de almacenamiento y buenas prácticas de distribución.

## 2. PRÁCTICAS RECOMENDADAS APLICABLES A LA ETAPA ANTERIOR A LA SIEMBRA

9. Se debe elegir un suelo fértil, ya que este es un aspecto crítico. La opción preferida mayoritariamente es un suelo limoso con buen drenaje. El agricultor debe evitar la siembra en valles para no sufrir riadas. Las riadas pueden transportar el inóculo de los hongos desde un campo infectado. En la medida de lo posible, es vital garantizar una planificación adecuada para la rotación de los cultivos en las sucesivas estaciones. Esto ayudará a reducir el inóculo en el campo que puede originarse a partir de residuos de cosechas con esporas de hongos toxigénicos. Se ha observado que algunas cosechas en particular son susceptibles a determinadas especies de hongos toxigénicos y es necesario monitorizar y evaluar la rotación de cultivos para estas cosechas. En la rotación se deben utilizar cosechas consideradas de baja susceptibilidad a los hongos toxigénicos para reducir la contaminación cruzada de los inóculos.

### 2.1 Limpieza y preparación de la tierra agrícola

10. Tras la selección del terreno, es necesario despejarlo y eliminar correctamente los residuos para evitar la contaminación de las raíces de yuca con inóculos de maleza infectada o de otras cosechas. El suelo se debe descompactar mediante la **labranza con equipos y herramientas agrícolas limpios y adecuados** para reducir el estrés sobre las raíces de yuca, especialmente durante el período de crecimiento, y también para fomentar el desarrollo de unas raíces sanas. Los agricultores deben promover unas buenas prácticas agrícolas (BPA) para evitar la erosión del suelo. En la medida de lo posible se deben realizar test del suelo para determinar si es necesario aplicar fertilizante y/o acondicionadores del suelo para garantizar una nutrición de las plantas y un pH del suelo adecuados para evitar el estrés de las plantas. Esto se debe llevar a cabo bajo la guía de asesores agrícolas.

### 2.2 Fertilizantes orgánicos

11. Se deben añadir durante la labranza para incrementar la fertilidad del suelo o para contrarrestar deficiencias específicas de nutrientes en el mismo. **Las crestas o montículos** deben estar separados por una distancia de entre 0,75 m y 1 m. Esto también debe estar determinado por la práctica agrícola, es decir, si se cultiva la yuca sola o si se planta junto con otras cosechas. En los campos se deben usar residuos orgánicos saludables, como los restos de la poda, las cáscaras y cualquier otro material orgánico que estén libres de infestación de hongos y enfermedades. Si es necesario, los agricultores deben tener acceso a fertilizante homologado.

### 2.3 Selección de la variedad (cultivar) de yuca

12. La selección y el uso de tallos de yuca mejorados, sanos y libres de plagas y enfermedades es importante para obtener un buen rendimiento sin podredumbre. A la hora de seleccionar la variedad de yuca se deben considerar los siguientes aspectos:
- capacidad de germinar, capacidad de almacenarse bien en el suelo, capacidad de resistir a los hongos y a otros patógenos de las plantas;
  - resistencia a plagas y enfermedades;
  - vida útil más larga y alto contenido de almidón;
  - se deben plantar esquejes de yuca que carezcan de hongos toxigénicos.

## 3. PRÁCTICAS RECOMENDADAS APLICABLES A LA SIEMBRA Y LA ETAPA ANTERIOR A LA COSECHA

### 3.1 Plantación

13. Para conseguir una cosecha máxima, se recomienda plantar esquejes de tallo de 25 cm de longitud en un espacio de 1 x 1 metros; no se debe plantar ningún tallo muerto. Sin embargo, los diferentes productores pueden adoptar prácticas ligeramente modificadas en función de la variedad de yuca y la región. A la hora de sembrar esquejes de yuca, el método utilizado depende de las condiciones climáticas y del índice de precipitaciones.
- **La siembra en horizontal implica la colocación de las plantas** a 5-10 cm de profundidad en el suelo en *climas secos*,
  - **La siembra en vertical** implica la colocación de los esquejes en vertical para evitar la pudrición, especialmente *durante la temporada de lluvias*, mientras que

- **La siembra inclinada** implica la colocación de los esquejes a 45 grados y dejando 2 o 3 nodos por encima del suelo. Esto se recomienda en las áreas con el menor índice de precipitaciones. La siembra se debe hacer cuando el calor del sol es mínimo o inexistente, es decir, temprano por la mañana o al anochecer.

14. Evitar la siembra de yuca en tierras donde se haya cultivado maní (cacahuete), maíz, caña de azúcar u otras cosechas altamente susceptibles el año anterior, ya que dichos suelos están probablemente contaminados con *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* y especies relacionadas. Los campesinos deben sembrar durante el mes adecuado según la ubicación geográfica.

### 3.2 Control de maleza

15. El uso de herbicidas post-emergencia se podría recomendar inmediatamente en cuanto se detecta maleza en el campo. En algunos casos, se pueden emplear herbicidas pre-emergencia antes de la siembra a fin de minimizar el crecimiento de la maleza. En los campos pequeños se pueden usar azadones o alfanjes para eliminar la maleza, pero se debe tener cuidado de no provocar daños mecánicos en la planta. Por su parte, en campos a gran escala se puede usar equipamiento mecanizado. Cabe indicar que la preparación de la tierra se debe realizar correctamente para controlar la maleza al menos durante los tres primeros meses para obtener una cosecha óptima.

16. Cierta maleza puede albergar hongos toxigénicos. La maleza también puede incrementar el estrés de las plantas en su competencia por obtener nutrientes durante su desarrollo. Para el control de la maleza se pueden aplicar enfoques tanto manuales como mecánicos, además de usar herbicidas aprobados.

### 3.3 Aplicación de fertilizantes

17. El tipo y la cantidad de fertilizante a utilizar dependen de la variedad de yuca y de la naturaleza del suelo. Se pueden usar fertilizantes en torno a 4-8 semanas tras la siembra y 16 semanas tras la siembra, y se deben aplicar a 6 cm de anchura y a 10 cm de distancia de los tallos o las hojas de la planta de la yuca. Además, es recomendable realizar un test del suelo para determinar el tipo de fertilizante a aplicar.

### 3.4 Uso de plaguicidas

18. Se pueden usar plaguicidas aprobados para minimizar los daños provocados por los insectos y la infección de hongos en la cosecha. Sería posible utilizar modelos climatológicos predictivos para planificar el mejor momento y modalidad para la aplicación de plaguicidas. Garantizar el uso seguro del equipamiento de pulverización. Si es necesario, garantizar el acceso a productos agroquímicos de uso autorizado.

### 3.5 Riego

19. Si se utiliza riego, es necesario cerciorarse de que se aplique con uniformidad y que todas las plantas del terreno reciban un suministro de agua adecuado. El riego es un método valioso para reducir las presiones sobre las plantas en algunas situaciones agrícolas. El exceso de precipitaciones durante la antesis (floración) crea condiciones favorables para la diseminación e infección de *Fusarium spp.*; por lo tanto, debe evitarse aplicar riego durante la antesis y la maduración de las raíces.

## 4. PRÁCTICAS RECOMENDADAS APLICABLES A LA ETAPA DE LA COSECHA

### 4.1 Cosecha mecánica/manual

20. La recolección debe incluir una planificación adecuada en lo que respecta al calendario, la edad de los productos y los métodos a utilizar. La recolección manual suele ser muy laboriosa y costosa. Para que la explotación comercial sea rentable, se informa a los agricultores de que deben considerar el uso de métodos mecánicos. Para evitar la pérdida de calidad y cantidad, la cantidad de raíces que se coseche también debe determinarse en función de las necesidades y la demanda del mercado.

21. Si hay disponibles materiales de procesamiento mecanizados, se recomienda cosechar la yuca inmediatamente en cuanto maduran las raíces. La cosecha manual se realiza levantando la porción inferior del tallo de la planta de la yuca y cortando una parte de forma que quede una pequeña porción en la base de la planta para que sirva como asidero al extraer del suelo la raíz de la yuca. En este sentido, los tallos se conservan para reutilizarlos en la siguiente temporada de siembra o bien para venderlos a otros cultivadores de yuca. Las hojas también sirven como pienso para los animales.

22. La yuca debe cosecharse cuando la tierra esté ligeramente blanda pero no tenga un exceso de agua para eliminar fácilmente la tierra de las raíces y evitar la contaminación durante el pelado.

## 4.2 Herramientas de transporte

23. Los contenedores y los vehículos (p. ej. camiones) que vayan a utilizarse para recoger y transportar las raíces cosechadas desde el campo a las instalaciones para su ulterior procesamiento y hasta las instalaciones de almacenamiento deberán estar limpios, secos y libres de residuos de los cultivos, insectos y formación visible de hongos antes de su utilización y reutilización.

## 4.3 Condiciones de conservación

24. Antes de la etapa de procesamiento, las raíces de yuca no se deben exponer al sol, altas temperaturas, daños mecánicos, etc., ya que las raíces siguen presentando una alta actividad de agua propicia para el desarrollo de microbios. La actividad de agua en esta fase varía entre 0,922 y 0,996. Se debe planificar un flujo continuo desde la cosecha hasta el producto final a fin de que las raíces no estén almacenadas durante un período prolongado. El tiempo ideal es entre 2 y 3 días, y el exceso se debe conducir a una sala de almacenamiento de materia prima adecuada.
25. Los métodos de almacenamiento mejorados para las raíces ayudan a prolongar la vida útil de las raíces frescas entre dos (2) y seis (6) semanas. Otros métodos de almacenamiento, como el uso de bajas temperaturas, pueden combinarse con el tratamiento fungicida o el encerado y son adecuados para la exportación de grandes cantidades de raíces. Los manipuladores de alimentos que puedan permitirse el equipo especializado necesario con los conocimientos técnicos necesarios pueden utilizar métodos de almacenamiento mejorados para conservar las raíces frescas y así protegerlas.

## 5. PRÁCTICAS RECOMENDADAS APLICABLES A LA ETAPA DE POSCOSECHA

### 5.1 Productos a base de yuca

26. Las raíces de yuca se pueden procesar para obtener productos a base de yuca fermentados o no fermentados. Estos productos, que dependen de la región, ofrecen una amplia gama de aplicaciones, incluidos alimentos para el ser humano, piensos para animales, usos industriales como relleno y almidón para ropa, entre otros. Los pasos de procesamiento con los que se llega a estos distintos productos son diversos y se pueden encontrar en el *Código de prácticas para reducir el HCN en la yuca y los productos a base de yuca* (CXC 73-2013). El enfoque en este caso consiste en debatir los distintos pasos individualmente pero no bajo ningún nombre de producto específico. El procesamiento de la yuca debe iniciarse entre 8 y 12 horas después de la cosecha para evitar su deterioro.

#### 5.1.1 Lavado

27. Tras la cosecha, si la raíz de yuca se debe procesar inmediatamente, es necesario lavarla para eliminar la suciedad de la superficie y los microbios adquiridos por el suelo. La fuente de agua es un factor importante que no se debe ignorar. A fin de evitar la contaminación, para el lavado se debe utilizar agua potable o tratar otras fuentes de agua. Un lavado adecuado es vital para asegurar que la arena o el barro se eliminan de todas las partes, especialmente de los contornos de la raíz.

#### 5.1.2 Pelado

28. Las raíces de yuca peladas se deben procesar inmediatamente y no deben almacenarse sin procesar. El pelado se realiza manualmente con un cuchillo o bien con medios mecánicos. Su finalidad es eliminar la porción exterior no comestible de las raíces de yuca. El pelado se debe llevar a cabo en un entorno limpio y no allí donde se hayan almacenado otras cosechas ya que, en ese caso, ejercerán como fuentes de esporas para la yuca.

#### 5.1.3 Hervido

29. Para las raíces de yuca de variedades dulces que se pueden consumir después del pelado o el hervido, se recomienda hervir las raíces inmediatamente después de pelarlas y lavarlas. Esto expondrá a cualquier hongo a temperaturas a las que no puede sobrevivir.

### 5.2 Reducción de tamaño: rallado, despulpado y troceado o astillado

30. En función del tamaño de las raíces que se deben procesar, de las variedades de yuca y del equipamiento disponible, el rallado de las raíces de yuca se puede realizar a mano usando un rallador o bien mecánicamente para producir pulpa. En muchas partes de África, para el rallado manual se usa una lámina de metal perforada. Durante el rallado, los glucósidos cianogénicos se hidrolizan por acción de la enzima linamarasa. La variedad de yuca amarga, que contiene una alta cantidad de cianógenos, se debe rallar. La yuca con alto contenido de cianuro no se debe astillar para producir harina de yuca destinada al consumo humano.

31. El astillado o troceado se realiza cortando la yuca en astillas que se secan y se muelen para obtener harina. Por lo general, se utiliza la variedad de yuca con bajo contenido de cianuro (dulce), mientras que otra variedad puede utilizarse para producir piensos para animales.
32. Si las rajas o las astillas de yuca se secan al nivel del campo o en una instalación de procesamiento, es necesario secarlas en plataformas elevadas y al menos a 100 metros de distancia de fuentes probables de contaminación, como depósitos de residuos o gasolineras. Si se lleva a cabo un secado al sol, debe realizarse sobre esteras de secado de materiales como rafia, palma de aceite u hojas de banano, entre otros, a fin de garantizar buenas prácticas higiénicas.
33. Si las rajas o las astillas se secan artificialmente, los secadores deben limpiarse, así como someterse a un mantenimiento y protegerse de la contaminación por humo y combustible.
34. Las prácticas poco higiénicas en esta etapa pueden servir como fuente de inoculación. El entorno se debe mantener limpio y hay que limpiar y lavar el rallador después de cada uso y almacenarlo adecuadamente en un lugar seco.

### **5.2.1 Fermentación**

35. La fermentación sirve para la ulterior eliminación de cianuro, el desarrollo de sabor y la estabilidad del producto. La fermentación de la yuca para el procesamiento de alimentos tradicional se suele realizar permitiendo que siga un curso natural, aunque se han llevado a cabo ciertas investigaciones de optimización en torno al efecto de cultivos iniciales específicos, si bien el uso de este método no está muy extendido. El saco en el que se va a guardar la pulpa rallada o el contenedor donde se almacena la raíz pelada para permitir una fermentación de 2-5 días deben mantenerse limpios en todo momento, y especialmente deben limpiarse bien antes de usarlos, a fin de garantizar que no se convierten en una fuente natural de inóculo.

### **5.2.2 Extracción del agua**

36. Este proceso implica la eliminación del agua de las raíces de yuca ralladas y habitualmente se realiza mediante prensión. El proceso de extracción del agua puede durar hasta dos días. La extracción del agua se puede realizar antes o después de la fermentación. Esta deshidratación debe ser óptima y se debe tener cuidado para no utilizar materiales de procesamiento contaminados, como sacos, ya que pueden convertirse en fuentes de inoculación de hongos. Se deben usar sacos de grado alimentario. La limpieza y esterilización adecuada de los sacos debe hacerse con frecuencia.

### **5.3 Fragmentación de la pasta/Granulado**

37. El proceso implica introducir la pasta de yuca en un rallador de yuca que la rompe en gránulos. Las pastas húmedas se pueden tamizar para eliminar los grumos. Si no se dispone de un rallador de yuca, en la mayoría de los casos se utiliza un tamiz manual para romper la pasta y tamizar los gránulos al mismo tiempo. El rallador debe estar limpio y los sacos que contienen la pasta o los gránulos no se deben colocar sobre superficies sucias (como suelos). Se deben utilizar contenedores limpios para almacenar los gránulos húmedos y garantizar que no se contamina el producto. Para vaciar las pastas se deben usar sartenes, boles o sacos limpios.

### **5.4 Secado**

38. Esta es una etapa muy importante: la pulpa de la yuca fermentada se suele extender al aire libre para que se seque en condiciones no asépticas, con lo que queda expuesta a insectos y roedores, así como a las impurezas transportadas por el aire. Cualesquiera de estos factores pueden ser fuentes de inoculación de hongos. Por ello, el secado se debe realizar y monitorizar en un entorno controlado. El secado se debe realizar adecuadamente a fin de evitar la humedad. Las cargas microbianas elevadas pueden ser causadas por el uso de superficies y materiales de secado poco limpios, como las sábanas en plataformas elevadas, por lo que hay que tener cuidado con la limpieza de las superficies. Las temperaturas recomendadas deben ser: sol (30-40 °C), secador solar (50-60 °C), secador de gabinete (60-65 °C) y secador flash (120-150 °C). La yuca solo se puede secar al sol durante las estaciones secas. Los gránulos y las astillas deben estar correctamente distribuidos por metro cuadrado de superficie de secado y no amontonarse en exceso a fin de permitir la circulación del aire. Las plataformas de secado se deben elevar para evitar la contaminación por el polvo, los animales y las plagas. Los lotes de gránulos que no se han secado adecuadamente deben distribuirse en una sala bien ventilada hasta que se seque el producto. Los materiales y las superficies de secado deben estar limpios.

### **5.5 Molienda**

39. Este proceso consiste en moler las astillas o gránulos secados hasta obtener una harina fina con un tamaño de partícula de aprox. entre 250 y 500 micras. Hay que tener cuidado para asegurarse de que no se sobrecarga el

molino. Se debe monitorizar el entorno para evitar la contaminación cruzada del polvo. La harina seca se debe almacenar en un contenedor a prueba de humedad.

#### **5.6 Tamizado**

40. El tamiz que se va a usar en los ulteriores pasos de procesamiento debe almacenarse adecuadamente y limpiarse con agua potable antes de usarlo.

#### **5.7 Fritura**

41. La fritura de gari, entre otros productos fermentados a base de yuca, debe realizarse a altas temperaturas y monitorizarse. Esto sirve para inhibir aún más la proliferación de hongos.

### **6. ALMACENAMIENTO**

42. Las instalaciones de almacenamiento se deben limpiar antes de introducir los materiales para eliminar el polvo, las esporas de hongos, los residuos de cosechas, los excrementos de animales y de insectos, la tierra, los insectos, los materiales extraños como piedras, metal y vidrios rotos, así como otras fuentes de contaminación. Los cobertizos, los silos, los graneros y otros materiales de construcción destinados al almacenamiento de yuca y productos a base de yuca deben estar secados y bien ventilados. Deben ofrecer protección frente a las aguas subterráneas, la condensación de la humedad, la lluvia y la entrada de roedores e insectos cuya actividad hace los productos más susceptibles a la infección del moho. Lo ideal es que las áreas de almacenamiento sean capaces de evitar grandes fluctuaciones de temperatura. La temperatura y la humedad se pueden monitorizar y controlar en la medida de lo posible.
43. En los productos de yuca ensacados hay que asegurar que los sacos no sean tóxicos y que estén limpios, secos y apilados en plataformas o incorporar una capa impermeable al agua entre las bolsas y el suelo. Las bolsas deben facilitar la ventilación y ser de materiales no tóxicos y de grado alimentario, que no atraigan insectos o roedores y sean lo suficientemente fuertes para resistir el almacenamiento durante largos períodos de tiempo tal como se indica en el *Código de prácticas para reducir la contaminación por micotoxinas en los cereales* (CXC 51-2003).
44. Determinar el contenido de humedad del lote y, si es necesario, secar el producto hasta el contenido de humedad adecuado recomendado para el almacenamiento. La formación de hongos está estrechamente relacionada con la actividad del agua ( $a_w$ ), comúnmente definida en los alimentos como el agua que no está ligada a las moléculas de estos y que puede contribuir a la proliferación de bacterias, levaduras y hongos. Si bien el contenido de humedad adecuado para la formación de hongos en las distintas cosechas es diferente, la  $a_w$  máxima para evitar el crecimiento de hongos es básicamente la misma. Está reconocido que el crecimiento de hongos se inhibe con una  $a_w$  inferior a 0,70. Además, se puede proporcionar orientación para un almacenamiento inocuo correspondiente a la situación ambiental de cada región.

### **7. ENVASADO**

45. Los productos a base de yuca principalmente en forma de harina o gránulos se pueden almacenar en sacos sellados antes de la distribución y la venta en el mercado. Los envases deben estar hechos de materiales que no absorban fácilmente la humedad cuando se embalen y sellen.

### **8. TRANSPORTE**

46. Los contenedores para el transporte, los vehículos como los camiones y vagones de ferrocarril y las embarcaciones (botes y barcos) deben estar secos y libres de polvo de cosechas antiguas, presencia visible de hongos, olor a humedad, insectos y cualquier material contaminado que pudiera contribuir a los niveles de micotoxinas en los lotes y los cargamentos de yuca y productos a base de yuca. Cuando sea necesario, los contenedores deberán limpiarse y desinfectarse con sustancias adecuadas (que no produzcan olores o sabores desagradables ni contaminen la yuca y los productos a base de yuca) antes de usarlos y volver a utilizarlos, y deben ser adecuados para la carga prevista. El uso de fumigantes o insecticidas registrados puede ser útil. En el momento de la descarga, el contenedor debe vaciarse completamente de toda la carga y limpiarse según corresponda.
47. Las cargas de yuca y productos a base de yuca deberán protegerse de toda humedad adicional mediante el uso de contenedores cubiertos o herméticos o bien de lonas. Reducir al mínimo las fluctuaciones de temperatura y las medidas que puedan ocasionar condensación en la yuca y los productos a base de yuca, que podría propiciar una acumulación local de humedad y la consiguiente formación de hongos y micotoxinas.
48. Hay que evitar infestaciones de insectos, aves y roedores durante el transporte mediante el uso de contenedores resistentes a los insectos y los roedores o de tratamientos químicos repelentes a los insectos y roedores, si están autorizados para el uso al que esté destinada la yuca y los productos a base de yuca.



**9. HIGIENE PERSONAL**

49. Los trabajadores agrícolas, los jornaleros y los agricultores deben estar familiarizados con las medidas higiénicas y las técnicas adecuadas de plantación, cosecha, envasado y almacenamiento para garantizar la calidad de la yuca y los productos a base de yuca. Se deben realizar cursos de formación y de reciclaje para garantizar el cumplimiento de las buenas prácticas. Mantener un registro de las fechas de los cursos. Se debe impartir a la industria alimentaria la formación necesaria sobre higiene de los empleados. Se le debe facilitar al personal ropa de protección. Se deben implantar medidas para monitorizar el estado de salud y las prácticas higiénicas del personal. Mantener registros para hacer un seguimiento de las enfermedades graves y evitar la contaminación cruzada. Facilitar servicios e instalaciones de lavado de manos y ubicarlos en un lugar fácilmente accesible. Separar las áreas para comer, fumar y tomar café o beber cualquier tipo de bebida de las áreas de procesamiento y envasado para evitar cualquier contaminación.

**10. INSTRUCCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y EL USO DE LOS PRODUCTOS**

50. En el envase se deben facilitar instrucciones específicas sobre el almacenamiento de los productos a base de yuca para garantizar la protección frente a condiciones desfavorables que pueden fomentar el crecimiento de hongos y la contaminación. Las instrucciones de almacenamiento y para después de abrir el envase deben redactarse en un lenguaje sencillo y estar bien legibles para mantener el producto en un área fresca, seca y bien ventilada. Los instructores deben concienciar sobre el apilamiento de los productos en áreas de almacenamiento para evitar un incremento de la humedad y la temperatura que fomente el crecimiento de los hongos.

**APÉNDICE II****Lista de participantes**

Presidencia: Nigeria  
 Abimbola Opeyemi Adegboye  
 National Agency for Food and Drug Administration and Control  
 NAFDAC Nigeria

Copresidencia: Ghana  
 Ebenezer Kofi Essel  
 Food and Drugs Authority (FDA)

**AUSTRALIA**

Matthew O Mullane  
 Director de área de normas y vigilancia  
 Food Standards Australian New Zealand  
 Australia

**BRASIL**

Ligia Lindner Schreiner  
 Especialista en regulación sanitaria  
 Brazilian Health Regulatory Agency

Carolina Araújo Viera  
 Especialista en regulación sanitaria  
 Brazilian Health Regulatory Agency

Ana Claudia Marquim Firmo de Araújo  
 Especialista en regulación y monitorización sanitaria  
 Brazilian Health Regulatory Agency

**UNIÓN EUROPEA**

Don Frans VERSTRAETE  
 European Commission

**INDONESIA**

Doña Yusra Egayanti  
 Subdirectora Certain Food Standardization  
 Indonesia Food and Drug Authority

**JAMAICA**

Linnette Peters  
 Directora, Ministry of Health  
 Veterinary Associate Professor Public Health

**KENYA**

George Ooko Abong'  
 Catedrático/Asesor  
 Department of Food Science, Nutrition and  
 Technology University of Nairobi

**REPÚBLICA DE COREA**

Codex Contact Point  
 Ministry of Food and Drug Safety (MFDS)  
 Republic of Korea

Yeji Seong  
 Investigadora del Codex  
 Food Standard Division,  
 Ministry of Food and Drug Safety(MFDS),

Miok Eom  
 Directora científica en jefe  
 Residues and Contaminants Standard Division,  
 Ministry of Food and Drug Safety (MFDS),

**NIGERIA**

Prof. Hussain Makun  
 Director,  
 Africa Centre of Excellence in Mycotoxin and Food  
 Safety  
 Federal University of Technology

Obadina Adewale Olusegun  
 Director de departamento (Food Science and  
 Technology),  
 Federal University of Agriculture Abeokuta

Daniel Ojochenemi Apeh  
 Department of Biochemistry  
 Federal University of Technology

Maimuna Abdulahi Habib  
 Director de coordinación de proyectos  
 FMARD Abuja

Doña Zainab Ojochenemi Towobola  
 Subdirectora (Nutrition & Food Safety)  
 Federal Min of Agriculture and Rural Development  
 FMARD

Doña Amalachukwu Ufondu  
 Directora general de asuntos regulatorios NAFDAC

Doña Victoria Iyabode Oye  
 Directora científica en jefe  
 Quality Assurance and Development  
 FCCPC Abuja

Codex Contact Point  
 SON Nigeria National Codex Committee Secretariat  
 SON Abuja

Doña Mopelola Olubunmi Akeju  
 Directora de FCCPC, Abuja Nigeria  
 Quality Assurance & Development

**PARAGUAY**

Ing. Agr. Mónica Gavilán Giménez  
Especialista en salud pública, nutrición y seguridad  
alimentaria - especialista en poscosecha  
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad  
Nacional de Asunción

Ing. Agr. Dionisia Carballo  
Profesora investigadora  
Department of Research and Toxicology  
Faculty of Agronomic Sciences  
National University of Asunción

**PERÚ**

Javier Aguilar Zapata  
Especialista en seguridad agroalimentaria /  
Coordinador en jefe del Comité de Contaminantes de  
los Alimentos SENASA

Jorge Pastor Miranda  
Especialista en seguridad agroalimentaria /  
Coordinador del Comité de Contaminantes de los  
Alimentos SENASA

Juan Carlos Huiza Trujillo  
Dirección General de Salud Ambiental DIGESA  
Minsa / Perú

**POLONIA**

Codex Contact Point for Poland  
Main Inspectorate  
International Cooperation Department  
Poland

**TAILANDIA**

Chutiwan Jatupornpong  
Directora de normas  
Office of Standard Development  
National Bureau of Agricultural Commodity and Food  
Standards

Doña Korwadee Phonkliang  
Directora de normas  
Office of Standard Development  
National Bureau of Agricultural Commodity and Food  
Standards

**ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

Henry Kim  
Center for Food Safety and Applied Nutrition  
Food and Drug Administration

Anthony Adeuya  
Center for Food Safety and Applied Nutrition  
Food and Drug Administration