

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Organización
Mundial de la Salud

S

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia - Tel: (+39) 06 57051 - Fax: (+39) 06 5705 4593 - E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

Tema 10 del programa

CX/CF 13/7/10

Febrero de 2013

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

Séptima reunión

Moscú, Federación Rusa, 8 - 12 de abril de 2013

ANTEPROYECTO DE NIVELES MÁXIMOS PARA EL ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA YUCA Y PRODUCTOS DE YUCA

Los miembros del Codex y los observadores que deseen presentar observaciones sobre las recomendaciones formuladas en los párrafos 17 a 23 respecto a la revisión o creación de nuevos NM para la yuca y los productos de yuca, y en los párrafos 30 y 31 respecto a los métodos de análisis para la determinación del total de HCN en estos productos, con el fin de determinar cómo continuar con el trabajo para establecer los NM para el contenido de HCN en la yuca y productos de yuca y los métodos analíticos asociados, deberán presentarlas por escrito antes del **25 de marzo de 2013**. Las observaciones deberán dirigirse

a:

Mrs Tanja Åkesson
Codex Contact Point
Ministry of Economic Affairs
P.O. Box 20401
2500 EK The Hague
The Netherlands
Correo electrónico: info@codexalimentarius.nl

con copia para:

Secretaría, Comisión del Codex Alimentarius,
Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas
Alimentarias, Viale delle Terme di Caracalla,
00153 Roma, Italia
Correo electrónico: codex@fao.org

Nota: La información de apoyo presentada en el Apéndice 1, y sus anexos no está sujeta a observaciones.

INFORMACIÓN GENERAL

1. En la tercera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, celebrada en 2009 en Australia, se presentó un documento de debate sobre los glucósidos cianogénicos.¹ El CCCF acordó solicitar al JECFA que volviera a examinar los datos disponibles sobre los glucósidos cianogénicos y prestara asesoramiento sobre las consecuencias para la salud pública de la presencia de glucósidos cianogénicos y sus derivados en los alimentos.² Además, y teniendo en cuenta cualquier evaluación por el JECFA, el CCCF contemplaría la elaboración de un código de prácticas para la producción, elaboración y comercialización de alimentos que puedan contener glucósidos cianogénicos o sus derivados.

2. En su 72ª reunión el JECFA hizo una evaluación de riesgos de los glucósidos cianogénicos en los alimentos.³ Los glucósidos cianogénicos pueden causar una intoxicación aguda en los seres humanos, así como varias enfermedades crónicas asociadas a la producción de yuca insuficientemente elaborada. El JECFA estableció valores sanitarios de referencia para los glucósidos cianogénicos; es decir, una dosis de referencia aguda (DRA) de 0,09 mg/kg de peso corporal, expresada como equivalente del cianuro, y una ingesta diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) de 0,02 mg/kg de peso corporal, como cianuro.

3. Las estimaciones de la exposición alimentaria se hicieron con estimaciones conservadoras (conversión total de los glucósidos cianogénicos en ácido cianhídrico, y sin tener en cuenta de los efectos de la preparación o elaboración de los alimentos en la mayoría de los casos). Se observaron posibles superaciones de las dosis de referencia aguda y subcrónica en algunos grupos de la población.

4. Dados estos posibles efectos para la salud, es importante considerar si los NM presentes en las normas sobre alimentos ofrecen protección y si hay NM garantizados para otros productos. También es conveniente elaborar directrices para reducir las concentraciones de ácido cianhídrico (HCN) en los alimentos.

¹ ALINORM 10/09/32,41 párrs. 105 –108.

² ALINORM 09/32/41 párr. 119, ALINORM 10/33/41, párr. 100, REP11/CF, párr. 92, REP12/CF, párr. 40.

³ http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_966_eng.pdf

5. En la sexta reunión del CCCF se decidió establecer un grupo de trabajo por medios electrónicos, dirigido por Australia y copresidido por Nigeria, para iniciar un nuevo trabajo sobre un código de prácticas y los NM para el ácido cianhídrico en la yuca y productos de yuca, a fin de recoger observaciones en el Trámite 3 y examinarlo en la siguiente reunión, en espera de la aprobación del 35º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius.

6. Con el fin de llevar a cabo esta tarea, el Comité acordó que el grupo de trabajo:

- examinaría los niveles y los NM y del ácido cianhídrico en las normas del Codex para alimentos, con miras a una posible revisión de estos NM y a establecer nuevos NM para otros productos, como las hojuelas de yuca listas para el consumo;
- elaboraría un código de prácticas para reducir la presencia de ácido cianhídrico en la yuca, en el que se traten los aspectos agrícolas y los métodos de elaboración; y
- determinaría los métodos de análisis adecuados para el análisis del ácido cianhídrico en los alimentos.⁴

7. El 35º período de sesiones de la Comisión señaló que el establecimiento de NM para el HCN en la yuca y los productos de yuca se limitaría a la sección sobre contaminantes, para establecer niveles inocuos para esta toxina natural en los productos mencionados. También se observó que las diferentes variedades de yuca contienen diferentes niveles de glucósidos cianogénicos de los que se forma el HCN, por lo tanto, esto debería tenerse en cuenta al establecer los NM.⁵

8. Este trabajo del GTe produjo dos documentos:

- El examen de los niveles de HCN en la yuca dulce y la amarga y los NM para los productos de yuca de las normas del Codex, así como el examen de NM para otros productos de yuca (esto incluye determinar métodos de análisis del HCN en los alimentos) (CX/CF 13/7/10).
- El código de prácticas para reducir el contenido de HCN en la yuca y los productos de yuca (CX/CF 13/7/ 11).

9. La preparación del documento de revisión de los NM fue dirigida por Australia y la del código de prácticas fue dirigida por Nigeria. Los miembros del grupo de trabajo fueron Brasil, Canadá, China, Colombia, la República Dominicana, la Unión Europea (UE), la FAO, los Estados Federados de Micronesia, Fiji, Ghana, Indonesia, International Organization of the Flavor Industry, Jamaica, Japón, Malasia, Nigeria, Nueva Zelanda, Papua Nueva Guinea, las Filipinas, la República de Corea, Samoa, las Islas Salomón, Suriname y Vanuatu (el Apéndice 2 contiene la lista de participantes).

10. El informe completo con la información de apoyo para las conclusiones y las recomendaciones sobre la revisión y/o el establecimiento de nuevos NM para el HCN en la yuca y productos de yuca figura en el Apéndice 1 y sus anexos pertinentes. El examen completo de los métodos de análisis se presenta en el Anexo 5 del Apéndice 1.

Revisión o creación de nuevos NM para el HCN en la yuca y productos de yuca

Conclusiones

11. La actual evaluación de riesgos del JECFA es conservadora porque supone que todo el ácido cianhídrico presente como glucósidos cianogénicos en los alimentos será absorbido por el tracto gastrointestinal y, en algunos casos, se basa en la suposición de que las concentraciones de HCN en los alimentos se encuentra en los niveles que actualmente se utilizan para definir la yuca dulce o en el NM. El JECFA también señaló algunas lagunas importantes de datos que dificultaron la caracterización de riesgos, inclusive datos de presencia en la yuca cruda y la yuca elaborada, y datos de consumo de una variedad más amplia de países.

12. Se suministró una información muy limitada al GTe para actualizar las concentraciones de HCN observadas en la yuca sin elaborar y en los alimentos elaborados de yuca o sobre las pautas de consumo alimentario. En consecuencia, persiste una gran incertidumbre para poder determinar el nivel real de exposición sistémica en la población al ácido cianhídrico.

13. Es posible que la reducción de los NM o establecer nuevos NM no produzca repercusiones reales en las concentraciones efectivas de HCN derivadas de la yuca a las que está expuesta la población. En algunas partes del mundo donde la yuca es un alimento básico, garantizar la seguridad alimentaria puede tener mayor prioridad que establecer niveles para el HCN que, de hecho, pueden no ser de interés para la salud después de la elaboración de la yuca. Este es el caso, en particular, en condiciones de sequía o de hambruna.

14. Es probable que sean más eficaces otras opciones para la gestión del riesgos como, p. ej., la instrucción, la elaboración y la aplicación de un código de prácticas.

15. Es necesario generar datos apropiados para el total de HCN en la yuca y proporcionar información sobre el consumo a fin de poder establecer unos NM adecuados (si es necesario) y prestar asesoramiento para la gestión de riesgos.

16. En las normas para la yuca dulce y la yuca amarga, la harina comestible de yuca y el *gari*, falta congruencia en la expresión de los niveles/NM y descriptores del HCN. En el caso del *gari*, establecer un NM sobre la base del HCN "libre" no refleja el potencial de las cianhidridinas presentes de producir HCN *in vivo*.

⁴ REP12/CF, párr. 165-166.

⁵ REP12/CAC, párr. 140-142 y Apéndice VI.

Recomendaciones

17. Se recomienda utilizar un método común para expresar los NM con relación al HCN producido a partir de glucósidos cianogénicos naturales. El GTe recomienda que el total de HCN se refiera a los glucósidos cianogénicos, las cianhidrinas y el HCN “libre” presentes en los alimentos como se expone en la evaluación más reciente del JECFA, de 2012. Esto requeriría modificar el NM para el *gari* a fin de expresarlo como total de HCN en lugar de ácido cianhídrico libre. Se recomienda que el NM para el *gari* se convierta a un valor que refleje el nivel del total de HCN. Como el JECFA no pudo caracterizar el riesgo por el consumo de *gari*, esta conversión podría ser sobre la base del nivel actual, a la espera de que se produzcan otros datos de consumo y de presencia. El CCCF deberá considerar si el nuevo trabajo se propone sobre el descriptor o si se deberá aplazar hasta que se vuelvan a examinar los NM para otros productos de yuca en una fecha posterior.

18. Actualmente no hay NM para el HCN en la yuca en la *Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y los Piensos* (CODEX STAN 193-1995) (NGCTAP). En cambio, los tipos de la yuca (amarga o dulce) se distinguen por una concentración de HCN de 50 mg/kg en sus respectivas normas. Podría ser conveniente incorporar en la NGCTAP en algún momento NM para el HCN derivado de los glucósidos cianogénicos. Sin embargo, sería más apropiado tomar esta decisión una vez que haya más información disponible para subsanar la falta de datos actual.

19. En la ausencia de un nivel máximo del Codex en la NGCTAP para el ácido cianhídrico para la yuca amarga, la norma para la yuca amarga permite la creación de un aceptable nivel máximo basado en la inocuidad, sobre la base de la legislación nacional del país importador en espera del resultado del trabajo en materia de glucósidos cianogénicos del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. Se recomienda mantener este enfoque hasta que se disponga de más información sobre los efectos de la elaboración y los niveles en productos finales derivados de la yuca amarga.

20. Para la harina de yuca no hay estimaciones disponibles de exposición alimentaria que superen la DRA o la IDTMP, y por lo tanto no hay necesidad de modificar el actual NM.

21. Para otros productos de yuca no se deben elaborar en este momento nuevos NM por prudencia y por la incertidumbre de la evaluación del riesgo y la necesidad de más información sobre las concentraciones de HCN en alimentos a base de yuca.

22. Debería darse prioridad a otras estrategias de gestión de riesgos, en particular la elaboración y aplicación de un código de prácticas (CX/CF 13/7/11). Además se deberían recoger datos una vez aprobado el código de prácticas y evaluar su eficacia antes de que se contemple la creación de nuevos NM. Esto deberá ir acompañado de otras iniciativas de instrucción y difusión comunitaria.

23. Deberá alentarse a los países para que sigan recogiendo datos sobre las concentraciones del total de HCN en la yuca y productos de yuca, métodos de preparación y cantidades de consumo después de la aplicación del código de prácticas. Hacen falta datos sobre la cantidad de yuca y productos de yuca que se consumen y sobre las concentraciones de HCN presentes en los diferentes productos de yuca que se consumen en las diferentes regiones.

Métodos de análisis para determinar la presencia de HCN en la yuca y productos de yuca

Conclusiones

24. Si bien es factible determinar el total de ácido cianhídrico en la yuca mediante la determinación de los diversos compuestos participantes, no se han documentado métodos que cuantifiquen en forma fiable los posibles contribuyentes. Por lo tanto, es preferible que el total de ácido cianhídrico se determine mediante una técnica apropiada que convierta todos los contribuyentes a ácido cianhídrico (hidrólisis ácida o enzimática).

25. La detección espectrofotométrica de los productos de una reacción de cianuro (Guignard o König) o el análisis por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) después de una reacción precolumna parecen ser los métodos más comunes en uso para determinar el total de ácido cianhídrico de materiales vegetales cianogénicos.

26. Es probable que los métodos HPLC sean más específicos y han presentado una buena sensibilidad (p. ej., el límite de cuantificación de 2 mg de HCN/kg normalmente se obtendría por el método estándar de la UE para los piensos).

27. El método del papel con picrato parece ser la mejor opción actual para un método de análisis de “campo” y se creó con este propósito. El método colorimétrico de Untang *et al.* también parece prometedor como instrumento de campo, pero no se ha probado en la yuca. Para los análisis de laboratorio básicos los métodos del papel con picrato o del ácido isonicotínico/ácido barbitúrico parecen ser adecuados. Actualmente la “norma de oro” probablemente sean los métodos cromatográficos de detección del cianuro (p. ej., el método HPLC de la UE para los piensos) debido a la especificidad de la técnica de detección.

28. Hay muy poca información disponible sobre el rendimiento relativo de los diferentes métodos. Se conocen comparaciones que se han llevado a cabo dentro de un único laboratorio. La falta de materiales de referencia y de pruebas de colaboración entre laboratorios obstaculiza la definición del rendimiento del método analítico.

29. Los límites de detección del método publicados indican que la sensibilidad de la prueba es por lo general suficiente para apoyar las normas para la harina de yuca comestible y la yuca dulce, pero la mayoría de los métodos no parecen tener suficiente sensibilidad para el análisis de los niveles de la norma más estricta para el *gari*. El método de HPLC de la UE (Comité Europeo de Normalización (CEN), 2012) y el método modificado del picrato (Bradbury, 2009; Burns *et al.*, 2012) han documentado límites aceptablemente bajos de detección.

Recomendaciones

30. Es posible usar una variedad de métodos analíticos aptos para esta finalidad a fin de determinar los niveles de presencia del total de HCN en la yuca y sus productos.
31. Se requieren más trabajos de validación para los métodos de análisis utilizados para medir el total de HCN.

Apéndice 1

Información de apoyo para el examen de los niveles máximos (NM) de ácido cianhídrico (HCN) en las actuales normas para productos y NM para otros productos**Información general***La yuca*

1. La yuca se originó en América Latina y más tarde se introdujo en Asia y África (FSANZ 2004). La yuca también se conoce por otros nombres comunes: mandioca, casaba y guacamota.
2. La yuca prospera en los climas tropicales y se consume en África, los países Insulares del Pacífico, América del Sur y en algunas regiones de Asia, como Indonesia (Knudsen *et al.* 2005). La yuca se consume en diversas formas: harina, rebanadas de la raíz, raíz rallada (cocida, al vapor o frita), la raíz entera al vapor y perlas de tapioca en budín (Knudsen *et al.* 2005). En muchos países es un cultivo importante de raíces, tanto para la seguridad alimentaria como por su producción comercial (Nambisan, 2011). Puede producir rendimientos razonables en suelos poco fértiles. Además, tiene un período flexible de cosecha y tradicionalmente se ha utilizado como reserva en caso de desastres naturales, como huracanes y sequías. Las actividades postcosecha, comprendidos la molturación y el secado, no son complicados ni requieren de mucho capital y, por lo tanto, se pueden llevar a cabo en la finca o en la aldea (FAO, Programa Regional de Seguridad Alimentaria, 2011). Cada vez participa más en el comercio internacional, en parte debido a la migración de la población de los países donde se trata de un alimento básico a otras partes del mundo donde su uso no es tradicional.
3. Hay un gran número de variedades de yuca, cada una de las cuales cuenta con concentraciones diversas del total de HCN según la altitud y la ubicación geográfica y la temporada y condiciones de producción (Oluwole *et al.* 2007). Se considera arbitrariamente que se trata de yuca dulce o yuca amarga con base en un contenido total de HCN de 50 mg/kg. En condiciones de sequía hay un mayor contenido del total de HCN debido al estrés hídrico (Cardoso *et al.* 2005). Por lo tanto, una variedad considerada “dulce” en determinadas condiciones puede ser “amarga” en otra ubicación geográfica o condiciones climáticas. En la bibliografía están documentados valores de 15 a 400 mg/kg de peso en fresco del total de HCN en las raíces de la yuca (FSANZ 2004), aunque hay informes de niveles todavía más altos (Oluwole *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2005), de acuerdo con la ubicación de los cultivos.

Glucósidos cianogénicos

4. Hay por lo menos 2650 especies de plantas que producen glucósidos cianogénicos (GC) y normalmente una enzima hidrolítica correspondiente (beta glucosidasa). La enzima y los GC se unen cuando interviene en la estructura de la célula de la planta otra descomposición que libera HCN y un aldehído o una cetona (Hosel, 1981; Moller and Seigler, 1999). La liberación de HCN de glucósidos cianogénicos también puede producirse por hidrólisis enzimática de la microflora intestinal (WHO, 1993; EFSA 2004).
5. Los glucósidos cianogénicos presentes en la yuca son la linamarina y, en menor grado, lotaustralina y linostatina.

Riesgos sanitarios de la yuca

6. La toxicidad potencial de un alimento producido a partir de una planta cianogénica depende de la probabilidad de que su preparación produzca una concentración de HCN que sea tóxica para los seres humanos expuestos por el consumo. Si la planta cianogénica no se detoxifica adecuadamente durante la elaboración o preparación de la comida, los GC presentes en los alimentos pueden ser tóxicos en función de la concentración que quede de HCN. Si la planta cianogénica se consume cruda o está poco elaborada, se puede liberar beta glucosidasa que permanece activa hasta que el pH bajo del estómago desactive la enzima, liberando al menos algo de HCN de los GC. Es posible que una parte de la fracción de la enzima se pueda reactivar en el medio alcalino del intestino, liberando más HCN de los GC (WHO, 1993).
7. El principal parámetro toxicológico de la preocupación por una exposición aguda al HCN consiste en la inhibición de la oxidación mitocondrial al apagar el HCN la cadena de transporte de electrones de la membrana interna de la mitocondria (Cheeke, 1989). El ion de cianuro inhibe las enzimas asociadas a la oxidación celular y causa una disminución de la utilización de oxígeno en los tejidos, lo que produce un estado de anoxia histotóxica. Los síntomas clínicos de toxicidad aguda pueden presentarse en pocos minutos, como dolor de cabeza, náuseas, vómitos, mareos, palpitaciones, hipoapnea y disnea, bradicardia, pérdida de conciencia y convulsiones violentas, seguidos de la muerte, de acuerdo a la dosis de HCN (EFSA 2004).
8. La exposición crónica a dosis tóxicas subagudas de HCN puede participar en la patogénesis de ciertas condiciones, incluyendo alteraciones de la función tiroidea en la presencia de la deficiencia de yodo y neuropatías. Los grupos humanos que consumen yuca presentan síntomas oftalmológicos y neurológicos asociados a la exposición al HCN, aunque lo más probable es que también participen otras deficiencias nutricionales o metabólicas que repercuten en el mecanismo de detoxificación del cianuro (p. ej., los aminoácidos que contienen azufre, las deficiencias de vitamina B12, sulfato y zinc).
9. También se examinaron varios estudios epidemiológicos en grupos que consumen yuca, que establecieron una asociación entre la exposición al cianuro y la paraparesia espástica tropical, ataxia ambliopía o neuropatía atáxica tropical y posiblemente el bocio. No obstante, los datos están muy mezclados con otros factores nutricionales y ambientales.

Examen de los glucósidos cianogénicos por el JECFA

10. La 39ª reunión del JECFA examinó los glucósidos cianogénicos y, debido a la escasez de datos, concluyó que no era posible establecer una relación causal definitivamente entre la exposición crónica a los glucósidos cianogénicos y diversas enfermedades en los seres humanos (WHO, 1993). El Comité también concluyó que el consumo de harina de yuca en una concentración de hasta 10 mg/kg de HCN, al igual que en la norma para la harina de yuca comestible (CODEX STAN 176-1989), no se asoció a una toxicidad aguda. La tercera reunión del CCCF, celebrada en 2009, pidió que el JECFA examinara de nuevo los datos disponibles sobre los glucósidos cianogénicos, que prestara asesoramiento sobre las implicaciones para la salud pública de los mismos y de sus derivados y decidiera si era factible y conveniente hacer una evaluación de riesgos.
11. Por lo tanto, la 72ª reunión del JECFA examinó la inocuidad de la exposición alimentaria a los glucósidos cianogénicos a partir de una variedad de alimentos, incluidos la yuca y sus productos. La evaluación actualizada estableció una dosis aguda de referencia para los equivalentes del cianuro derivados de glucósidos cianogénicos de 0,9 mg/kg de pc (equivalente a 0,09 mg/kg de pc como cianuro) y una IDTMP de 0,02 mg/kg de pc para el cianuro (WHO, 2012).
12. Las conclusiones se resumen así:
 - Hubo superación de la DRA en adultos por consumo de yuca cruda, jugo de manzana en el caso de los niños, huesos de albaricoque amargo y hojuelas/crujientes de yuca listos para el consumo.
 - Había posibilidades de superar la IDTMP en los grupos de la población que consumen la yuca como alimento básico y en los que no consumen de esta manera.
 - Todas las estimaciones de la exposición alimentaria crónica basadas en exposiciones a partir de aromatizantes no superaron la IDTMP.
 - Si las hojuelas de yuca listas para el consumo contenían una concentración equivalente al NM recién establecido en Australia y Nueva Zelandia de 10 mg/kg como HCN, sólo se observó una superación marginal de la DRA en los niños. Todas las exposiciones medias por la alimentación estuvieron por debajo de la IDTMP pero las exposiciones del percentil alto de los niños resultó superior a la IDTMP.
 - Aplicar la concentración de 50 mg/kg de HCN a la yuca dulce podría dar lugar a una exposición alimentaria superior a la dosis aguda de referencia por lo menos del doble para la población en general y hasta cuatro veces para los niños, y superar la IDTMP entre 2 y 10 veces, de acuerdo con el grupo de la población evaluado. Estas estimaciones no tienen en cuenta cualquier reducción en la concentración del total de HCN a consecuencia de la preparación o elaboración de los alimentos.
 - Para el NM de 10 mg/kg de HCN para la harina de yuca, no hay estimaciones disponibles de la exposición alimentaria que superen la DRA o la IDTMP.

Normas vigentes del Codex e internacionales

13. Actualmente no hay disposiciones en la *Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y los Piensos* para los niveles de HCN en la yuca y sus productos.
14. La Comisión del Codex Alimentarius ha elaborado y publicado normas para la yuca dulce⁶, la yuca amarga⁷, la harina de yuca comestible⁸ y el *gari*⁹ (un producto obtenido a partir de los tubérculos de la yuca; también se escribe "*garr*"). Los aspectos principales de estas normas son:
 - la yuca dulce se define como un producto crudo que contiene menos de 50 mg/kg de "ácido cianhídrico".
 - la harina de yuca comestible se define como un producto apto para el consumo humano directo y el nivel del "total de ácido cianhídrico" presente en la harina no deberá exceder los 10 mg/kg.
 - para el *gari*, otro producto para consumo humano directo, el "total de ácido cianhídrico" no deberá ser mayor de 2 mg/kg como ácido cianhídrico libre.
 - la norma para la yuca amarga (300-2010) define las variedades amargas de yuca como las que contienen más de 50 mg/kg de cianuros expresados como ácido cianhídrico (sobre la base del peso en fresco). A falta de un nivel máximo del Codex en la NGCTAP (Codex Stan 193-1995) para el ácido cianhídrico en la yuca amarga, se permite la creación de un nivel máximo aceptable basado en la inocuidad, sobre la base de la legislación nacional del país importador, en espera del resultado de los trabajos del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos sobre los glucósidos cianogénicos.

⁶ Norma para la yuca (*mandioca*) (Codex STAN 238-2003).

⁷ Norma para la yuca (*mandioca*) amarga (Codex STAN 300-2010).

⁸ Norma para la harina de yuca comestible (Codex STAN 176-1989).

⁹ Norma para el *gari* (Codex STAN 151-1989).

15. las disposiciones sobre etiquetado en la norma para la yuca dulce establecen que se exponga que la yuca debe pelarse y cocerse completamente antes del consumo.

Los requisitos de etiquetado para la yuca amarga de alertar a los consumidores del riesgo del consumo son:

- la yuca no debe consumirse cruda
 - la yuca deberá pelarse, eliminar la corteza interna, cortarla en trozos, aclarar y cocer totalmente antes del consumo
 - el agua de cocción o de aclarado no deberá consumirse ni usarse para preparar alimentos.
16. En algunos países se han establecido NM para el total de HCN para la yuca y los productos alimentarios de yuca, incluidas las hojuelas o crujientes de yuca listos para el consumo, y estos son para una variedad limitada de sustancias (**Anexo 1**).

Terminología para los glucósidos cianogénicos y el HCN

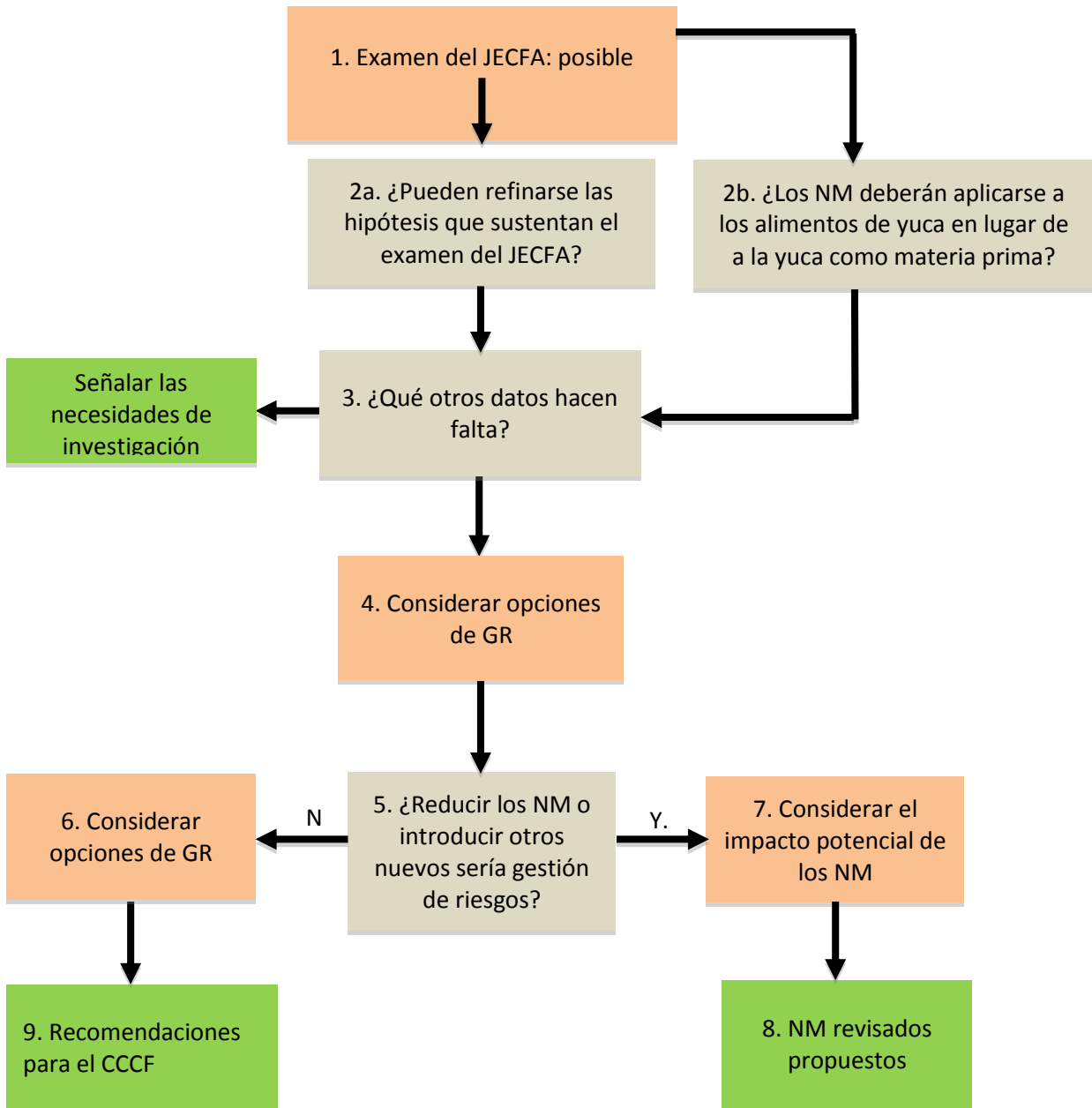
17. El contenido de glucósidos cianogénicos de los alimentos a menudo se documenta en mg/kg de HCN en los alimentos. Esto refleja el contenido “total de ácido cianhídrico” de los alimentos, que a menudo se determina midiendo el HCN producido por hidrólisis enzimática o ácida de los glucósidos cianogénicos y cianhidrinas afines. Algunos textos definen el “total de ácido cianhídrico” como el “potencial cianogénico” de un alimento o como ácido cianhídrico “enlazado” o también como “libre y combinado”.
18. El término “HCN” es el término recomendado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada para el ácido cianhídrico. Las normas para la yuca “dulce” y “amarga” remiten a los niveles de “ácido cianhídrico” presentes en un alimento crudo o “en el peso en fresco”. Sin embargo, otras normas del Codex mencionan el “total de ácido cianhídrico” (harina de yuca comestible) y el “total de ácido cianhídrico” “determinados como ácido cianhídrico libre” (*gan*). Por lo tanto, incluso en las normas del Codex, no parece haber un término que se use sistemáticamente para describir el total de HCN, incluido el ácido cianhídrico de todos los glucósidos cianogénicos.
19. En la evaluación más reciente del JECFA, el total de HCN se tomó como todos los glucósidos cianogénicos, cianhidrinas y HCN “libre” presentes en los alimentos (WHO, 2012).

Ámbito de acción

20. Este informe sólo presenta un examen de la yuca y los productos de yuca y no de otros alimentos en los que se puede producir ácido cianhídrico, y de los que el JECFA haya indicado que pueden repercutir en la salud humana.

Método de examen de los niveles máximos

21. El gráfico que figura a continuación indica la lógica seguida por el GTe para determinar si era necesario modificar los NM o especificarlos para los alimentos de yuca. A continuación se expone cada paso.



Paso 1: Examen del JECFA:

22. Los métodos adoptados por el JECFA para la evaluación alimentaria se resumen en el **Anexo 2**. Con base en los limitados datos disponibles el JECFA concluyó que podrían superarse los valores sanitarios agudo y crónico de referencia en la población si se supone una conversión completa de los GC a HCN y para algunas estimaciones, basadas en la yuca cruda sin niveles de reducción del HCN debido a la elaboración de los alimentos. Además, se estimó que la DRA y la IDTMP serían marginalmente superiores en los niños con un percentil alto de exposición alimentaria a las hojuelas de yuca listas para el consumo. No se observó superación por el consumo de harina de yuca. El JECFA señaló que las estimaciones más detalladas del consumo de yuca y harina de yuca y de las concentraciones en los alimentos de las comunidades que consumen yuca, ayudarían a sustentar la conclusión de que las exposiciones alimentarias al total de HCN podrían superar los valores sanitarios de referencia.

Hipótesis relacionadas con las concentraciones presentes en los alimentos

23. Los datos utilizados para estimar las exposiciones nacionales al HCN se basan en datos limitados y pueden sobrestimar el riesgo ya que en algunos casos, son datos viejos y anteriores a la introducción de los NM actuales y de las medidas adoptadas para reducir las concentraciones de HCN en la materia prima y en los alimentos elaborados. Por lo tanto, los datos podrían no reflejar los niveles actuales presentes en algunos alimentos. Por ejemplo, los datos de Australia contienen los niveles de HCN que aportaban las hojuelas de yuca antes de la aplicación de un NM para estos productos.
24. Como los datos disponibles sobre la presencia de HCN en la yuca y sus productos no se consideraron apropiados para determinar las estimaciones internacionales de exposición aguda y crónica al HCN, estas estimaciones se basan en el nivel de la yuca dulce y el NM para la harina de yuca. El **Anexo 3** contiene información sobre las concentraciones de HCN en la yuca cruda y en alimentos elaborados de diferentes regiones. A pesar de la actual escasez de datos se ha demostrado que la elaboración de la yuca, incluso las variedades con un alto contenido de HCN, pueden producir concentraciones bajas de HCN en el producto final (p. ej., el *baton de manioc* y el *fufu* en Camerún, el producto fermentado *akyeke* en Ghana).

Hipótesis relativas a la exposición alimentaria

25. Los datos de la exposición alimentaria utilizados por el JECFA se basaron en los datos enviados por Australia y Nueva Zelanda, y en la bibliografía. Hay datos disponibles en pocos países y no son representativos de todos los países donde los productos de yuca forma una parte considerable de la alimentación. Se usó el total de HCN y esto representa un análisis conservador, ya que no todos los glucósidos cianogénicos presentes en el material vegetal se mantendrán después de su elaboración o se convertirán en HCN *in vivo*. Debido a la falta de datos de presencia en algunos alimentos y de datos adecuados sobre las concentraciones para los alimentos elaborados, así como a la ausencia de información sobre el consumo, no se hicieron estimaciones internacionales de la exposición alimentaria crónica y aguda.
26. En su lugar, se calculó la exposición aguda en base a los datos de consumo de porciones grandes de la OMS (percentil 97,5), suponiendo una concentración de HCN de 50 mg/kg en la yuca. Gran parte de los datos de consumo se basan sólo en las materias primas. Esto se tradujo en una estimación de 150 µg/kg pc/día para la población en general y de 330 µg/kg pc/día para los niños y, por lo tanto, se supera la dosis aguda de referencia de 90 µg/kg pc.
27. La exposición alimentaria crónica se basa en los grupos de consumo de alimentos del SIMUVIMA/Alimentos para la yuca y con la hipótesis de un NM de 50 mg/kg en los alimentos que se consumen. Para la alimentación de los grupos A, I, J y K (que incluye principalmente países africanos y sudamericanos) se estimó la superación del valor sanitario de referencia. Sin embargo, no se estimó superación para otros grupos con bajos niveles de consumo (G, H, L, M). Algunos grupos no presentan consumo de yuca o harina de yuca, por lo tanto, no se incluyeron en la evaluación (grupos B, C, D, E y F).
28. Algunas estimaciones de la exposición alimentaria utilizan datos específicos por países para el consumo de yuca. El consumo de *cossettes* (raíz de yuca elaborada) en la República Democrática del Congo con concentraciones analizadas mostraron que podía superarse la IDTMP. En Australia y Nueva Zelanda, las cantidades de consumo de yuca cocida u horneada con concentraciones analizadas en el tubérculo crudo, y otros alimentos incluidos en la evaluación revelaron que se podía superar tanto el valor sanitario de referencia agudo como el crónico.

Paso 2a: Refinamiento de los supuestos

Conversión del total de GC en los alimentos a HCN en el sistema digestivo

29. La hipótesis de que el contenido del total de HCN de un alimento se convertirá en HCN libre en el sistema digestivo puede sobrestimar el riesgo. La dosis aguda de referencia se basó en un estudio de toxicidad del desarrollo que suministró linamarina por sonda. La dosis aguda de referencia para la linamarina se convirtió a una dosis equivalente de cianuro. La IDTMP se basó en el suministro de cianuro de sodio en agua potable. En este último caso un valor basado en el cianuro de sodio puede sobrestimar el riesgo por el consumo de alimentos con GC o cianhidrinas ya que se pueden presentar diferentes niveles de conversión *in vivo*. Como señaló el JECFA, los resultados de la exposición alimentaria basados en el total de HCN representan la peor de las hipótesis. El JECFA documentó tres estudios en seres humanos expuestos a linamarinas (HCN). Tras el consumo de raíz de yuca, el 28% de la linamarina ingerida se eliminó sin metabolizarse. En un segundo estudio, el 13% del contenido de cianuro presente en el *gari* se absorbe en el tracto gastrointestinal. Y en un tercer estudio, donde se consumieron unas gachas de yuca (*ugali*), aproximadamente del 21% al 23% de la linamarina ingerida se excretó intacta en la orina, principalmente en las primeras 24 horas. Con base en los limitados datos disponibles, el JECFA manifestó en su resumen que entre el 8% y el 32% de la dosis de glucósidos cianogénicos fue absorbida y eliminada sin metabolizarse (sobre la base de los estudios de una gama de GC que contienen los alimentos y no sólo la yuca). La fracción residual no absorbido de GC se puede convertir a través de microorganismos para producir HCN al final. No parece haber datos sobre la medida en que se produce esta conversión con diferentes alimentos derivados de la yuca.

Más información sobre las concentraciones en los alimentos

30. Para ver si las hipótesis que sustentan la evaluación del JECFA se pueden perfeccionar, el GTe investigó si había información adicional disponible sobre las concentraciones en los alimentos elaborados y examinó los efectos de la elaboración.

31. El Anexo 3 contiene la información sobre las concentraciones en diferentes alimentos, tal como la documenta el JECFA, junto con información adicional de Brasil, las Islas del Pacífico y las Filipinas. Una comparación de esta recopilación con la de los alimentos derivados de yuca que se consumen internacionalmente indica que hay lagunas de algunos productos, p.ej., la pasta de yuca, el *gethak*, el *growol*, *tape*, *tiwul*, *ugali*. Dentro de los grupos de categorías hay variaciones muy grandes, p.ej., de los productos derivados de las hojas de la yuca. Además, cuando hay valores documentados de los alimentos que se consumen en diferentes partes del mundo no representan grandes áreas geográficas y, por lo tanto, factores críticos como las diferentes materias primas y la elaboración, para que los valores se utilicen más en general.
32. La conclusión del JECFA se basó en parte en algunas estimaciones de la exposición alimentaria a partir del supuesto de que los alimentos que se consumen contenían HCN en el NM de las normas del Codex. Sobre la base de la superación señalada de la dosis aguda de referencia para los niños respecto a la yuca, calculada con la porción grande de consumo de la OMS, la elaboración tendría que reducir el nivel de HCN aproximadamente cuatro veces para reducir la exposición de los grandes consumidores de yuca por debajo de los valores sanitarios de referencia pertinentes.
33. El GTe examinó distintos métodos de elaboración de alimentos de la yuca y la base de pruebas para la reducción de las concentraciones (**Anexo 4**). No se examinó más la harina ya que el JECFA señaló que no había riesgo de que se superara el valor sanitario de referencia si se respetaba el NM del Codex de 10 mg/kg.

Más información sobre el consumo de productos de yuca

34. Para la evaluación del JECFA basada en los grupos de consumo de alimentos, los datos de consumo se basan en los alimentos disponibles para el consumo (es decir, toda la producción interna, menos las exportaciones, incluidas las importaciones), y no en lo que se consume realmente, por lo tanto, podrían dar lugar a una sobrestimación de la exposición alimentaria. La cantidad más alta de consumo en un grupo fue de alrededor de 280 gramos por día (un poco más de una taza de medición métrica). Aunque el consumo real fuera la mitad del nivel en la alimentación de los grupos, no dejaría de superar los valores sanitarios de referencia para los cuatro grupos arriba indicados si la concentración de HCN estuviera en el NM.
35. El GTe no obtuvo información adicional sobre las pautas de consumo que pudiera utilizarse para refinar la estimaciones de la exposición alimentaria, con excepción de algunas informaciones de Brasil.
36. En relación con la exposición alimentaria aguda, el Brasil declaró que un gran consumidor ingeriría alrededor de 500 gramos de yuca al día. Con una concentración de HCN de 50 mg/kg, esto se traduciría en una exposición alimentaria aguda 4,5 veces más alta que la DRA. En este nivel de consumo, la concentración de HCN en los alimentos que se consumen tendría que ser de 10 mg HCN/kg o menos para que la exposición se mantuviera por debajo de la dosis aguda de referencia. Este nivel de consumo es superior al de la porción grande de la OMS utilizado en la evaluación del JECFA de alrededor de 180 gramos/día para los adultos, que también indicó una superación de la DRA cuando se utilizan el NM de 50 mg/kg.
37. En relación con la exposición alimentaria crónica, el Brasil presentó datos que indican que en las ciudades el consumo de yuca es de 5,0 gramos/día y 11,6 gramos/día en las zonas rurales (se supone que por persona por día, no por consumidor por día). El grupo de consumo de alimentos al que pertenece el Brasil presentó un nivel de consumo de 57,7 gramos por día para la yuca basado específicamente en los alimentos disponibles para el consumo. Como se indicó arriba, esto representaría una sobrestimación del consumo real. Sobre la base de los nuevos datos presentados y una concentración de 50 mg/kg en la yuca, no superarían la IDTMP la población urbana ni la de las zonas rurales.

Paso 2b: Conveniencia de aplicar NM al producto (tubérculos de yuca)

38. Actualmente los niveles del Codex y los NM se aplican a los tubérculos de yuca y a dos productos derivados del mismo: la harina y el *gari*. Los tipos de productos que se consumen en distintas regiones varían considerablemente.
39. Los métodos de preparación de los alimentos son diferentes y por lo tanto los niveles de HCN en los alimentos finales también variarán. Por lo tanto es necesario considerar si el control de los NM debe aplicarse a los productos básicos o a alimentos genéricos, de acuerdo a la elaboración. El Codex establece los NM para proteger la inocuidad para las personas y también para aplicar normas comunes a mercancías que son objeto de comercio internacional. Por lo tanto, el examen de la necesidad de establecer NM deberá tener en cuenta cuáles alimentos elaborados participan en el comercio, además del comercio de yuca en bruto. El Cuadro 1 reúne información sobre los tipos de productos de yuca y su distribución y uso en el comercio.

Cuadro 1: Tipos y distribución de los productos de yuca

Tipo de producto	Participa en el comercio internacional	País/región	Descripción
Tubérculos (raíces) de yuca (dulce)	No	Australia República Centroafricana República Democrática del Congo Fiji Indonesia Malawi Mozambique Nigeria Tonga Vanuatu	Variedades de raíces de yuca que contienen menos de 50 mg por kg de HCN (base del peso en fresco).
Tubérculos (raíces) de yuca (amarga)	No	República Centroafricana República Democrática del Congo Fiji Mozambique Nigeria República Unida de Tanzania Malawi Tonga Vanuatu	Las variedades amargas de yuca son aquellas que contienen más de 50 mg/kg pero menos de 200 mg/kg de HCN (base del peso en fresco).
Hojas de yuca p. ej., <i>pondu</i>	No	Brasil República Democrática del Congo	Las hojas de yuca se pueden consumir como verdura fresca, molerse en fresco y congelarse en bolsas de plástico, o secarse y molerse para la venta en bolsas de plástico. Las hojas son más equilibradas desde el punto de vista nutricional que las raíces y pueden ayudar a prevenir ciertas enfermedades carenciales. Sin embargo, las hojas pueden presentar un contenido elevado de HCN, mismo que se puede reducir a niveles inocuos en la mayoría de los casos cuando el líquido se exprime y se elimina después de molerlas, así como a través de la evaporación durante la cocción.
Yuca (raíces secas) p. ej., <i>Gaplek</i>	Sí	Indonesia	La raíz seca de la yuca se almacena y comercializa como hojuelas, bolas y harina. Las hojuelas y las bolas se muelen para obtener harinas en un mortero en la preparación de las harinas. Hay dos tipos generales de raíces seca de yuca: fermentadas y sin fermentar.
Harina de yuca <i>Farinha</i> <i>Garri</i> <i>Casabe</i>	Sí	Brasil República Democrática del Congo Mozambique República Unida de Tanzania Vanuatu	La harina comestible de yuca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) es el producto preparado con hojuelas o pasta de yuca mediante un proceso de trituración, seguido de cribado para separar la fibra de la harina. En el caso de la harina de yuca comestible preparada con la yuca amarga (<i>Manihot utilissima Pohl</i>), la detoxificación se hace remojando los tubérculos en agua por varios días, antes de dejarlos secar enteros o triturados (en pasta) o en trozos pequeños. Harina tostada (Brasil) Harina tostada (África occidental) Pan plano (Caribe)

Tipo de producto	Participa en el comercio internacional	País/región	Descripción
Hojuelas de yuca	Sí	Australia Nueva Zelandia Fiji Indonesia Filipinas	<p>Representados como bocadillos aptos para el consumo en el mismo estado en que se venden, es decir, sin más elaboración y listos para su consumo inmediato. Estos alimentos a menudo se presentan como “hojuelas”, “crujientes”, “saladitas”, “galletas vegetales” o con otros nombres de aperitivos.</p> <p>Las hojuelas de yuca se denominan “<i>keripik</i>” mientras que las galletas de yuca se llaman “<i>krupuk</i>” en Indonesia.</p> <p>Las hojuelas de yuca se pueden hacer de rebanadas de yuca o por extrusión, que pueden repercutir en las concentraciones de HCN en el producto final.</p>
Pasta de yuca (p. ej., <i>chickwangu</i>)	Posible	República Democrática del Congo	<p>Pastas sin cocer y al vapor. Para preparar la pasta sin cocer, se remojan las raíces en agua de tres a cinco días, tiempo durante el cual se ablandan y fermentan. Las raíces remojadas se trituran manualmente y se ciernen sacudiéndolas en una cesta metida en un saco bajo el agua, con lo que se separan la pulpa en la bolsa y la fibra se recoge en la cesta.</p> <p>La pasta al vapor es un producto que se puede almacenar o comercializar en la presentación al vapor. Para preparar la pasta, se retira la fibra manualmente de las raíces fermentadas por remojo en agua. Las raíces se apilan a continuación para proseguir su fermentación. La pulpa se muele con una piedra o en un mortero. La pulpa fina que se obtiene se envuelve firmemente en hojas y se cuece al vapor.</p>
Almidón de yuca	No	Indonesia	<p>El almidón de yuca se utiliza directamente en diferentes maneras o como materia prima para elaboración. Las características especiales del almidón de yuca son su viscosidad, resistencia a la cizalladura y resistencia a la congelación.</p> <p>Las principales clases de productos a base de almidón son:</p> <ul style="list-style-type: none"> I) almidón sin modificar o nativo; II) almidones modificados (físicos, químicos, biológicos) para fines industriales; III) edulcorantes, incluidos jarabes de alto contenido de fructosa, glucosa (dextrina, glutamato monosódico, productos farmacéuticos, etc.).
Yuca (congelada) para freír	Sí	Brasil	Las raíces de yuca dulce sin cáscara congeladas y precocidas como necesario tratamiento térmico previo al consumo
<i>Attieke</i>	No		Yuca al vapor
<i>Akyeke</i>	No	Ghana	Producto fermentado, al vapor
<i>Baton</i> de yuca	No	Camerún	Se hace con los tubérculos de la yuca. Una vez cosechados los tubérculos, se remojan en agua, se hierven, se trituran, se envuelven en hojas y, a continuación, se cuecen al vapor.

Tipo de producto	Participa en el comercio internacional	País/región	Descripción
<i>Bila</i>	No	Fiji	Palos de yuca pelada y cortada en cuadros, remojados en agua durante 3 días. Después de machan, se secan, se mezclan con azúcar y coco, se envuelven en una hoja y se hierven.
<i>Cossettes</i>	No	República Democrática del Congo	Los tubérculos de yuca amarga (enteros) se remojan y fermentan durante tres días y después se secan al sol.
<i>Fufu</i>	No	Camerún Nigeria	Una pasta hecha de raíces cocidas y fermentadas o harina
<i>Gari</i>	No	Nigeria	El <i>gari</i> es el producto terminado que se obtiene mediante la elaboración industrial de tubérculos de yuca. El tratamiento consiste en pelar, lavar y rallar los tubérculos. La pasta que se obtiene se pone en un saco poroso y se oprime con un objeto pesado durante tres o cuatro días para exprimir la pulpa mientras se fermenta. La masa resultante sin agua y fermentada se pulveriza y cierne, y la pulpa fina semiseca que se obtiene se tuesta en una sartén. El <i>gari</i> se presenta como harinas de gránulos de diversos tamaños.
<i>Gethuk</i>	No	Indonesia	Aperitivo de Indonesia elaborado con yuca pelada y cocida al vapor o hervida. Después de cocerse al vapor, se muele y pule con azúcar.
<i>Growol</i>	No	Indonesia	Alimento de yuca tradicional de Indonesia. La raíz fresca y pelada de la yuca se remoja en agua de tres a cinco días, y se exprime para reducir su contenido de humedad. A continuación, se cuece al vapor para que esté "lista para el consumo"
<i>Ljapu</i>	No	Nigeria	Rebanadas de yuca
<i>Maniçoba</i>	No	Brasil	Hojas de yuca molidas y cocidas durante una semana aproximadamente para reducir el contenido de HCN hasta concentraciones inocuas.
<i>Makopa</i>	No	República Unida de Tanzania	Trozos de tubérculos secados al sol
<i>Mocaf</i> (Harina de yuca modificada)	No	Indonesia	Las raíces de yuca frescas se pelan, se lavan y desmenuzan. A continuación se remoja la yuca y se añade un inóculo de bacterias de ácido láctico (a temperatura ambiente por 12 horas). Se retira el agua, se exprime la yuca, se seca, se muele y se cierne.
<i>Multimistura</i>	No	Brasil	Se compone de 5% de hojas de yuca, salvado de trigo y arroz, harinas de maíz y de trigo y otros ingredientes.
Tapioca	Sí	Brasil Nigeria	La yuca se ralla y se coloca en agua, se exprime y se amasa para que libere el almidón. Se deja asentar el almidón en el fondo del recipiente y se escurre el agua. La operación se repite muchas veces para preparar un producto de alta calidad. El almidón húmedo se extiende en una sartén y se tuesta igual que el <i>gari</i> , para formar un producto de gránulos gruesos.
<i>Tape</i>	No		Yuca fermentada con un sabor agridulce y un gusto ligeramente alcohólico. Las raíces de la yuca se pelan, se cortan en trozos, se lavan, se cuecen bien al vapor y se dejan enfriar. Tradicionalmente, las raíces cocidas de la yuca se colocan en capas en canastas de bambú y se cubren con hojas de banano. Entonces se rocía el inóculo (<i>ragi tape</i>) en cada capa.

Tipo de producto	Participa en el comercio internacional	País/región	Descripción
			La inoculación se hace a 30°C durante de 48 a 72 horas. Durante la fermentación, las raíces de yuca se suavizan y desarrollan un sabor agrídulce ligeramente alcohólico. El producto, que es un poco jugoso, se puede consumir de inmediato.
<i>Tiwul</i>	No	Indonesia	Alimento tradicional de Java, Indonesia, elaborado de harina de raíz seca de yuca (tapioca). Se añade agua y se cuece al vapor durante 20 o 30 minutos.
<i>Tucupi</i>	No	Brasil	Producto líquido de una fermentación de masa de yuca amarga exprimida.
<i>Ugali</i>	No	República Unida de Tanzania	Gachas de yuca
<i>Vakalavalava</i>	No	Fiji	Yuca rallada envuelta en hojas y hervida u horneada.

40. El examen de la variedad de productos de la yuca y de los que participan en el comercio internacional indica que las raíces secas, las hojuelas de yuca, la yuca congelada, la tapioca y posiblemente la pasta de yuca participan en el comercio internacional. Se observa que no hay NM para muchos de estos productos. El *gari* tiene una distribución limitada y no participa en el comercio internacional, pero este producto tiene una norma. El GTe no pudo establecer la lógica de la creación de esta norma aunque aparentemente se creó como norma regional para afrontar cuestiones sanitarias y de inocuidad locales. En diferentes países se consume una serie de productos como la harina, pero las normas del Codex no cubren estos productos y el JECFA no pudo caracterizar los riesgos del consumo de esos productos por falta de datos sobre el consumo y de datos sobre las concentraciones presentes en los alimentos.
41. Podría ser posible controlar el riesgo de la presencia de concentraciones inaceptablemente altas de HCN en diferentes tipos de productos adoptando la hipótesis más pesimista, y establecer los NM más conservadores en la materia prima. Sin embargo otro enfoque sería establecer diferentes NM para distintos productos alimenticios. Este es el enfoque que se ha tomado hasta la fecha en las normas del Codex para el *gari* y la harina. Este enfoque tiene la ventaja de proporcionar una medición más pertinente para reducir el riesgo que un enfoque basado en la materia prima. Sin embargo, una consideración adicional es que la concentración del total de HCN en un producto alimenticio no refleja necesariamente su toxicidad relativa ya que esto depende de la composición, es decir si el HCN está presente como GC o como cianhidrinas, ya que pueden tener diferentes posibilidades de producir HCN en el intestino. En el caso del *gari*, la mayor concentración de cianhidrinas, con la consiguiente producción más elevada de HCN *in vivo* (WHO, 2012), justifica el nivel más bajo.
42. El JECFA examinó el efecto de la elaboración en el total de HCN en la harina. Basado en una reducción del 97% del total de HCN que puede obtenerse con la elaboración más eficiente (trituración y secado al sol) se llegó a la conclusión de que las concentraciones de HCN presentes en la fuente, la raíz de yuca, que eran mucho más elevadas que las especificadas en la norma para la yuca dulce (es decir 330 mg/kg), no se traducirían en una superación del NM de 10 mg/kg en la harina de yuca. Esto indica, por lo tanto, que asegurar o promover una elaboración eficiente de los alimentos podría ser una medida más eficaz de gestión de riesgos que establecer nuevos NM.

Paso 3: ¿Qué otros datos hacen falta?

43. El JECFA señaló una serie de lagunas de datos en su evaluación de riesgos, lo que confirmó el GTe, en particular:
- falta de información sobre la cantidad de yuca que se consume
 - la concentración de HCN que produce efectos negativos en la salud de los grupos de la población expuestos
 - el metabolismo de los glucósidos cianogénicos de diferentes productos para perfeccionar la hipótesis de que todo el cianuro está disponible para absorción
 - las concentraciones del total de HCN en diferentes alimentos
 - cómo contribuyen los factores nutricionales, en última instancia, a las enfermedades humanas observadas en las poblaciones con una alimentación que consiste principalmente de yuca mal elaborada, lo que supone una alta exposición al cianuro

Paso 4: Opciones de gestión de riesgos

44. La revisión de los NM podría justificarse si las estimaciones de la exposición al HCN en los alimentos, teniendo en cuenta además la información sobre los efectos de la elaboración o las concentraciones observadas en diferentes alimentos en regiones diversas, confirma que existe un riesgo por el consumo de productos de yuca. Además, la adopción de esta opción requiere pruebas de que los NM para la yuca cruda son el punto crítico de control de la exposición al HCN para los seres humanos
45. De otra manera, se podría considerar la eficacia de otras opciones distintas de modificar las normas del Codex, como:
 - elaborar, aplicar y evaluar la eficacia de un código de prácticas para reducir las concentraciones a fin de atenuar el riesgo de superar los valores sanitarios de referencia.
 - instruir a los grupos vulnerables de la población en la elaboración y las prácticas agrícolas que pueden reducir las concentraciones de HCN.
 - conservar los NM vigentes y promover la elaboración de NM específicos en determinadas regiones, que tengan en cuenta las concentraciones presentes en el producto crudo y los productos específicos de yuca que se consumen.

Paso 5: Evaluación de la reducción de los NM o introducción de nuevos NM

46. La eficacia de reducir los NM se puede valorar observando la proporción de muestras de los datos analíticos que se retiran si se reducen los NM, a continuación se estima la exposición alimentaria con base en la media derivada de nuevo u otro valor que represente las concentraciones para evaluar las repercusiones sanitarias. Sin embargo, no hay datos disponibles sobre la distribución de los GC que permitan al JECFA hacer ese tipo de análisis. Sólo se podrían hacer otros cálculos deterministas más simples, que no son extensos debido a los escasos datos de consumo de diferentes productos. Además parece que existen algunas pruebas de que incluso los NM actuales no se están respetando en algunos casos. Establecer NM a partir de la yuca cruda podría no ser un punto de control adecuado, dada la importancia de la elaboración para reducir las concentraciones y la variabilidad de las concentraciones de HCN presentes en los distintos tipos de productos. Está demostrado que algunos productos se pueden producir de tubérculos de yuca por encima del nivel actual para la yuca dulce, con concentraciones del total de HCN que no plantean riesgos para la salud. Es más, el GTe estuvo de acuerdo con la evaluación del JECFA respecto a la incertidumbre de la evaluación de riesgos debido a la escasez de datos. Por estos factores, en esta etapa, reducir los NM o establecer otros nuevos no parece ser una medida apropiada de gestión de riesgos.

Paso 6: Evaluación de otras opciones de gestión de riesgos

47. A falta de NM de aplicación general, los distintos países o regiones podrían considerar la posibilidad de establecer niveles sobre la base de los diferentes tipos de alimentos. Estas normas serían pertinentes para a sus tipos de alimentos y sus pautas de consumo. Este es el sistema adoptado hasta la fecha por Australia y Nueva Zelandia (aperitivos crujientes de yuca); Brasil (*multimistura*), Indonesia (*mocaf*) y Filipinas (hojuelas y gránulos).
48. Parece haber suficiente información para elaborar un código de prácticas que, si se aplica, podría conducir a una reducción de la exposición al HCN (véase el Apéndice 2). Esta parecería la medida de gestión de riesgos más conveniente en estos momentos.
49. Además, se ha visto que las actividades de instrucción pueden ser una medida eficaz (Bradbury *et al.*, 2010; Mlingi *et al.*, 2010).
50. Se requiere investigación adicional para generar más datos sobre las concentraciones en los alimentos y el consumo finales para permitir evaluaciones más realistas de riesgos y su posterior examen por el JECFA.

Paso 7: Análisis de los efectos

51. Si se revisan los NM o se proponen NM nuevos, entonces sería necesario hacer una evaluación de sus efectos en la salud humana, en particular donde se eliminarían las superaciones de los valores de referencia sanitaria a consecuencia del cambio. Además, en reconocimiento de la importancia de la yuca como alimento básico en muchos países y, por consiguiente, de su importancia para la seguridad alimentaria y el comercio en los países en desarrollo, los efectos potenciales de nuevos NM en la disponibilidad y el comercio de alimentos también tendría que afrontarse. En vista de la consideración de que modificar los NM no es la medida de gestión de riesgos preferida, no se ha hecho un análisis de los efectos. Sin embargo, se señala que por la importancia de la yuca como alimento básico en épocas de sequía y de escasez de alimentos, es probable que los NM sean una medida de control eficaz en momentos de crisis.

Paso 8: Nuevos NM

52. Sobre la base de las consideraciones anteriores, no se justifica por ahora la elaboración de NM.

BIBLIOGRAFÍA

- Adindu, Olayemi and Nze-Dike (2003). Cyanogenic potential of some cassava products in Port Harcourt markets in Nigeria. *Journal of food Composition and Analysis*, 16:21-24.
- Agbor-Egbe and Lupe Mbome (2006). The effects of processing techniques in reducing cyanogen levels during production of some Cameroonian cassava foods. *Journal of food Composition and Analysis*, 16:214. 354-363.
- Agostini, M. R. (2006). Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar. Botucatu – SP: Universidade Estadual Paulista (Master thesis), <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0146.pdf>
- Alonso-Amelot ME, Oliveros A. (2000) A method for the practical quantification and kinetic evaluation of cyanogenesis in plant material. Application to *Pteridium aquilinum* and *Passiflora capsularis*. *Phytochemical Analysis*; 11(5): 309-316.
- Amarowicz R, Wanasundara PKJPD, Shahidi F. (1993) TLC Separation of linamarin, linustatin and neolinustatin. *Food / Nahrung*; 37(1): 88-90.
- Bisset FH, Clapp RC, Coburn RA, Ettlinger MG, Long Jr L. (1969) Cyanogenesis in manioc: Concerning lotaustralin. *Phytochemistry*; 8(11): 2235-2247.
- Bradbury HJ (2006). Simple wetting method to reduce cyanogen content of cassava flour. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 388-393.
- Bradbury JH. (2009) Development of a sensitive picrate method to determine total cyanide and acetone cyanohydrin contents of *gari* from cassava. *Food Chemistry*; 113(4): 1329-1333.
- Bradbury JH, Bradbury MG, Egan SV. (1994) Comparison of methods of analysis of cyanogens in cassava. *Acta Horticulturae*; 375: 87-96.
- Bradbury JH, Cliff J and Denton IC. (2011) Uptake of wetting method in africa to reduce cyanide poisoning and konzo from cassava. *Fd Chem toxicol*, 49, 539-542.
- Bradbury JH, Egan SV. (1992) Rapid screening assay of cyanide content of cassava. *Phytochemical Analysis*; 3(2): 91-94.
- Bradbury MG, Egan and Bradbury JH(1999). Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogens in cassava products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(4):593-601.
- Bradbury JH, Egan SV, Lynch MJ. (1991) Analysis of cyanide in cassava using acid hydrolysis of cyanogenic glucosides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 55(2): 277-290.
- Brimer L, Broegger Christensen S, Moelgaard P, Nartey F. (1983) Determination of cyanogenic compounds by thin-layer chromatography. 1. A densitometric method for quantification of cyanogenic glycosides, employing enzyme preparations (beta-glucuronidase) from *Helix pomatia* and picrate-impregnated ion-exchange sheets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 31(4): 789-793.
- Brimer L, Dalgaard L. (1984) Cyanogenic glycosides and cyanohydrins in plant tissues: Qualitative and quantitative determination by enzymatic post-column cleavage and electrochemical detection, after separation by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*; 303(0): 77-88.
- Brimer L, Rosling H. (1993) Microdiffusion method with solid state detection of cyanogenic glycosides from cassava in human urine. *Food and Chemical Toxicology*; 31(8): 599-603.
- Burns AE, Bradbury JH, Cavagnaro TR, Gleadow RM. (2012) Total cyanide content of cassava food products in Australia. *Journal of Food Composition and Analysis*; 25(1): 79-82.
- Campa C, Schmitt-Kopplin P, Cataldi TRI, Bufo SA, Freitag D, Kettrup A. (2000) Analysis of cyanogenic glycosides by micellar capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*; 739(1): 95-100.
- Cardoso *et al* (2005). Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of food Composition and Analysis*, 18:451-460.
- Carlsson, L., Mlingi, M., Juma, A., Ronquist, G. & Rosling, H. (1999). Metabolic fates in humans of linamarin in cassava flour ingested as stiff porridge. *Fd. Chem. Toxicol.* 37; 307-312.
- Cardoso PA, Mirione E, Ernesto M *et al* (2005). Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 451-460.
- Chadha RK, Lawrence JF, Ratnayake WMN. (1995) Ion chromatographic determination of cyanide released from flaxseed under autohydrolysis conditions. *Food Additives and Contaminants*; 12(4): 527-533.
- Chiwona-Karlton *et al.*, (2004). Bitter taste in cassava roots correlates with cyanogenic glucoside levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(6):581-590.
- Cheeke PR. (1989). Toxicants of plant origin. Volume II. Glycosides. CRC Press Inc.
- Chiste RC, Cohen KO and Oliveira SS (2005). Determinação de cianeto durante as etapas de processamento da Farinha de mandioca do grupo seca. http://artigo cientifico.uol.com.br/uploads/artc_1166151172_39.pdf
- Chiste RC, Cohen KO and Oliveira SS (2007). Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi - Study of tucupi physicochemical properties. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 27(3): 437-440, <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n3/a02v27n3.pdf>
- Codex Alimentarius Commission. (1995a) Codex standard for edible cassava flour. Codex Stan 176-1989. Accessed at: http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1. Accessed: 4 December 2012.
- Codex Alimentarius Commission. (1995b) Codex standard for *gari*. Codex Stan 151-1989. Accessed at: http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1. Accessed: 4 December 2012.

- Codex Alimentarius Commission. (2011) Codex standard for sweet cassava. Codex Stan 238-2003. Accessed at: http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1. Accessed: 4 December 2012.
- Cooke RD. (1978) An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 29(4): 345-352.
- Cressey P, Saunders D. (2010) Survey of cyanogenic glycosides in plant-based foods. unpublished ESR Client Report FW10037. Christchurch: ESR.
- Curtis AJ, Grayless CC, Fall R. (2002) Simultaneous determination of cyanide and carbonyls in cyanogenic plants by gas chromatography-electron capture/photoionization detection. *Analyst*; 127(11): 1446-1449.
- Djazuli and Bradbury (1999). Cyanogen content of cassava roots and flour in Indonesia. *Food Chemistry*, 65:523-525.
- Drochioiu G, Arsene C, Murariu M, Oniscu C. (2008) Analysis of cyanogens with resorcinol and picrate. *Food and Chemical Toxicology*; 46(11): 3540-3545.
- Essers AJA, Alink GM, Speijers GJA, Alexander J, Bouwmeister P-J, van den Brandt PA, Ciere S, Gry J, Herrman J, Kuiper HA, Mortby E, Renwick AG, Shrimpton DH, Vainio H, Vittozzi L, Koeman JH. (1998) Food plant toxicants and safety: Risk assessment and regulation of inherent toxicants in plant foods. *Environmental Toxicology and Pharmacology*; 5(3): 155-172.
- Essers AJA, Bosveld M, van der Griff RM, Voragen AGJ. (1993) Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introduction of a new chromogen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 63: 287-296.
- European Committee for Standardization (CEN). (2012) Animal feeding stuffs - Determination of hydrocyanic acid by HPLC. EN 16160: 2012.
- Ernesto *et al* (2000). Cyanogens in cassava flour and roots and urinary thiocyanate concentration in Mozambique. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13:1-12.
- Eyjólfsson R. (1970) Recent advances in the chemistry of cyanogenic glycosides. *Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe*; 28: 74-108.
- FAO Regional Programme for Food Security (Draft 2011). A study on cyanide levels in cassava and some of its products in selected Pacific Island Countries. Institute of Applied Science, University of the South Pacific.
- Feigl F, Anger V. (1966) Replacement of benzidine by copper ethylacetoacetate and tetra base as spot-test reagent for hydrogen cyanide and cyanogen. *Analyst*; 91(1081): 282-284.
- FSANZ (2004). Cyanogenic glycosides in cassava and bamboo shoots. A Human Health Risk Assessment. Technical report Series No. 28, http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/28_Cyanogenic_glycosides.pdf
- FSANZ (2008). Proposal P1002 hydrocyanic acid in ready-to-eat cassava chips. <http://www.foodstandards.gov.au/foodstandards/proposals/proposalp1002hydrocy3848.cfm>
- FSANZ (2009) Final assessment report proposal P1002. Hydrocyanic acid in ready-to-eat cassava chips. First review report. Report Number 2-09. Canberra: FSANZ.
- Gomez G and Valdivieso M (1985). Cassava foliage: chemical composition, cyanide content and effect of drying on cyanide elimination. *Journal of Food and Agriculture*, 36: 433-441.
- Haque RM and Bradbury HJ (2002). Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. *Food Chemistry*, 77, 107-114.
- Hosel, W. (1981). The enzymatic hydrolysis of cyanogenic glucosides. In B. Vennesland, E. E. Conn, C. J. Knowles, J. Westley, & F. Wissing (Eds.), *Cyanide in biology* (pp. 217-232). London: Academic Press.
- Kaminski T.A. *et al*. (2006). Avaliação dos elementos tóxicos, antinutricionais e patogênicos em multimisturas. *Alim Nutr.*, 17(2): 171-179.
- Kemdirim OC, Chukwu OA, Achinewhu SC (1995) Effect of traditional processing of cassava on the cyanide content of *gari* and cassava flour. *Plant Foods Hum Nutr.* 48(4):335-9.
- Keusgen M, Kloock JP, Knobbe DT, Jünger M, Krest I, Goldbach M, Klein W, Schöning MJ. (2004) Direct determination of cyanides by potentiometric biosensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*; 103(1-2): 380-385.
- Knudsen I, Søborg I, Eriksen F, Pilegaard K, Pedersen J. (2005). Risk assessment and risk management of novel plant foods. Concept and principles. *Tema Nord* 2005: 588. pp. 47-49.
- Kobaisy M, Oomah BD, Mazza G. (1996) Determination of cyanogenic glycosides in flaxseed by barbituric acid-Pyridine, Pyridine-Pyrazolone, and High-Performance Liquid Chromatography Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 44(10): 3178-3181.
- Kupchella L, Syty A. (1984) Determination of cyanogenic glycoside in seeds by molecular absorption spectrometry in the gas phase. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*; 67(1): 188-191.
- Lambert JL, Ramasamy J, Paukstelis JV. (1975) Stable reagents for the colorimetric determination of cyanide by modified Koenig reactions. *Analytical Chemistry*; 47(6): 916-918.
- Laurena AC, Revilla MJR, Mendoza EMT. (1994) Polyphenols, phytate, cyanogenic glycosides, and trypsin inhibitor activity of several Philippine indigenous food legumes. *Journal of Food Composition and Analysis*; 7(3): 194-202.
- Mak KW, Law AC, Tokuda S, Yanase H, Renneberg R. (2005) Application of cyanide hydrolase from *Klebsiella* sp. in a biosensor system for the detection of low-level cyanide. *Applied Microbiology and Biotechnology*; 67(5): 631-636.

- Mariscal, *et al.*, (2009) Recommended Cassava Varieties in the Philippines. Unpublished Report. Philippine Root Crop Research and Training Center, Visayas State University, Visca, Baybay City, Philippines. (Accessed 22 January 2009).
- Mezzete T.F. (2009). Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*, 68(3): 601-609.
- Mkumbira *et al.*, (2003). Classification of cassava into “bitter” and “cool” in Malawi: from farmers’ perception to characterisation by molecular markers. *Euphytica*, 132(1):7-22.
- Miles D, Jansson E, Mai MC, Azer M, Day P, Shadbolt C, Stitt V, Kiermeier A, Szabo E. (2011) A survey of total hydrocyanic acid content in ready-to-eat cassava-based chips obtained in the Australian market in 2008. *Journal of Food Protection*; 74(6): 980-985.
- Mlingi *et al* (1998). Low cyanide exposure from consumption of cassava in Dar es Salaam, Tanzania. *Natural Toxins*, 6:67-72.
- Mlingi NLV, Nkya S, Tatala SR, Rashid S and Bradbury JH. (2010) Recurrence of konzo in southern Tanzania: rehabilitation and prevention using the wetting method. *Fd. Chem. Toxicol.* 49, 673-677.
- Moller, B.L. and Seigler, D.S. (1999). Biosynthesis of cyanogenic glycosides, cyanolipids and related compounds. In B.K. Singh (Ed.), *Plant amino acids biochemistry and biotechnology* (pp. 563-609) Marcel Dekker.
- Nagashima S. (1978) Spectrophotometric determination of cyanide with sodium isonicotinate and sodium barbiturate. *Analytica Chimica Acta*; 99(1): 197-201.
- Nambisan B (2011). Strategies for elimination of cyanogens from cassava for reducing toxicity and improving food safety. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 690-693.
- Ngudi DD, Kuo Y-H, Lambein F.(2002). Food safety and amino acid balance in processed cassava “cosettes”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 3042-3049.
- Obile, Tano-Debrah and amoa-Awua (2004). Souring and breakdown of cyanogenic glycosides during the processing of cassava into akyeke. *International Journal of food Microbiology*, 93(1):115-121.
- Oliveira L.A. *et al.* (2009) Avaliação do conteúdo de carotenóides e compostos cianogênicos em híbridos de mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 5: 805-809.
- Oluwole *et al.*, (2000). Low prevalence of ataxic polyneuropathy in a community with high exposure to cyanide from cassava foods. *Journal of Neurology*, 249:1034-1040.
- Oluwole OSA, Onabolu AO, Mtunda K and Mlingi N (2007). Characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties in Nigeria and Tanzania and farmers perception of toxicity of cassava. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 559-567.
- Onabolu AO, Oluwole OS, Bokanga M. (2002) Loss of residual cyanogens in a cassava food during short-term storage. *Int J Food Sci Nutr.* 53(4):343-9.
- Padmaja G. (1995.) Cyanide detoxification in cassava for food and feed use. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35 (4): 229-339.
- Ravi S, Padmaja G.(1997). Mechanism of cyanogen reduction in cassava roots during cooking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 75: 427-432.
- Rimoldi F. *et al.* (2005). Teores de amido, de HCN e tempo de cozimento de raízes tuberosas de cultivares de mandioca-de-mesa coletadas no paraná. In: XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005, Campo Grande - MS. Ciência e Tecnologia para a Raiz do Brasil. Campo Grande - MS, v.1, <http://www.cpa0.embrapa.br/11cbm/html/trabalhos/arquivoPDF/pasta49a.PDF>
- Saka JDK, Mhone ARK, Brimer L. (1998) An improved microdiffusion method with solid-phase detection for the determination of total cyanogens in fresh cassava. Comparison to the method of Cooke (1978). *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 76(3): 334-340.
- Sano A, Takimoto N, Takitani S. (1992) High-performance liquid chromatographic determination of cyanide in human red blood cells by pre-column fluorescence derivatization. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*; 582(1-2): 131-135.
- Sant’Ana A.F. and Domene S.M.A. (2008). Teores de glicosídeos cianogênicos em derivados de mandioca determinados por protocolo adaptado ao laboratório de micronutrientes – IC PUC-CAMPINAS. In: *XIII Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas, Anais, Campinas – SP*, <http://www.puc-campinas.edu.br/websist/portal/pesquisa/ic/pic2008/resumos/Resumo/%7B9CFE52AC-6CEA-4567-8530-B9DBE094A65F%7D.pdf>
- Silva G.G.C. *et al.* (2004). Toxicidade cianogênica em partes da planta de cultivares de mandioca cultivados em Mossoró-RN. *Revista Ceres*, 51 (293): 57-66.
- Sokari and Karibo (1992). Changes in cassava toxicity during processing into *gari* and *ijapi*-two fermented food products. *Food Additives and Contaminants*, 9(4):379-384.
- Sornyotha S, Kyu KL, Ratanakhanokchai K. (2007) Purification and detection of linamarin from cassava root cortex by high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*; 104(4): 1750-1754.
- Untang M, Shiwatana J, Siripinyanond A. (2010) A simple cyanide test kit for water and fruit juices. *Analytical Methods*; 2(11): 1698-1701.
- WHO (1993). Cyanogenic glycosides. In: *Toxicological evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants*. Geneva, World Health Organization, 39th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO Food Additives Series 30). Available at <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je18.htm>.

WHO (2012). Cyanogenic glycosides. In: Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Geneva, World Health Organization, 74th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO Food Additives Series 65). Available at: WHO Food Additives Series No. 65, 2012.

Normas nacionales y/o requisitos para la yuca en los alimentos

País	Alimentos	Concentración de HCN (mg/kg)	Otra información
Australia y Nueva Zelandia ¹⁰	Hojuelas de yuca listas para el consumo	10 (total de HCN)	La norma 1.4.1 del <i>Código de Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelandia</i> establece el nivel máximo de 10 mg/kg del total de HCN en las hojuelas de yuca.
	Yuca dulce cruda	<50 (total de HCN)	Norma 1.4.4 - Se prohíbe la venta de yuca que no sea "yuca dulce". De conformidad con la Norma del Codex (CODEX STAN 238-2003), la yuca dulce se define en el Código (Norma 1.1.2 - Definiciones complementaria para los alimentos) como "las variedades de las raíces de yuca cultivadas de <i>Manihot esculenta Crantz</i> de la familia de las <i>Euphorbiaceae</i> , que contienen menos de 50 mg por kg de HCN (base en peso en fresco)". Norma 1.2.6 -Las instrucciones para el uso y almacenamiento incluyen un requisito de que la yuca dulce esté etiquetada o presente la indicación de que la yuca dulce debe pelarse y cocinarse bien antes del consumo.
Brasil ¹¹	Multimistura	5	Multimistura se compone de 5% hojas de la yuca, salvado de trigo y arroz, harinas de maíz y trigo y otros ingredientes
Indonesia	Harina de yuca	40	
	<i>Mocaf</i> (harina de yuca modificada)	10	
Filipinas ¹²	Hojuelas y gránulos de yuca seca	10 (total de HCN sobre la base del peso en fresco)	Se refiere al total de ácido cianhídrico que incluye el ácido cianhídrico que puede liberar enzimáticamente un glucósido cianógeno, así como cualquier ácido cianhídrico libre o sin ligar presente en la yuca, expresado como miligramos de ácido cianhídrico por kilogramo del producto de yuca (mg/kg)
	Yuca dulce	<50	La yuca dulce contiene <50 mg ácido cianhídrico por kg de raíces de yuca (sobre la base del peso en fresco) y deberá pelarse y cocerse completamente antes del consumo.

¹⁰ Australia/Nueva Zelandia <http://www.comlaw.gov.au/Series/F2008B00618> y <http://www.comlaw.gov.au/Series/F2008B00621>

¹¹ Brasil Resolução RDC n.53 de 15/06/2000. Regulamento Técnico para Fixação de Collective Identity and Social Class e Qualidade de Mistura à base de Farelos de Cereais. Aprovado pelo Decreto 3,029, de 16 de abril de 1999. Diário Oficial da União. 200019, 2007.

¹² Norma nacional de las Filipinas para las hojuelas y gránulos de yuca seca PNS/BAFPS 29:2010 ICS 67.080 y norma nacional de las Filipinas para la yuca dulce PNS/BAFPS 119:2013

Anexo 2**Evaluación del JECFA de la exposición alimentaria**

1. Las estimaciones de la exposición alimentaria evaluadas por el JECFA incluyen las presentadas por el JECFA para Australia y Nueva Zelanda y otra información de la bibliografía (principalmente de África y Europa). Se tuvieron en cuenta las estimaciones de la exposición alimentaria aguda y crónica. Las exposiciones alimentarias estimadas en general se expresaron como exposición al total de HCN, ya que ésta es la forma registrada casi en todos los datos de presencia o analíticos. Sin embargo, la exposición alimentaria puede ser a glucósidos cianogénicos, cianhidrinas o HCN, según la elaboración de los alimentos. El uso del total de HCN para las estimaciones de la exposición alimentaria representa la exposición máxima posible al cianuro proveniente de sustancias derivadas de los glucósidos cianogénicos presentes en los alimentos.
2. Las exposiciones alimentarias agudas al total de HCN se calculan utilizando las concentraciones media, máxima o alta (p. ej. el percentil 95) del total de HCN de los datos analíticos. Los datos de consumo utilizados para las estimaciones fueron las cantidades por día de alimentos específicos para los consumidores con el consumo máximo o alto de los percentiles 97,5, 95 o 90, en caso de estar disponibles.
3. Las exposiciones alimentarias agudas al total de HCN para una variedad de alimentos de un pequeño número de países de los que hay información, oscilan entre 1 y 1044 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$, según la comida y los grupos de población evaluados. Las estimaciones de la exposición más alta de las concentraciones de HCN de alimentos derivados de la yuca fueron para la yuca (300 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los adultos en Nueva Zelanda), hojuelas de yuca listas para el consumo (hasta unos 1000 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños y hasta 370 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los adultos en Australia y Nueva Zelanda).
4. Hubo estimaciones nacionales de la exposición alimentaria crónica al total de HCN¹³ de Australia, la República Democrática del Congo, Europa, Nueva Zelanda, Noruega y el Reino Unido. Estas estimaciones se basan en diferentes fuentes de alimentos, incluidos alimentos crudos y elaborados y alimentos que contienen glucósidos cianogénicos a consecuencia del uso de aromatizantes.
5. Las exposiciones alimentarias crónicas estimadas para el total de HCN de los países de los que hubo información fueron inferiores a 1 y 60 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los consumidores con una exposición promedio y de 2 a 150 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los consumidores con una exposición elevada.
6. Los datos disponibles de presencia de glucósidos cianogénicos no se consideraron útiles para determinar estimaciones internacionales de la exposición alimentaria al total de HCN en combinación con los grupos de consumo de alimentos del SIMUVIMA/Alimentos para la exposición alimentaria crónica o con los datos del percentil 97,5 de la porción grande de la OMS para la exposición alimentaria aguda. No hubo suficientes datos de presencia en algunos alimentos ni datos sobre la concentración en alimentos elaborados, que reflejan mejor las concentraciones de los alimentos que se consumen. Además, hay glucósidos cianogénicos en muchos alimentos elaborados, y los datos de consumo de muchos de estos alimentos no figuran en los grupos de consumo de alimentos ni en los datos de las porciones grandes. Por lo tanto, no se prepararon estimaciones internacionales de la exposición alimentaria crónica o aguda.

Evaluación de los NM actuales en relación a la exposición alimentaria a los glucósidos cianogénicos

7. El Codex ha establecido NM para el total de HCN y en algunos países para alimentos como la yuca dulce, la harina de yuca, el *gari* y las hojuelas/crujientes de yuca listas para el consumo, así como para muchos alimentos que contienen aromatizantes.
8. Se calcularon estimaciones de la exposición alimentaria crónica y aguda al total de HCN para Australia y Nueva Zelanda, para las cuales se sustituyeron los datos analíticos para las hojuelas de yuca listas para el consumo (recogidas antes de que se estableciera el NM del FSANZ) por un NM de 10 mg/kg. Esto se tradujo en exposiciones alimentarias crónicas medias de 10 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños y de 2 a 11 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los adultos y exposiciones del percentil 90 de 10 a 40 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños y de 10 a 12 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los adultos. Estas estimaciones de la exposición crónica son de 2 a 5 veces inferiores a las exposiciones alimentarias estimadas con los valores medios de investigación para las hojuelas de yuca.
9. Si todas las hojuelas de yuca estuvieran en el NM de 10 mg/kg, se estima que la exposición alimentaria aguda al total de HCN sería hasta un máximo de 100 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños y 25 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los adultos. Estas estimaciones agudas son de 4 a 14 veces inferiores que las exposiciones alimentarias estimadas basadas en los valores medios de investigación para las hojuelas de yuca.
10. Las exposiciones alimentarias agudas en los datos de consumo de la porción más grande de la OMS sobre la yuca dulce con una concentración de HCN 50 mg/kg fueron de 150 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para la población en general y de 330 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños. No hubo un valor de consumo para la harina de yuca en el conjunto de datos de la porción grande, pero si se supone que el consumo de harina de yuca es equivalente al de la yuca, la exposición estimada al HCN con base en el NM del Codex de 10 mg/kg sería de 30 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para la población en general y 70 $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ para los niños.

¹³ Contiene de todas las fuentes alimentarias, no sólo de productos de yuca.

11. La exposición alimentaria crónica al HCN a partir de la yuca dulce y la harina de yuca se estima con base en las cantidades de consumo de los grupos de consumo de alimentos del SIMUVIMA/Alimentos y los NM. Para la yuca dulce en una concentración máxima de HCN de 50 mg/kg (nivel del Codex para la yuca dulce), la exposición alimentaria estimada osciló entre 1 y 235 µg/kg pc/día para los grupos evaluados. Para la harina de yuca, con base en el NM del Codex de 10 mg/kg del total de HCN, la exposición varió entre menos de 0,1 y 14 µg/kg pc/día.

Comparación de la exposición alimentaria con el valor sanitario de referencia

12. A partir de las estimaciones nacionales de la exposición alimentaria aguda disponible al Comité, se superó la DRA tres veces para la yuca en adultos (sobre la base de muestras crudas) y hasta 10 veces en el caso de hojuelas y crujientes de yuca listos para el consumo, según el grupo de la población. Si las hojuelas de yuca listas para el consumo contenían una concentración de 10 mg/kg de HCN, equivalente al NM recién establecido en Australia y Nueva Zelanda, sólo se observó una superación marginal de la DRA en los niños. Estos resultados se basan en la exposición alimentaria al total de HCN, lo que representa la exposición máxima posible para los alimentos que contienen glucósidos cianogénicos.

13. Con base en las estimaciones nacionales de la exposición alimentaria crónica al total de HCN, también se podría superar la IDTMP de 0,02 mg/kg de peso corporal como cianuro para las poblaciones dependientes de la yuca como alimento básico: entre una y tres veces para los niños y entre una y dos veces para los adultos. También las poblaciones que no consumen yuca como alimento básico pueden superar la IDTMP: entre una y cinco veces en el caso de los niños y entre una y tres veces los adultos. En Australia y Nueva Zelanda, las hojuelas de yuca listas para el consumo fueron lo que más contribuyó a la exposición alimentaria al HCN (84% - 93%). Cuando las hojuelas de yuca contenían una concentración equivalente al NM de 10 mg/kg de HCN, todas las exposiciones alimentarias medias estuvieron por debajo de la IDTMP. Las exposiciones del percentil alto en el caso de los niños fue entre 1 y 2 veces superior a la IDTMP.

14. El JECFA también informó que la aplicación del nivel de 50 mg/kg como HCN a la yuca dulce podría dar lugar a una exposición alimentaria superior a la dosis aguda de referencia por lo menos del doble para la población en general y hasta cuatro veces para los niños, y superar la IDTMP entre 2 y 10 veces, de acuerdo con el grupo de la población evaluado. Estas estimaciones no tienen en cuenta cualquier reducción en la concentración del total de HCN a consecuencia de la preparación o elaboración de los alimentos. Para el NM de 10 mg/kg como HCN para la harina de yuca no hay estimaciones disponibles de exposición alimentaria que superen la DRA o la IDTMP. Esto se sustenta por la máxima cantidad de alimentos que se pueden consumir de acuerdo con los NM vigentes del Codex antes de que se superen los valores sanitarios de referencia, que son de sólo 25 g/día para la yuca para la exposición crónica.

15. Estimaciones más detalladas del consumo de yuca y harina de yuca y de las concentraciones en los alimentos de las comunidades que consumen yuca, ayudarían a sustentar la conclusión de que las exposiciones alimentarias al total de HCN podrían superar los valores sanitarios de referencia.

16. El nivel para la yuca dulce es para el producto crudo. Si la concentración inicial de HCN en la yuca dulce cruda es de 50 mg/kg de HCN, la elaboración efectiva mínima daría lugar a una concentración de 15 mg/kg de HCN, y el tratamiento más eficaz daría una concentración de HCN de 2 mg/kg.

17. Las estimaciones del JECFA sobre la exposición se basan en datos limitados de exposición alimentaria, incluidos los datos de Australia y Nueva Zelanda.

Concentraciones de HCN en la yuca y alimentos de yuca
(Tomado de WHO (2012), con excepción de las referencias para el Brasil, las Islas del Pacífico y las Filipinas)

País	Alimentos	Concentración media de HCN o (rango) (mg/kg)*	Más información	Referencia
Australia	Tubérculos de yuca Hojuelas de yuca	5 - 67 27 55,8 (<10-145)	Estos datos reflejan las concentraciones observadas antes de la introducción de NM en Australia y Nueva Zelandia	Bradbury (2006) Hague and Bradbury (2002) FSANZ (2008)
Brasil	Tubérculos de yuca Harina de yuca Hojas de yuca Harina de yuca (cruda) Harina de yuca (tostada) Tapioca (dulce) Tapioca (amarga) ¹ Hojas de yuca (jóvenes) Hojas de yuca (viejas) Hojas de yuca	(55 – 76) (26 – 451) (27,8 – 160,1) (43,5 – 300) 32 3,5 (0,24 – 14,45) (0,20 – 26,14) (0,12 – 6,10) (0,08 – 4,16) 239,19 339,81 (112 – 518)	 Tapioca fermentada hasta un 5% de acidez	Rimoldi <i>et al.</i> , (2004) Silva <i>et al.</i> , (2004) Mezzete <i>et al.</i> , (2009) Oliveira <i>et al.</i> , (2009) Agostini, (2006) Sant'Ana and Domene, (2008)

País	Alimentos	Concentración media de HCN o (rango) (mg/kg)*	Más información	Referencia
	<i>Tucupi</i>	(55,58 – 157,17) (9,47 – 46,86)	Total de HCN HCN libre	Silva <i>et al.</i> , (2004) Chisté <i>et al.</i> , (2007)
	<i>Multimistura</i>	<0.3		Kaminski <i>et al.</i> , (2006)
Camerún	Tubérculos de yuca	197 - 951		Agbor-Egbe and Lupe Mbome (2006)
	<i>Baton de yuca</i>	2,5 - 6,4		
	<i>Fufu</i>	13 - 27,5		
República Democrática del Congo	Raíces de yuca elaboradas (<i>cossettes</i>)	<10	Expresadas como total de cianógenos, sobre la base del peso en seco	Ngudi, <i>et al.</i> , (2002)
Ghana	Yuca fresca	69,3 (total de HCN sobre la base del peso en seco)		Obile, <i>et al.</i> , (2004)
	<i>Akyeke</i>	1,4 a 2,8	<i>Akyeye</i> - un producto fermentado, cocido al vapor	
Indonesia	Tubérculos de yuca	19		Djazuli and Bradbury (1999)
	Almidón y productos afines	5 (max 19)		
	Harina, hojuelas, <i>gapek</i>	54		
Malawi	Tubérculos de yuca			Chiwona-Karlton <i>et al.</i> , (2004)
	Dulce	29 (1 -123)		
	Amarga	153 (22 -661)		
	Yuca dulce	30 (15 -93)		Mkumbira <i>et al.</i> , (2003)
	Yuca amarga	153 (43 -251)		
Mozambique	Harina de yuca	41 (26 -57)		Ernesto <i>et al</i> (2000); Cardoso <i>et al</i> (2005)

País	Alimentos	Concentración media de HCN o (rango) (mg/kg)*	Más información	Referencia
Nigeria	Yuca Dulce Amarga Yuca cruda <i>Ljapu</i> (rebanadas de yuca) <i>Garri</i> <i>Fufu</i> Tapioca	105 (8 -1064) 103 (27 - 543) 76,1 11,8 25,4 (20 - 30) 20 (10 - 30) 17,5 (10 - 20)	Peso en seco Total de cianógenos	Oluwole <i>et al.</i> , (2007) Sokari and Karibo (1992) Adindu, <i>et al.</i> , (2003)
Islas del Pacífico Fiji Tonga Vanuatu Samoa Islas Cook	Yuca cruda Hojuelas <i>Bila</i> <i>Vakalavalava</i> Yuca cruda Yuca cruda Harina	35 (13 – 92) 18 (14 -21) <0,1 7 (6-8) (hervida) 14 (10-16) (cocida) 58 (18 – 151) 47 (26 -78)	Palitos de yuca pelada y cortada en cuadros, remojados en agua durante tres días. Después se machan, se secan, se mezclan con azúcar y coco, se envuelven en una hoja y se hierven. <i>Vakalavalava</i> : yuca rallada envuelta en hojas y hervida u homeada. [La fuente y el tratamiento de la harina no se explican en el informe]	FAO Regional Programme for Food Security (2011)

País	Alimentos	Concentración media de HCN o (rango) (mg/kg)*	Más información	Referencia
Filipinas	Variedades de yuca	2,3 a 4 (bajo) 4,1 a 6,8 (bajo) 4,1 a 8,2 (alto)	<p>El contenido de HCN de la yuca en Filipinas es semicuantitativamente clasificado como bajo, medio y alto con base en el análisis rápido con picrato utilizado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y aprobado por los programas de fitomejoramiento desde hace unos 20 años.</p> <p>Las variedades de yuca recomendadas son las aprobadas por el Consejo Nacional de la Industria de Semillas (NSIC) de las Filipinas, para la comercialización basada en criterios tales como resistencia a las plagas, alto rendimiento, etc.</p> <p>Las variedades de yuca con bajo contenido de HCN son las únicas que se recomiendan para los alimentos y los piensos. También se recomiendan para la producción de almidones y harinas. Las variedades con contenido medio de HCN se recomiendan para la producción de almidones, harinas y piensos. Las variedades con un alto contenido de HCN se recomiendan sólo para productos muy elaborados como los almidones y las harinas. Las variedades de yuca con alto contenido de HCN se recomiendan asimismo para la producción de etanol ya que un alto contenido en HCN por lo general, corresponde al alto contenido de almidón.</p>	Mariscal, <i>et al.</i> , (2009)
República Unida de Tanzania	Yuca dulce amarga <i>Makopa</i> Harina de yuca	105 (8 -1064) 103 (27 - 543) 9,4 (0 -79) 83,7	Trozos de tubérculos secados al sol	Oluwole <i>et al.</i> , (2000) Mlingi <i>et al.</i> , (1998). Carlsson <i>et al.</i> , (1999)

* Se refiere al rango de concentración medio equivalente de HCN sobre la base del peso en fresco, a menos que se indique lo contrario

Elaboración de la yuca para reducir contenido del total de HCN

1. La elaboración correcta de los alimentos que contienen glucósidos cianogénicos reducirá el riesgo para los consumidores. En cuanto a la yuca, la concentración del total de HCN depende de la variedad del tubérculo de yuca, las condiciones de cultivo y los métodos de elaboración. La cantidad relativa de cada componente cianogénico depende, a su vez, del curso de la reacción cianogénica en las diferentes etapas del proceso, como se ilustra en el Gráfico 1. La cianogénesis se inicia cuando el tejido de la planta está dañado. Si alguno de los pasos de la elaboración no se lleva a cabo o se interrumpe, al final la yuca puede contener concentraciones inaceptablemente altas del total de HCN.

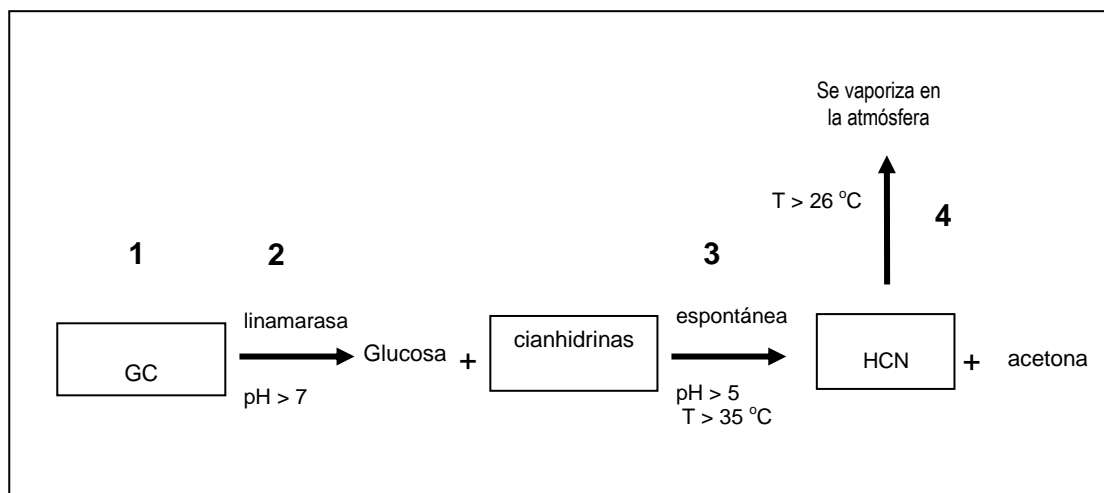


Gráfico 1. Curso de la reacción de cianogénesis y pasos de elaboración de la yuca. 1: naturaleza del tubérculo; 2: rallado/raspado, remojo, fermentación; 3: secado al sol/al horno; 4: secado al sol, tratamiento térmico de elaboración (cocción, fritura).

2. **Paso 1:** Naturaleza del tubérculo de yuca. Las concentraciones elevadas de glucósidos cianogénicos requieren un mayor nivel de reducción del total de HCN para obtener una concentración aceptable a lo largo de los procesos de los productos típicos de la yuca.

3. **Paso 2:** Rallado, remojo y fermentación. La liberación de enzimas (p. ej., linamarasa) de las paredes de las células machacadas y las condiciones necesarias para que las enzimas reaccionen con los glucósidos cianogénicos es fundamental. Si este paso de la elaboración se abrevia o se modifica, por ejemplo para evitar la formación de microbios o la oxidación de la yuca cruda, pueden permanecer en los productos altas concentraciones de glucósidos cianogénicos.

4. Por lo tanto, el tamaño de la yuca rallada o rebanada, el tiempo de fermentación o remojo y la temperatura y el pH del producto determinarán la cantidad de glucósidos cianogénicos que se reduzca. Si se utiliza calor inmediatamente después de rebanar o rallar, por ejemplo al freír las hojuelas de yuca rebanada o secarlas en hornos calientes, se inactivarían las enzimas y los productos de yuca cocida contendrían elevadas concentraciones de glucósidos cianogénicos. Si se utilizan conservantes de pH bajo, tales como ácido acético y metasulfitos de sodio en esa etapa, esto podría repercutir en la conversión de los glucósidos cianogénicos.

5. **Paso 3:** Secado al sol/ al horno. Los tubérculos de yuca, una vez cosechados, generalmente se fermentan o se secan para impedir que se produzcan cambios fisiológicos degenerativos y se formen microbios. La acción de los enzimas prosigue, así como la descomposición espontánea de las cianhidrinas en ácido cianhídrico, a un pH de 5 y a una temperatura de más de 35°C. El producto final de este curso de la cianogénesis es el inestable ácido cianhídrico, que se evapora a 26°C. Por lo tanto, si los gránulos o rebanadas de yuca son pequeños y se extienden en capas finas para el secado, el ácido cianhídrico puede liberarse más fácilmente hacia la atmósfera. El uso de hornos calientes para acelerar el secado, o cuando no se puede secar al sol, puede desvirtuar las enzimas o atraparlas en la matriz de la yuca seca y evitar la conversión de los glucósidos cianogénicos en ácido cianhídrico inestable. Por lo tanto, los productos de yuca que se hayan secado demasiado rápido tendrán los componentes cianogénicos, cianhidrinas y cianuro atrapados en la matriz de la yuca.

6. Se ha señalado que el secado al sol y la fermentación en montones no es adecuado para reducir las concentraciones de HCN en la yuca utilizada para hacer harinas en la provincia de Nampula, Mozambique, al nivel de la OMS de 10 ppm (Cardoso *et al.*, 2005). Estos autores informaron que el secado al sol y la fermentación dejó un 30% del total original de HCN restante en la harina de yuca, mientras que el remojo y machacado antes del secado al sol o tostado dejaron sólo el 3% del total original de HCN restante.

7. El proceso de secado parece reducir la concentración de cianuro además de afectar la actividad de las enzimas. El secado al sol es más eficaz para disminuir la concentración de cianuro en comparación con el secado al horno a 60°C (82% a 94% versus 68% al 76%, respectivamente). Se observó que la mayor parte del cianuro presente en el follaje secado al sol era cianuro libre (62% a 77%), mientras que en el follaje secado a 60°C sólo había del 24% al 36% de cianuro libre (Gómez y Valdivieso 1985). Otro estudio evaluó el efecto de tres temperaturas de secado (45°C, 60°C y 75°C) en la concentración de cianuro en hojas de cinco variedades de yuca. Se observó que las concentraciones más bajas se encuentran en hojas secadas a 60°C, que van desde 7,7 a 15 mg/100 g de materia seca (Padmaja, 1989).
8. **Paso 4:** Proceso final de fabricación del producto alimentario. Si hay ácido cianhídrico atrapado en los productos de yuca seca (almidón, harina u hojuelas crudas), una nueva transformación de estos productos puede permitir la liberación del ácido cianhídrico (si la temperatura del proceso es superior a 26°C). Si el cianuro está todavía en forma de GC, un proceso de cocción al vapor a una temperatura inferior a 100°C permite que se reactiven las enzimas (p. ej., la linamarasa) y se hidrolicen los glucósidos, para liberar el ácido cianhídrico. Sin embargo, si el producto de yuca (rebanadas u hojuelas) se somete a altas temperaturas en la fritura, los glucósidos cianogénicos permanecerán en el producto.
9. Los métodos de elaboración que se adoptan por lo general para la yuca son: pelado, remojo, fermentación, hervido o cocción, secado y machacado/trituración (Padmaja 1995). Sin embargo, se ha observado que las diferentes variedades de yuca presentan diferentes perfiles de eliminación de los cianógenos durante la cocción de las raíces de yuca. También parece que hay diferencias de estabilidad térmica de la actividad de la beta glucosidasa de las raíces de yuca, que protegen a las enzimas de una desactivación total durante la cocción (Ravi y Padmaja 1997).
10. “Cossettes” (raíces de yuca elaboradas), es uno de los más populares productos de yuca en la República Democrática del Congo, se elaboran remojando o sumergiendo las raíces frescas de yuca amargo (enteras o peladas) en agua corriente o estacionaria durante al menos tres días para que puedan fermentar hasta que se suavicen. A continuación se extraen las raíces fermentadas, se pelan y secan en rejillas, en el techo de las casas, lo que puede tomar de dos a cinco días (Hahn; citado en Ngudi *et al.*, 2002).
11. Las reducciones de las concentraciones de HCN en la yuca se han logrado mezclando cuidadosamente harina de yuca con agua y dejando la yuca en un recipiente abierto por 5 h antes de cocerla, aunque este método depende de que haya una cantidad adecuada de linamarasa para que se pueda descomponer la linamarina (Bradbury, 2006).
12. La producción típica de harina o almidón de yuca, especialmente en las grandes fábricas comerciales, ha garantizado la eficacia de los pasos y parámetros de la elaboración para eliminar el total de HCN de la yuca. 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. Las concentraciones del total de HCN en algunos almidones modificados pueden ser tan bajas como 0,01 mg/kg. Djazuli y Bradbury (1999) documentaron concentraciones medias de 5 mg/kg.
13. El siguiente cuadro ofrece una recopilación de los pasos de elaboración y las concentraciones documentadas de HCN logradas por su medio. Sería posible predecir las concentraciones probables de HCN en diferentes productos en ausencia de valores medidos.

Reducción del HCN durante la elaboración de los productos de yuca

Paso del proceso	Mecanismo de extracción#	% de reducción de HCN	Referencia
Remojar 24h	Lixiviación	13% – 52%	Agbor-Egbe and Lape Mbone, 2006 Kemdirim <i>et al.</i> , 1995
Remojar 48 h	“	73 – 75%	Agbor-Egbe and Lape Mbone, 2006 Kemdirim <i>et al.</i> , 1995
Remojar 72 h	“	90%	Agbor-Egbe and Lape Mbone, 2006 Kemdirim <i>et al.</i> , 1995
Machacado y trituración	Desintegración y acción de las enzimas	75%	
Exprimir	Lixiviación y acción de las enzimas	57%	Chiste <i>et al.</i> , 2005
Fermentación 4-5d	Desintegración y acción de las enzimas	52 – 63	Kemdirim <i>et al.</i> , 1995; Obilie <i>et al.</i> , 2004
Secado, al sol	Enzimas	82% – 86% 80%	Gomez and Valdiviesco, 1985 Nambisan <i>et al.</i> , 2011
Secado, al horno 60 °C	Enzimas	68% – 76%	Gomez and Valdiviesco, 1985
Almacenamiento (harina de <i>gari</i>) 4w	Posible acción de las enzimas y evaporación	50% – 64%	Onabolu <i>et al.</i> , 2002
Hervido	Lixiviación (con actividad enzimática inicial hasta la inactivación)	96% – 99% 80%	Obilie <i>et al.</i> , 2004 Nambisan, 2011
Hornear, freír, cocer al vapor	Degradación térmica	20%	Nambisan, 2011
Cocción de <i>baton</i> de yuca, <i>fufu</i>		32% – 55%	Agbor-Egbe and Lape Mbone, 2006
<i>Akyeke</i> al vapor		74% – 80%	Obilie <i>et al.</i> , 2004
<i>Garificación</i> *		90% – 93%	Agbor-Egbe and Lape Mbone, 2006
Rallado, machacado, secado al sol		95%	Nambisan, 2011
Producto final de harina		92%	

*Fermentada, y puré de yuca seca, cocida y secado

Basado en Nambisan, 2011

MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL TOTAL DE ÁCIDO CIANHÍDRICO PRESENTE EN LA YUCA Y PRODUCTOS DE YUCA*Información general*

1. Los glucósidos cianogénicos presentes en la yuca (*Manihot esculenta*) se pueden convertir en ácido cianhídrico (HCN) de aguda toxicidad durante la elaboración o en el tracto gastrointestinal por intervención de enzimas con actividad de beta glucosidasa. Las enzimas pueden originarse en el material vegetal y entrar en contacto con los glucósidos durante el proceso de corte, trituración o machacado o puede estar asociadas a la flora bacteriana normal del intestino.
2. Por lo general se reconocen tres especies químicas en el análisis de los compuestos cianogénicos de la yuca; los glucósidos cianogénicos intactos, la linamarina y la lotaustralina, los productos primarios de deglicosilación, las cianhidrinas de acetona y butanona, y el ácido cianhídrico.
3. El total de ácido cianhídrico presente en los productos de yuca se pueden definir como “todo el ácido cianhídrico procedente de la linamarina, lotaustralina, cianhidrinas de acetona o cianhidrinas de butanona o bien durante o después de la hidrólisis enzimática o hidrólisis ácida, expresado como miligramos de ácido cianhídrico por kilogramo” (FSANZ, 2009).
4. El potencial del total de cianógenos de la yuca o productos de yuca o total de ácido cianhídrico se puede evaluar mediante el análisis directo de los componentes de potencial cianogénico (glucósidos, cianhidrinas y ácido cianhídrico libre) o por análisis del ácido cianhídrico generado en particulares condiciones experimentales. En el material vegetal intacto prácticamente la totalidad del potencial cianogénico será en forma de glucósidos cianogénicos intactos, mientras que algunos productos elaborados pueden contener una cantidad significativa de cianhidrinas.
5. Actualmente no hay métodos de análisis definidos para el ácido cianhídrico en las normas del Codex.

Análisis de compuestos que contribuyen al total de ácido cianhídrico

6. Se han analizado los diversos glucósidos cianogénicos de la yuca por medio de:
 - Cromatografía de gases (GC) (Bisset *et al.*, 1969);
 - Cromatografía líquida (LC); o (Brimer and Dalgaard, 1984; Sornyotha *et al.*, 2007)
 - Cromatografía en capa fina (CCF) (Eyjólfsson, 1970; Brimer *et al.*, 1983; Amarowicz *et al.*, 1993).
7. Las comparaciones del total de ácido cianhídrico, calculado a partir de las concentraciones de cada glucósido cianogénico se observaron en correspondencia con el total de ácido cianhídrico, medido por hidrólisis seguido por determinación colorimétrica del cianuro en lino (Kobaisy *et al.*, 1996). Sin embargo, el cálculo del total de ácido cianhídrico de la determinación de los distintos glucósidos cianogénicos no ha cobrado popularidad para la determinación del potencial total cianogénico.
8. Mientras que algunos métodos cromatográficos han documentado la capacidad de detectar los glucósidos cianogénicos y las cianhidrinas, la detección de éstas sólo fue cualitativa (Brimer and Dalgaard, 1984). Los métodos cromatográficos de hoy para medir los diversos componentes de potencial cianogénico pueden no ser adecuados para la determinación del total de ácido cianhídrico en los alimentos elaborados, donde puede haber cianhidrinas presentes.

Análisis directo del total de ácido cianhídrico

9. Los métodos que determinan el total del potencial cianogénico mediante la conversión de los glucósidos y las cianhidrinas en ácido cianhídrico se puede considerar desde tres aspectos clave:
 - extracción o trituración del material vegetal;
 - hidrólisis de los glucósidos y las cianhidrinas; y
 - cuantificación del cianuro resultante.
10. Los métodos para determinar el total de ácido cianhídrico en un extracto líquido requieren optimización de la extracción de los compuestos cianogénicos de la planta matriz para asegurar la extracción completa. Los métodos que permiten la evolución del ácido cianhídrico gaseoso a menudo llevan a cabo la hidrólisis de todo el material de la planta triturada. Se ha informado que ambos enfoques dan resultados similares (Djazuli and Bradbury, 1999; Haque and Bradbury, 2002).
11. El extractante más común para los métodos de medición del ácido cianhídrico es 0,1 M ácido fosfórico, aunque se han documentado concentraciones de ácido fosfórico que van desde 0,02 M (European Committee for Standardization (CEN), 2012) a 0,2 M (Drochioiu *et al.*, 2008). También se ha utilizado ácido clorhídrico (0,1 N) (Laurena *et al.*, 1994). En estas condiciones de acidez, la linamarasa, la enzima beta glucosidasa nativa que hidroliza los glucósidos cianogénicos de la yuca, está inactiva (Bradbury *et al.*, 1994). La extracción de ácidos requiere una baja concentración de ácido y bajas temperaturas de extracción (< 26°C) para evitar la hidrólisis de los glucósidos y la pérdida de ácido cianhídrico.

Hidrólisis

12. La liberación de las cianhidrinas y el ácido cianhídrico de glucósidos cianogénicos se puede lograr por hidrólisis enzimática o ácida. Mientras que algunos métodos han utilizado la enzima endógena (linamarasa) presente en el tejido de la yuca (Curtis *et al.*, 2002), proceso denominado autólisis, por lo general no se recomienda hacerlo ya que se sabe que los diversos cultivares de yuca varían considerablemente en su actividad de linamarasa. La elaboración de los alimentos puede producir la desnaturalización de la linamarasa endógena. La linamarasa exógena permite una mayor normalización del método, pero la enzima es muy costosa en el comercio (Cooke, 1978; Essers *et al.*, 1993; Essers *et al.*, 1998; Saka *et al.*, 1998; Bradbury *et al.*, 1999; Haque and Bradbury, 2002; Bradbury, 2009; Miles *et al.*, 2011; Burns *et al.*, 2012). Cabe señalar que estos comentarios se aplican al análisis de la yuca y los productos de yuca. Se ha informado que un preparado enzimático comercial de *Helix pomatia* (el caracol de las viñas) tiene actividad hidrolítica hacia una amplia gama de glucósidos cianogénicos, incluidos los de la yuca (Brimer *et al.*, 1983).
13. Hay una considerable variedad en tiempos de incubación documentados de hidrólisis enzimática de los glucósidos cianogénicos de la yuca. En algunos estudios se han documentado tiempos de incubación de 16-48 horas a una temperatura de 21°C - 37°C (Brimer and Rosling, 1993; Bradbury *et al.*, 1994; Saka *et al.*, 1998; Bradbury, 2009; Miles *et al.*, 2011), mientras que otros investigadores han informado que son adecuados períodos de incubación de 15 minutos a 30°C (Cooke, 1978; Essers *et al.*, 1993). Un método estándar de la UE recientemente publicado emplea una hidrólisis de una noche a 38°C (European Committee for Standardization (CEN), 2012).
14. La hidrólisis ácida es relativamente barata, pero requiere incubación a temperaturas elevadas y mucho cuidado para evitar pérdida simultánea de ácido cianhídrico. La hidrólisis por lo general se lleva a cabo en 2 M de ácido sulfúrico a 100°C (Bradbury *et al.*, 1991; Bradbury *et al.*, 1994; Haque and Bradbury, 2002; Drochioiu *et al.*, 2008).
15. El tiempo de incubación necesario para la hidrólisis ácida depende de los glucósidos cianogénicos específicos que se estén analizando (Haque and Bradbury, 2002). Se han documentado tiempos de incubación de 50 minutos para el análisis de la yuca (Bradbury *et al.*, 1991). Sin embargo, un método más generalizado, que utiliza un sistema de extrapolación para corregir las pérdidas de cianuro, usa tiempos de incubación de hasta 6 horas (Haque and Bradbury, 2002; Cressey and Saunders, 2010).

Medición del cianuro: técnicas espectrofotométricas

16. Con mucho, el método más común para medir el ácido cianhídrico procedente de material vegetal es la espectrofotometría, tras la reacción de cianuro para producir un cromóforo estable. Las reacciones de color más comunes son:
 - Reacción de Guignard. Reacción de los iones de cianuro con picrato alcalino que produce un color rojo ladrillo. Una variante de este método supone más reacción del aditivo de picrato con resorcinol (Drochioiu *et al.*, 2008).
 - Reacción de König. Conversión de iones cianuro a hologenuros, generalmente mediante la adición de cloramina T o N-clorosuccinimida, seguido por reacción con piridina o un compuesto relacionado para formar un dialdehído y que se acompaña de aminas primarias o compuestos con un grupo activo de metileno (RH 2) (Lambert *et al.*, 1975; Bradbury *et al.*, 1994).
 - La reacción de iones de cianuro con *p*-nitrobenzaldehído y, a continuación, *o*-dinitrobenzaldehído para generar el dianion púrpura *o*-nitrofenil hidroxilamina (Untang *et al.*, 2010).
 - Reacción de iones cianuro con bencidina y acetato de cobre. Este método se ha abandonado en gran medida debido a la naturaleza cancerígena de la bencidina (Bradbury and Egan, 1992) y fue reemplazado por una reacción de cianuro con tetra base (4,4'-Metileno-bis-(*N,N*-dimetilnilina) y acetato de cobre (Feigl and Anger, 1966; Bradbury and Egan, 1992).
17. La reacción de Guignard puede formar su producto de color distintivo con otras sustancias químicas distintas del cianuro (Bradbury *et al.*, 1991; Alonso-Amelot and Oliveros, 2000). Se ha usado la evolución del ácido cianhídrico en una corriente de gas y la captura de los carbonilos volátiles en una solución ácida de 2,4 -dinitrofenilhidracina (Alonso-Amelot and Oliveros, 2000). El método comúnmente utilizado del papel alcalino de picrato supone la hidrólisis enzimática de los glucósidos cianogénicos en un tubo sellado y detección del ácido cianhídrico producido por reacción con el *papel con picrato* alcalino impregnado suspendido por encima de la mezcla de reacción, para medir la fase de gas del ácido cianhídrico. No se sabe con certeza en qué medida el *papel con picrato* alcalino evita las reacciones con especies no de cianuro. Cabe señalar que el ácido pícrico utilizado en la preparación del *papel con picrato* alcalino, es muy explosivo y la preparación del *papel con picrato* alcalino sólo debe llevarse a cabo en condiciones controladas de laboratorio.

18. La reacción de König no es específica para el cianuro y también reacciona con tiocianato (Curtis *et al.*, 2002). Se pueden usar diversos reactivos con la reacción de König. Los primeros estudios utilizaron un reactivo de piridina/pirazolona (Cooke, 1978). La piridina/ácido barbitúrico es más económica y más estable (Bradbury *et al.*, 1991). La piridina es una sustancia química de olor desagradable, con posibles efectos adversos para la salud humana. Se propuso otro reactivo de color a base de ácido isonicotínico/ácido barbitúrico, que evita el uso de piridina, sin pérdida de sensibilidad (Nagashima, 1978). Este color reactivo se ha usado posteriormente para el análisis de ácido cianhídrico de materiales vegetales (Essers *et al.*, 1993; Haque and Bradbury, 2002; Cressey and Saunders, unpublished). Cabe señalar que el ácido barbitúrico está clasificado como narcótico en algunos países, lo cual puede complicar el acceso a este reactivo.

Medición del cianuro: otras técnicas

19. Se han creado técnicas de biosensores para detectar el cianuro (Keusgen *et al.*, 2004; Mak *et al.*, 2005). Estas técnicas utilizan biosensores para detectar los productos de degradación (formiato y amoníaco) formados por hidrólisis del cianuro por la enzima cianuro hidrolasa. Estas técnicas se han creado para la vigilancia del medio ambiente y no parece que se hayan desarrollado en aplicaciones comerciales.
20. El Comité Europeo de Normalización (CEN) ha publicado recientemente una norma para la determinación del ácido cianhídrico en los piensos, incluida la yuca (European Committee for Standardization (CEN), 2012). El ácido cianhídrico se cuantifica por HPLC en fase reversa de ácido hidrociánico por reacción de taurina/2,3 -naftaleno dicarboxi aldehído (NDA). La norma también incluye los resultados de estudio de colaboración entre laboratorios. El componente de HPLC del método se basa en un método desarrollado previamente para determinar la presencia de cianuro en los glóbulos rojos de la sangre (Sano *et al.*, 1992).
21. Se creó otra técnica de HPLC para determinar el total de ácido hidrociánico de la linaza (Chadha *et al.*, 1995). El método supone cromatografía iónica de material vegetal autolisado con detección amperométrica. Las muestras se limpiaron pasando a través de un filtro de peso molecular antes del análisis.
22. El total de ácido cianhídrico de las semillas se determinó por autólisis seguida por destilación en una solución básica. El cianuro se convierte en amonio por el exceso de permanganato potásico y se determina por espectrometría de absorción molecular de fase de gas con una versión modificada espectrofotómetro de absorción atómica modificado (Kupchella and Syty, 1984).

Determinación del funcionamiento del método analítico

23. Hay una considerable variación en el grado en que los diferentes estudios han definido el rendimiento de su método analítico.
24. Muchas veces no se documentan los límites de detección y en algunos casos cuando se informan parecen límites del equipo de detección (Campa *et al.*, 2000; Curtis *et al.*, 2002; Drochioiu *et al.*, 2008), más que límites de detección. Los límites del método de detección para la yuca y productos de yuca parecen estar aproximadamente en un rango de 1 a 10 mg/kg de peso en húmedo. Estos límites de detección son suficientes para apoyar las normas actuales para la harina de yuca comestible y la yuca dulce, con niveles para el total de ácido cianhídrico de 10 y 50 mg/kg, respectivamente (Codex Alimentarius Commission, 1995a; 2011). Sin embargo, en muchos casos no son suficientes para sostener la norma vigente para el *gari*, con un nivel de ácido cianhídrico libre de 2 mg/kg (Codex Alimentarius Commission, 1995b).
25. La falta de materiales certificados de referencia normalizados es un obstáculo para establecer la precisión de los métodos para el total de ácido cianhídrico en la yuca y productos de yuca. Está documentado un ensayo de colaboración entre laboratorios que ofrece información útil sobre el rendimiento de un único método (véase el párrafo 19 arriba) (European Committee for Standardization (CEN), 2012).
26. Los estudios que comparan diferentes técnicas analíticas generalmente han aprobado la determinación del total de ácido cianhídrico (Kobaisy *et al.*, 1996; Djazuli and Bradbury, 1999; Haque and Bradbury, 2002). Sin embargo, estos estudios se han realizado en un único laboratorio y solo se han hecho comparaciones cualitativas entre los métodos, en lugar de aplicar pruebas estadísticas para las diferencias (p.ej., la prueba t de Student).

Evaluación

27. Si bien es factible determinar el total de ácido cianhídrico en la yuca por determinar los diversos compuestos participantes, no se han documentado métodos que cuantifiquen en forma fiable los posibles contribuyentes. Por lo tanto, es preferible que el total de ácido cianhídrico se determine mediante una técnica apropiada que convierta todos los contribuyentes a ácido cianhídrico.
28. No se recomienda hidrolizar los glucósidos cianogénicos por autólisis (incubación de muestras para utilizar enzima beta glucosidasa endógena), porque los niveles de enzimas en los alimentos pueden ser variables o las enzimas pueden haberse desnaturalizado en la elaboración de los alimentos.
29. La hidrólisis ácida es más económica que usar preparados enzimáticos comerciales y es aplicable a cualquier material vegetal cianogénico. Sin embargo, la hidrólisis ácida es probable que engañe más exigencias técnicamente que la hidrólisis enzimática.

30. La detección espectrofotométrica de los productos de una reacción de cianuro (Guignard o König) o el análisis del HPLC después de una reacción precolumna parecen ser los métodos más comunes en uso para determinar el total de ácido cianhídrico a partir de materiales vegetales cianogénicos.
31. Los métodos de HPLC requieren un paso adicional de limpieza para preparar las muestras para la cromatografía. La inversión de capital en equipo también será mayor. Sin embargo, es probable que los métodos HPLC sean más específicos y han presentado una buena sensibilidad (p. ej., el límite de cuantificación de 2 mg de HCN/kg normalmente se obtendría por el método estándar de la UE para los piensos).
32. El método del *papel con picrato* parece ser la mejor opción actual para un método de análisis de “campo” y se creó con este propósito. El método colorimétrico de Untang *et al.* también parece prometedor como instrumento de campo, pero no se ha probado en la yuca. Para los análisis de laboratorio los métodos del *papel con picrato* o los ácidos isonicotínico/barbitúrico parecen adecuados y la mayoría de los estudios recientes sobre el total de ácido cianhídrico en la yuca o productos de yuca han utilizado uno u otro de estos métodos. Actualmente la “norma de oro” probablemente sean los métodos cromatográficos de detección del cianuro (p. ej., el método HPLC de la UE para los piensos) debido a la especificidad de la técnica de detección.
33. Hay muy poca información disponible sobre el rendimiento relativo de los diferentes métodos. Se conocen comparaciones que se han llevado a cabo dentro de un único laboratorio.
34. En Europa está documentado un único estudio de colaboración entre laboratorios con el método de HPLC antes mencionado. No se encontraron otros estudios en colaboración sobre métodos para el total de ácido cianhídrico ni estudios de colaboración que examinaran una amplia gama de métodos.
35. Los límites de detección del método publicados indican que la sensibilidad de la prueba es por lo general suficiente para apoyar las normas para la harina de yuca comestible y la yuca dulce, pero la mayoría de los métodos parecen no ser lo suficientemente sensibles para probar a los niveles de la norma más estricta para el *gari*. El método de HPLC de la UE método (European Committee for Standardization (CEN), 2012) y el método modificado del picrato (Bradbury, 2009; Burns *et al.*, 2012) han documentado límites aceptablemente bajos de detección.
36. La falta de materiales de referencia y de pruebas de colaboración entre laboratorios dificulta la definición del funcionamiento del método analítico para diversos métodos. También hay una considerable variación en el grado en que los diferentes estudios han documentado el funcionamiento de los métodos analíticos (p.ej., el límite de detección, el coeficiente de variación, los picos de recuperación).

Apéndice 2 Lista de participantes

Australia

Dr Leigh Henderson (Chair)
 Food Standards Australia New Zealand (FSANZ)
 PO Box 10559
 Wellington
 NUEVA ZELANDIA
 Email: leigh.henderson@foodstandards.govt.nz

Dr Glenn Stanley
 Food Standards Australia New Zealand (FSANZ)
 55 Blackall Street
 Barton ACT 2600
 AUSTRALIA
 Email: glenn.stanley@foodstandards.gov.au

Brasil

Lígia Lindner Schreiner
 Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
 (INMETRO)
 Correo electrónico: ligia.schreiner@anvisa.gov.br

Canadá

Ms Roni Bronson
 Chemical Health Hazard Assessment Division
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch
 Health Canada
 Email: roni.bronson@hc-sc.gc.ca

China

Dr Dawei Chen
 Department of Chemical Lab
 Key Lab of Food Safety Risk Assessment, Ministry of Health
 (CFSA)
 China National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 7 Panjiayuan Nanli, Beijing 10021
 Tel: 86-10-67776789
 Fax: 86-10-67776789
 Email: dila2006@163.com

Ms Shao Yi
 National Committee Secretariat for Food Safety Standard
 China National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 7 Panjiayuan Nanli, Beijing 10021
 Tel: 86-10-67776790
 Fax: 86-10-67776790
 Email: sy1982bb@yahoo.com.cn

Professor Dr Yongning WU
 China National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 Key Lab of Food Safety Risk Assessment, Ministry of Health
 (CFSA)
 7 Panjiayuan Nanli, Beijing 10021
 Tel: 86-10-67776790
 Fax: 86-10-67776790
 Email: china_cdc@yahoo.cn wuyncdc@yahoo.com.cn

Colombia

Mónica Sofia Cortes Muñoz
 Correo electrónico: monica.cortes@minagricultura.gov.co

Gustavo Alvaro Wills
 Correo electrónico: Gawillsf@unal.edu.co

Sandra Nayibe Vega
 Correo electrónico: svega@ins.gov.co

República Dominicana

Dr. Matilda Vasquez
 Ministry of Public Health
 Ministerio de Salud Pública (MSP)
 Tel. (Direct): + 809-541-0382
 Other Tel. +809-541-3121, ext. 2382
 Correo electrónico: codexsespas@yahoo.com;
codexsespas@gmail.com;

Unión Europea

Bernadette Klink-Khachan
 European Union Codex Contact Point
 European Commission
 DG Health and Consumers Directorate-General
 Unit G06: Multilateral International Relations
 Tel: +32-2-295 79 08
 Email: codex@ec.europa.eu

Mr Frans VERSTRAETE
 European Commission
 Dirección General de Salud y Consumidores
 Tel: +32 - 2 - 295 63 59
 Correo electrónico: frans.verstraete@ec.europa.eu

Fiji

Mr Samuela BOLALAILAI
 Ministry of Health
 P. O. Box 2223
 Government Buildings
 Suva, FIJI
 Tel: +679 330 6177
 Fax: +679 333 1434
 Email: samuela.bolalailai@health.gov.fj

Mrs Miliakere NAWAIKULA
 Department of Agriculture, Ministry of Primary Industry
 Koronivia Research Station, P.O. Box 77
 Nausori
 FIJI
 Tel: +679 347 7738
 Fax: +679 347 7546
 Email: miliakere.nawaikula@govnet.gov.fj

Estados Federados de Micronesia

Mr Moses PRETRICK
 Environmental Health & Preparedness Unit
 Division of Health Services
 FSM Dept. of Health & Social Affairs
 PO Box PS-70
 Palikir, Pohnpei FM 96941
 Federated States Of Micronesia
 Tel: +691 320 8300
 Fax: +691 320 8460
 Email: mpretrick@fsmhealth.fm

Mr John P. WICHEP
 FSM Department of Resources & Development
 P. O. Box PS-12
 Palikir, Pohnpei FM 96941
 Palikir, Pohnpei,
 Federated States Of Micronesia
 Tel: +691 320 5133 2646
 Fax: +691 320 5854
 Email: jwichep@fsmrd.fm

Ghana

Mr. Kwamina Van-Ess
 Kwamina Van-Ess and Associates
 Accra
 Ghana
 Tel: +233 244 653 167
 Correo electrónico: kwaminav@yahoo.com

Joyce Okoree
 Codex Contact Point
 Ghana Standards Authority
 P. O. Box MB 245
 Accra
 Ghana
 Tel: +233 243 785 375
 Correo electrónico: codex@gsa.gov.gh

Indonesia

Tetty H Sihombing
 National Agency of Drug and Food Control
 Indonesia
 Correo electrónico: tettyhelfery@yahoo.com,
codexbpom@yahoo.com

Jamaica

Ms. Chanoya Kidd
 Regulatory Division
 Bureau of Standards Jamaica
 Correo electrónico: ckidd@bsj.org.jm

Dr. Dwight Ramdon
 Chemistry Department
 Bureau of Standards Jamaica
 Correo electrónico: dramdon@bsj.org.jm

Japón

Mr Wataru IIZUKA
 Standards and Evaluation Division,
 Department of Food Safety,
 Ministry of Health, Labour and Welfare
 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
 Correo electrónico: codexj@mhlw.go.jp

Mr Ryo IWASE
 Standards and Evaluation Division,
 Department of Food Safety,
 Ministry of Health, Labour and Welfare
 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
 Correo electrónico: codexj@mhlw.go.jp

Dr Takashi SUZUKI
 Standards and Evaluation Division,
 Department of Food Safety,
 Ministry of Health, Labour and Welfare
 1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
 Correo electrónico: codexj@mhlw.go.jp

Dr Tomoaki TSUTSUMI
 Division of Foods
 National Institute of Health Sciences
 1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, JAPAN
 Correo electrónico: tutumi@nihs.go.jp

Mr. Tetsuo URUSHIYAMA
 Food Safety and Consumer Policy Division Ministry of Agriculture,
 Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8950 Japan
 Email: tetsuo_urushiyama@nm.maff.go.jp,
codex_maff@nm.maff.go.jp

Malasia

Ms Fauziah Arshad
 Standard and Codex Branch
 Food Safety and Quality Division
 Ministry of Health Malaysia
 Tel: +603 8885 0794
 Correo electrónico: fauziaharshad@moh.gov.my

Codex Contact point
 Email: ccp_malaysia@moh.gov.my

Ms Maria Afiza Omar
 Email: maria.afiza@moh.gov.my

Ms Raizawanis Abdul Rahman
 Contaminant Section
 Food Safety and Quality Division
 Tel: +603 8885 0783
 Email: raizawanis@moh.gov.my

Nueva Zelandia

Mr John Reeve
Ministry for Primary Industries
Wellington
NEW ZEALAND
Email: john.reeve@mpi.govt.nz

Dr Peter Cressey
ESR (Institute of Environmental Science and Research Ltd)
Christchurch Science Centre
27 Creyke Road
PO Box 29-181
Christchurch 8540
NEW ZEALAND

Nigeria

Dr Abimbola O. ADEGBOYE (Co-Chair)
NAFDAC, Lagos, Nigeria.
Tel: +234 805 317 0810 +234 813 797 9705
Email: bimbostica@yahoo.com

Dr Adeyinka Oludiran
SIDHAS-FCT
Zonal Manager, NC Zonal Office.
Abuja, Nigeria
Correo electrónico: aoludiran@sidhas.org
adeyinkaoludiran@yahoo.com

Dr Olatunde Oluwatola
Nigeria Institute of Food Science and Technology
NIFST
Correo electrónico: pctetola@yahoo.com

Prof Oluleye
Registrar
Institute of Public Analysts of Nigeria
Correo electrónico: dsoluleye@gmail.com

Prof L. O. Sanni
President NIFST
Department of Food Science and Technology
University of Agriculture Abeokuta
lsanni@cgjar.org lateef_2@yahoo.com
Email: nifstoffice@yahoo.com info@nifst.org

Dr E. Okorono
National Root Crops Research Institute
Umudike Abia State Nigeria
Email: ekeokorono@yahoo.com

Dr. O. Fayinminu
Department of Environmental Biology
University of Ibadan
Email: Olorijkb2008@yahoo.com

Mr. M George
Standards Organisation of Nigeria
SON, Abuja, Nigeria
Correo electrónico: bob_king_george@yahoo.com

Mrs Jane Omojokun
National Agency for Food and Drug Administration and Control
445 Herbert Macaulay Way Yaba Lagos Nigeria
Correo electrónico: omojokun.j@nafdac.gov.ng

Dr. M. Eimunjeze
National Agency for Food and Drug Administration and Control
445 Herbert Macaulay Way Yaba Lagos Nigeria
Correo electrónico: eimunjeze.m@nafdac.gov.ng

Dr. M. A. Abubakar
National Agency for Food and Drug Administration and Control
445 Herbert Macaulay Way Yaba Lagos Nigeria
Correo electrónico: abubakarma62@yahoo.com

Dr O. Oluwole
Federal Institute for Industrial Research Oshodi
FIIRO
Oshodi
Lagos
Correo electrónico: toyinoluwole2@yahoo.com

Filipinas

Mary Grace Gabayoyo
Laboratory Services Division, Food and Drug Administration,
Department of Health - Philippines
Civic Drive, Filinvest Corporate City, Alabang, Muntinlupa City,
Philippines
Tel: +6328571900 local 8201
Correo electrónico: mggabayoyo@yahoo.com

Karen Kristine Roscom
Standards Development Division, Bureau of Agriculture and
Fisheries Product Standards,
Department of Agriculture - Philippines
BPI Compound, Visayas Ave. Diliman, Quezon City, Philippines
Tel: +6324552858 Telefax no.: +6329206131
Correo electrónico: kroscom@yahoo.com

Papua New Guinea

Codex Contact Point
Correo electrónico: codexcontactpoint.png@gmail.com

República de Corea

Kil-jin Kang
Korea Food & Drug Administration
Email: catharina@korea.kr; gjgang@korea.kr

Samoa

Codex Contact Point

Email: codex.samoa@mcil.gov.ws

Ms Julia PETELO

Email: julia.petelo@mcil.gov.ws

Mr Dirk SCHULZ

FAO Sub-Regional Office for the Pacific (SAP)

Apia, SAMOA

Tel: +685 22127

Fax: +685 22 126

Email: dirk.schulz@fao.org

Islas Salomón

Ethel Lano Mapolu

Email: emapolu@moh.gov.sb

Suriname (Republic of Suriname)

Mr. Robert, K.Kross PhD

Email address: robert.kross@uvs.edu

robert_kross@hotmail.com

Vanuatu

Mrs Ruth AMOS - SECONDARY

Food Technology Development Centre & Analytical Unit

Email: ramos@vanuatu.gov.vu

Mrs Tina Soaki-La'au

Food Technology Development Centre & Analytical Unit

Email: tsoaki@vanuatu.gov.vu

Mr Tekon Timothy TUMUKON

National Market Access Coordinator Vanuatu

Email: t.tumukon@phama.com.au

International Organization of the Flavor Industry (IOFI)

Dr T. Cachet

IOFI

6, Avenue des Arts

B-1210 Brussels

BELGIUM

Email: tcachet@iofiorg.org