

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Organización
Mundial de la Salud

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

Tema 13 del programa

CX/CF 14/8/13 (Rev)

Febrero de 2014

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

Octava reunión

La Haya (Países Bajos), 31 de marzo- 4 de abril de 2014

**DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE EL DESARROLLO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA
PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN EN EL ARROZ POR EL ARSÉNICO**

(Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos bajo la presidencia de China y copresidencia de Japón)

INFORMACIÓN GENERAL

1. La 7.^a reunión del Comité sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCFA) (abril de 2013) sometió a debate la posibilidad de desarrollar un código de prácticas (CDP) para prevenir y reducir la contaminación por el arsénico en el arroz, basado en algunos puntos recomendados en el párr. 105 de un documento de debate presentado en dicha reunión (CX/CF 13/7/14).
2. Pese a que el CCCFA apoyó en general el desarrollo de un CDP, no pudo lograr en ese estadio un consenso sobre el desarrollo del CDP. El CCCFA observó que antes de continuar con el desarrollo del CDP era necesario obtener más información sobre las medidas de gestión de riesgos disponibles que los países pudieran poner en práctica, en general, en todas las regiones. A fin de facilitar el desarrollo del documento, se animó a los miembros a realizar investigación y estudios de campo, y a proporcionar información.
3. El CCCFA convino en restablecer un grupo de trabajo por medios electrónicos (GTE) bajo la dirección de China y copresidencia de Japón, para desarrollar ulteriormente el documento de debate, y examinar las prácticas de gestión señaladas en el mismo, a fin de determinar las prácticas de gestión disponibles que puedan proporcionar la base para el desarrollo preliminar de un CDP y, si procede, adjuntar un anteproyecto de CDP para examinarlo en la 8.^a reunión del CCCFA (REP 13/CF, párrs. 104-107).
4. El documento de debate fue desarrollado utilizando plenamente los datos y la información proporcionados por Australia, Brasil, Canadá, China, Indonesia, Japón, Kenya, Filipinas, Singapur, Tailandia, los Estados Unidos de América y FoodDrinkEurope, y teniendo en cuenta las observaciones efectuadas por Australia, Canadá, Indonesia, Filipinas, Reino Unido, los Estados Unidos de América y FoodDrinkEurope. La información complementaria se encuentra en el Apéndice IV y en el Apéndice V se presenta una lista de participantes del GTE.
5. El mandato del GTE era:
 - A) Recopilar información con respecto a las prácticas de gestión determinadas en el párr. 104 de CX/CF 13/7/14;
 - B) determinar las medidas de gestión de riesgos disponibles que puedan proporcionar la base para el desarrollo preliminar de un CDP; y
 - C) si es posible, adjuntar un anteproyecto de CDP para someterlo a consideración en la 8.^a reunión del CCCFA.
6. En el párr. 33 de CX/CF 13/7/14 se indicaron las cuatro medidas siguientes como puntos que se pueden incorporar en el ámbito de aplicación del CDP. Este documento de debate ha centrado su discusión en las tres primeras medidas; en el texto principal del presente documento no se ha incluido el "seguimiento de la efectividad de las medidas". Sin embargo, a fin de ajustarse a la parte del mandato citada en C), el GTE ha incorporado el texto relacionado con el "seguimiento de la efectividad de las medidas" en el anteproyecto de CDP que se ha adjuntado como Apéndice III:
 - Medidas aplicables en el origen;
 - prácticas agrícolas;
 - procesado y cocinado; y
 - seguimiento de la efectividad de las medidas.
7. Se invita al Comité a examinar las conclusiones y recomendaciones del Apéndice I con el fin de decidir el nuevo trabajo para el desarrollo de un Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación en el arroz por el arsénico. Al examinar las conclusiones y recomendaciones, se invita al Comité a que tenga en cuenta la información del Apéndice II.

APÉNDICE I

DESARROLLO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN EN EL ARROZ POR EL ARSÉNICO

CONCLUSIONES

1. A partir de todos los datos e información disponibles, se identificaron medidas aplicables en el origen y medidas de procesado y cocinado que eran medidas de gestión de riesgos disponibles para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz.
2. Para las medidas agrícolas, distintos datos corroboraron que las medidas relacionadas con el control del agua de irrigación y la selección de cultivares eran medidas disponibles de gestión de riesgos para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz. No obstante, en cuanto a las medidas relacionadas con la utilización de modificaciones del suelo y fertilizantes, se disponía solo de datos e información insuficientes para corroborar el efecto de la utilización de esas sustancias. Se necesitan más estudios en este área para incorporarlos en un CDP.
3. A este respecto, el GTE concluyó que hay medidas de gestión de riesgos disponibles que pueden proporcionar la base para el desarrollo preliminar de un CDP.
4. Así pues, el GTE ha desarrollado el proyecto de CDP que se adjunta (Apéndice III) para que la 8.ª reunión del Comité lo someta a consideración.
5. El GTE señaló que si el tiempo lo permite los resultados de investigación y estudios en curso o ulteriores sobre el efecto de las medidas para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz debían insertarse en el CDP, e indicó que la siguiente investigación y estudios podían ser de apoyo para desarrollar mejor el CDP:
 - Los efectos de las modificaciones del suelo y fertilizantes (p.ej., silicatos, fosfatos y sustancias orgánicas) en la concentración de arsénico en el arroz, cuando sea posible, al aplicar cantidades diferentes de sustancias, o al aplicar sustancias en momentos y frecuencias diferentes (p.ej., un solo uso o un uso repetido en cada temporada);
 - la duración del efecto de las modificaciones del suelo y los fertilizantes en la concentración de arsénico en el arroz por su aplicación al suelo una sola vez o varias veces;
 - los efectos secundarios (p.ej., cambio de rendimiento, concentración de cadmio en el arroz) por aplicar las medidas para reducir la concentración de arsénico en el arroz;
 - el efecto de aplicar condiciones de anegación/aerobias en momentos y duración diferentes en el período de cultivo del arroz;
 - la estimación de la concentración de arsénico en el arroz por la concentración de arsénico en el suelo y otros factores que afecten a la concentración de arsénico en el arroz antes del cultivo (p.ej., hierro, silicatos, fosfatos, etc.); y
 - la eficiencia y los costes de eliminación del arsénico en el suelo utilizando cultivos diferentes al arroz que absorbe y acumula en gran medida el arsénico del suelo y los compuestos químicos que absorben en gran medida el arsénico y se separan fácilmente del suelo.

RECOMENDACIONES

6. A partir de las conclusiones anteriores, el GTE recomendó que el CCCF debía:
 - (a) presentar un documento de proyecto para el desarrollo de un CDP para prevenir y reducir el arsénico en el arroz como propuesta de nuevo trabajo;
 - (b) utilizar el proyecto adjunto (Apéndice I), incluidas las medidas indicadas en el documento de debate, como base para el CDP;
 - (c) animar a los miembros a realizar más investigación y estudios sobre el efecto de las medidas para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz. Y animarles también a que compartan los resultados de esa investigación y estudios con los miembros;
 - (d) señalar que el GTE clasificó la investigación y los estudios del párr. 5 como complementarios para desarrollar mejor el CDP; y
 - (e) si el tiempo lo permite, intentar someter a consideración e incluir los resultados de la investigación en curso en el desarrollo del CDP.

APÉNDICE II

MEDIDAS DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN EN EL ARROZ POR EL ARSÉNICO

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Medidas de gestión

1. De conformidad con el mandato, en este documento se someterán a consideración los tres tipos siguientes de medidas de gestión descritas en CX/CF 13/7/14:
 - A) Medidas aplicables en el origen;
 - B) medidas agrícolas (uso de modificaciones del suelo y fertilizantes, control del agua de irrigación y selección de cultivares); y
 - C) medidas de procesado y cocinado.
2. Los datos y la información suministrados en respuesta a la primera y segunda petición de datos e información, y los últimos conocimientos científicos están resumidos en el Apéndice IV y se han utilizado como base para los debates.

Formas del arsénico

3. El CDP del Codex tiene como fin ofrecer directrices a los miembros para prevenir y reducir el arsénico inorgánico (iAs) en el arroz. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC)¹ ha clasificado el arsénico inorgánico como un cancerígeno humano conocido. Puede ser de utilidad verificar el total de arsénico (tAs) en el arroz como un instrumento de detección del iAs, porque analizar el tAs es más fácil que analizar el iAs y, en la mayoría de los casos, la reducción del tAs es correlativa a la reducción de iAs (véanse los Cuadros 2:1-2, 3:1-5 y 3:7 en el Apéndice IV).
4. Pese a que un CDP debería concentrarse en el iAs en el arroz, los efectos de las intervenciones en el tAs y en otras formas de arsénico (MMA y DMA) también pueden considerarse debido a problemas como:
 - Tanto para el arsénico inorgánico como orgánico y cuatro especies de arsénico (arsenito, arsenato, MMA y DMA) se han revelado en cierta medida aspectos cinéticos y bioquímicos de la absorción, transformación, translocación y acumulación en el aire, el suelo, el agua y la planta de arroz pero se necesitan todavía estudios ulteriores; y
 - métodos analíticos validados (preferiblemente en el contexto internacional) para las cuatro especies de arsénico en el suelo y las plantas del arroz son esenciales para estimar el riesgo de iAs en el alimento y comprobar la efectividad de las medidas adoptadas. Mientras algunos métodos analíticos han sido validados internacionalmente a través de estudios en colaboración para estos compuestos de arsénico en el arroz, los métodos para los mismos en el suelo y las plantas del arroz están siendo validados.

DEFINICIONES

5. En este documento se han utilizados las definiciones siguientes:

Grano de arroz (arroz con cáscara) es el arroz que conserva su cáscara después del trillado (GC0649²).

Arroz descascarillado (arroz moreno o arroz de embarque) es el arroz del que se ha eliminado solo la cáscara. El proceso de descascarillado y manipulación puede ocasionar una pérdida parcial del salvado (CM 0649²).

Arroz pulido (arroz elaborado o arroz blanco) es arroz descascarillado del que se ha eliminado todo o parte del salvado y el germen mediante la elaboración (CM 1205²).

Condiciones de anegación significa las condiciones en que el arrozal está lleno o cubierto de agua.

Condiciones aerobias significa las condiciones en que el arrozal está más en condiciones aerobias que de anegación.

Encharcamiento intermitente significa las condiciones en que el arrozal está alternativamente en condiciones de anegación y aerobias.

PUNTOS DE DEBATE

Medidas aplicables en el origen

6. El arsénico es un elemento natural que se encuentra en todo el mundo. Se puede emitir y liberar arsénico al aire, el agua y la tierra. El suelo de los arrozales contiene arsénico. En ellos el arsénico procede principalmente del agua de irrigación, la lluvia, el aire, y el uso de modificaciones del suelo y fertilizantes³ que contienen arsénico. Los arrozales absorben el arsénico del aguacapilar y se acumula en el arroz. En consecuencia, como el medio ambiente (el aire, el suelo, el agua) es la fuente de arsénico en el arroz, las medidas para controlar la vía de suministro de arsénico a los arrozales contribuirían a la reducción del arsénico en el arroz.

¹ <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol23/volume23.pdf>

² Clasificación de Alimentos y Piensos (CAC/MISC 4-1993)

³ "Modificaciones del suelo y fertilizantes" constan de lodos residuales, en adelante lo mismo.

7. Las medidas aplicables en el origen para prevenir y/o reducir el arsénico en el arroz pueden incluir el control y/o la regulación del arsénico en el aire (el aire ambiental y gases de escape), el agua (aguas naturales, desechos líquidos y agua de irrigación) y el suelo (el suelo de la tierra agrícola). Además, la regulación de la producción, venta, utilización y desecho de sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal que pueden contener arsénico (p.ej., plaguicidas, medicamentos veterinarios, aditivos de piensos, piensos, modificaciones del suelo y fertilizantes, producción/desecho de madera, otros desechos) pueden ser también medidas aplicables en el origen.

8. Las medidas arriba citadas se encuentran dentro del ámbito de aplicación del *Código de Prácticas sobre Medidas Aplicables en el Origen para Reducir la Contaminación de los Alimentos por Productos Químicos* (CAC/RCP 49-2001). En particular, las siguientes medidas generales del CAC/RCP 49-2001 pueden ser apropiadas para prevenir y reducir el arsénico en el arroz:

- A) Controlar las emisiones de contaminantes de la industria, por ej., industrias químicas, mineras, metalúrgicas y papeleras;
- B) controlar las emisiones ocasionadas por la producción energética (incluidas las centrales nucleares) y los medios de transporte;
- C) controlar la evacuación de desechos sólidos y líquidos de origen doméstico e industrial, incluida su sedimentación en la tierra, la evacuación de lodos residuales y la incineración de desechos municipales;
- D) controlar la producción, venta, utilización y evacuación de determinadas sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente;
- E) sustituir las sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente por productos más aceptables desde el punto de vista de la salud y el medio ambiente; e
- F) incluir las zonas en cuestión en una lista negra, es decir, prohibir la venta de alimentos y piensos derivados de estas zonas contaminadas en que la tierra agrícola está muy contaminada debido a las emisiones locales, y/o remediar esa polución.

9. Los ocho miembros que proporcionaron información a este GTE implementan medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico. Los ocho países han establecido NM o NR del tAs para uno, dos o todo el aire, el agua y el suelo (véase el Cuadro 1:1 en el Apéndice IV). Seis de ellos han puesto en práctica algunas medidas con respecto a las sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal, y todos ellos establecieron NM o NR para el tAs en las modificaciones del suelo y fertilizantes (véase el Cuadro 1:2 en el Apéndice IV). Algunos miembros presentaron los motivos para poner en práctica las medidas. No disponían de información por no poner en práctica ninguna medida.

10. En la 7.ª reunión del CCCF, un miembro compartió su experiencia con la implementación de medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico, consistente en añadir material de hierro férrico a los depósitos o canales de sedimentación, o cultivar plantas hiperacumuladoras en depósitos de sedimentación tal como se muestra en CF/7 CRD13.

11. Si un país tiene gran parte de la tierra y/o el agua contaminadas con arsénico, le pueden preocupar las posibilidades técnicas, económicas o para la seguridad alimentaria de poner en práctica medidas aplicables en el origen. La información facilitada sobre medidas aplicables en el origen indica que los países miembros eligen las medidas convenientes y efectivas que son generalmente aplicables al aire, el agua, el suelo y/o las sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal.

12. Las medidas recogidas en CAC/RCP 49-2001 se pueden utilizar, en general, como medidas aplicables en el origen para prevenir y reducir el arsénico en el arroz. Sin embargo, como algunos miembros utilizan medidas aplicables en el origen más específicas para el arsénico, el CAC/RCP 49-2001 puede ser demasiado general para utilizarlo en prevenir y reducir el arsénico en el arroz y el entorno circundante. Un CDP que contenga esas medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico ofrecerá a los gobiernos una orientación más útil y efectiva.

13. Como algunos miembros de distintas regiones están utilizando medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico de acuerdo con sus condiciones medioambientales, las medidas de gestión de riesgos disponibles para controlar y regular el aire, el agua, el suelo y las sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal podrían proporcionar la base para el desarrollo preliminar de un CDP.

14. En respuesta a la cuestión sobre la incorporación en un CDP de medidas aplicables en el origen, cinco de seis miembros que contestaron apoyaron la incorporación en el código de medidas aplicables en el origen. En opinión de un miembro las medidas aplicables en el origen determinadas no son pertinentes para la reducción directa del arsénico en el arroz. Mientras que en opinión de otro, el efecto de las medidas aplicables en el origen determinadas necesitan ser corroboradas por datos validados.

15. En respuesta a la cuestión de si el CCCF debería revisar el CAC/RCP 49-2001 ó desarrollar un CDP específico para incorporar medidas aplicables en el origen, específicas para el arsénico, los seis miembros contestaron que apoyaban la última opción.

16. En conclusión, a fin de proporcionar directrices más útiles sobre las medidas aplicables en el origen con respecto al arsénico, el GTE decidió recomendar al CCCF que en el CDP incorpore medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico. El GTE señaló que el CAC/RCP 49-2001 es el eje esencial para el desarrollo de las medidas citadas pero debería seguir siendo un CDP general para todas las sustancias químicas.

Medidas agrícolas

17. La mayoría de las deliberaciones durante la última reunión del CCCF estuvieron centradas en los resultados de los estudios en tiesto y experimentos marco concretos. Sin embargo, a fin de determinar qué medidas agrícolas son factibles en el campo, el CCCF pidió al GTE que sus deliberaciones tuvieran una base científica corroborada por estudios de campo (véase el párr. 105 de REP13/CF). En este sentido, el GTE concentró sus deliberaciones en los datos y la información de los estudios de campo.

A) Para medidas relacionadas con el “uso de modificaciones del suelo y fertilizantes”

18. En los estudios de campo se recopiló información sobre el uso de las modificaciones del suelo y fertilizantes indicados en CX/CF 13/7/14 (los que se indican a continuación) y otros que pueden afectar a la concentración de arsénico en el arroz.

- Sustancias que contienen hierro;
- fosfatos;
- silicatos; y
- sustancias orgánicas.

19. Se disponía de dos estudios de campo sobre el uso de sustancias que contienen hierro. Según esos estudios, la utilización de sustancias que contienen hierro redujo la concentración de arsénico en el arroz hasta el 40% (véase el Cuadro 2:1 en el Apéndice IV).

20. Un estudio de campo demostró que la aplicación de un sorbente (alumbre) no reducible podía reducir la solubilización del arsénico y absorción por el arroz. No obstante, debido al alto coste del alumbre, no sería una modificación del suelo rentable para reducir la absorción de arsénico por el arroz.

21. Además, un miembro informó que se estaban llevando a cabo estudios para averiguar:

- los efectos de distintas concentraciones de nutrientes en el suelo sobre las concentraciones de arsénico orgánico e inorgánico en el suelo, el grano y el forraje;
- los cambios en la química del suelo debido a prácticas de gestión orgánicas o convencionales afines a la acumulación de arsénico en el arroz; y
- qué impacto tienen en la química del suelo y la concentración de arsénico en el arroz las modificaciones con fertilizantes orgánicos y con porcentajes diferentes.

22. Algunos países están estudiando el efecto del uso en los campos de fosfatos, silicatos y sustancias orgánicas. No obstante, no se dispone de ninguna información ni de datos sobre los efectos de aplicar esas sustancias en el campo, para incorporarlas en este documento.

B) Para las medidas relacionadas con el “control del agua de irrigación”

23. En esta sección se han utilizado como base para el debate los siguientes datos e información sobre experimentos en el campo:

- datos proporcionados por un miembro después de la 7.^a reunión del CCCF;
- documentos científicos publicados recientemente además del documento CX/CF 13/7/14; y
- los indicados en el documento CX/CF 13/7/14.

24. Los resultados de todos los estudios arriba citados mostraron que la concentración de arsénico en el arroz aumentaba en condiciones de anegación, y disminuía en condiciones anaerobias del suelo y de encharcamiento intermitente. Los resultados que muestran la misma tendencia se obtuvieron en los estudios realizados en países productores de arroz en distintas regiones utilizando arroz *japonica* y/o *indica* (véase el Cuadro 2:2 en el Apéndice IV).

25. En la última reunión se formularon preocupaciones con respecto a las condiciones que afectan adversamente al rendimiento del arroz. El arroz cultivado en condiciones aerobias tiende a contener concentraciones más bajas de arsénico. Pero al mismo tiempo se dice que el rendimiento del arroz disminuye cuando las condiciones aerobias se aplican durante mucho tiempo en el período de cultivo del arroz. Por ejemplo, en un estudio se demostró una gran reducción del rendimiento junto con la reducción del tAs en el grano (véase el Cuadro 2:2 en el Apéndice IV). Por otra parte, según los demás estudios, mediante la aplicación de las condiciones aerobias durante un tiempo adecuado y controlando el contenido de agua del suelo en el campo, el rendimiento del arroz puede ser sostenido o incluso aumentar con una concentración más baja de tAs en el arroz en comparación con las que se dan en el arroz cultivado en condiciones de anegación (véase el Cuadro 2:2 en el Apéndice IV).

26. Cuando existe la posibilidad de que el suelo del arrozal esté contaminado, tanto con arsénico como con cadmio (Cd), es importante señalar que se debe prestar atención especial al control del agua de irrigación. El cultivo del arroz en condiciones aerobias es efectivo para reducir la concentración de arsénico en el arroz. Sin embargo, las condiciones aerobias contribuyen al aumento de la concentración de cadmio en el arroz (véase el Cuadro 2:2 en el Apéndice IV). Esto demuestra que las medidas de control basadas solo en el control del agua de irrigación son incapaces de reducir al mismo tiempo las concentraciones tanto de arsénico como de cadmio en el arroz. Para solucionar este problema, en Japón se han realizado estudios en cultivares de arroz. Los cultivares de arroz determinados (1, 2), cuando se trasplantaron a suelo muy contaminado con Cd, no contenían Cd en condiciones aerobias. Estos estudios demuestran la posibilidad de identificar los cultivares que no absorben cadmio cuando se cultivan en condiciones aerobias.

C) Para las medidas relacionadas con la "selección de cultivares"

27. Para ver si distintos cultivares de arroz contienen cantidades diferentes de arsénico en el grano, en el Cuadro 2:3 del Apéndice IV se han recopilado los resultados de estudios de campo utilizando distintos cultivares del documento CX/CF 13/7/14 y los proporcionados por un miembro.

28. La información recopilada indica la misma conclusión que la que se describe en CX/CF 13/7/14. Existe una diversidad genética significativa en la absorción de arsénico por las plantas de arroz y en la translocación del arsénico al grano de arroz. Pese a ello, otros factores, como el medio ambiente, la ubicación, gestión de la anegación, y la interacción genotipo - medio ambiente pueden influir en gran medida en la concentración de arsénico en el grano de arroz.

29. En toda región, en las condiciones agrícolas específicas hay varios cultivares que contienen menos arsénico en el grano que otros. Esos cultivares se pueden seleccionar utilizando los artículos científicos para condiciones agrícolas similares del Cuadro 2:3 del Apéndice IV.

30. Como conclusión para A) hasta C), hay suficiente información para las medidas disponibles relacionadas con el "control del agua de irrigación" y la "selección de cultivares" para incorporarla en un CDP. En respuesta a la cuestión sobre la incorporación de esas medidas agrícolas en un CDP, todos los miembros que proporcionaron observaciones al GTE apoyaron esa conclusión.

31. Para los agricultores puede ser difícil seleccionar los cultivares de arroz que producen granos de arroz que contienen bajas concentraciones de arsénico, por tanto el CDP puede contener información para que los gobiernos fomenten la realización de investigación pública y/o desarrollo privado de viveros para crear cultivares de arroz que produzcan granos con bajo contenido de arsénico como una de las opciones a elegir por un gobierno. En opinión de un miembro esta recomendación no debía insertarse en el CDP como una medida agrícola sino que podía colocarse en la sección introductoria del código.

Medidas de procesado y cocinado.

32. Tanto la concentración del tAs como del iAs disminuyen en el arroz mediante la elaboración del arroz descascarillado. Las concentraciones medias del tAs y el iAs en el arroz descascarillado y el arroz pulido se calcularon a partir de más de 8000 puntos de datos proporcionados por los miembros. La concentración media del tAs en el arroz pulido era aproximadamente el 40% más baja que en el arroz descascarillado, tanto *indica* como *japonica*; y la concentración media del iAs en el arroz pulido era aproximadamente el 50% más baja que en el arroz descascarillado en *indica* y el 40% en *japonica* (véase el Cuadro 1 siguiente y el Cuadro 3:1 en el Apéndice IV).

Cuadro 1. Comparación de las concentraciones medias del total de As y As inorgánico

	Arroz descascarillado (mg/kg)		Arroz pulido (mg/kg)		Reducción (%)	
	Total de As	As inorgánico	Total de As	As inorgánico	Total de As	As inorgánico
<i>indica</i>	0,23	0,17	0,14	0,09	39	48
<i>japonica</i>	0,20	0,17	0,13	0,11	35	35

33. Se disponía de tres estudios en que se investigó la reducción de la concentración de arsénico en el arroz procedente de un mismo lote obtenido por elaboración. En dichos estudios, tanto las concentraciones del tAs como del iAs se habían reducido aproximadamente un 40% mediante la elaboración del arroz descascarillado (véase el Cuadro 3:2 en el Apéndice IV). Un estudio muestra que a mayor pulido del arroz descascarillado, mayor es la reducción de las concentraciones del tAs y el iAs (véase el Cuadro 3:3 en el Apéndice IV).

34. Algunos estudios muestran que el lavado/enjuagado es otro proceso efectivo para reducir el arsénico en el arroz. Dos estudios muestran que la concentración de arsénico se redujo lavando con agua el arroz descascarillado o pulido (véase el Cuadro 3:4 en el Apéndice IV). Normalmente el arroz se lava antes de cocinarlo utilizando agua limpia para eliminar el salvado restante de la superficie del arroz. En algunos países, el salvado de la superficie se elimina totalmente con una serie de técnicas, para que el arroz no deba lavarse o para que esté listo para cocinarlo sin lavarlo. Como este tipo de arroz no contiene nada de salvado y el porcentaje de elaboración (87-88% del arroz descascarillado) es ligeramente superior a la elaboración convencional (aproximadamente el 90% del arroz descascarillado), la concentración de arsénico también es más baja que la del arroz pulido convencional (Cuadro 3:3).

35. Para el efecto del cocinado en la concentración de arsénico en el agua se dispone de cuatro estudios. Estos estudios muestran que la reducción de la concentración de arsénico depende en gran medida de la concentración de arsénico en el agua utilizada para cocinar. Cuando el arroz se cocina con una gran cantidad de agua limpia (no contaminada con arsénico) seguido de eliminación del exceso de agua de cocción, la concentración de arsénico en el arroz cocinado disminuye con respecto a la del arroz sin cocinar. Cuando al cocinarlo se utiliza agua contaminada con arsénico, las concentraciones de arsénico en el arroz cocinado aumentan (véase el Cuadro 3:4, 3:5 y 3:6 en el Apéndice IV). Cocinando el arroz en una cantidad excesiva de agua contaminada aumenta más el contenido de arsénico incluso cuando el exceso de agua se elimina (3).

36. Tanto en el proceso de cocinado como de lavado, utilizar una gran cantidad de agua no contaminada y seguidamente escurrir completamente el exceso de agua han demostrado que son efectivos para reducir las concentraciones de iAs y tAs en el arroz cocinado. Al lavar y cocinar el arroz se debe evitar utilizar agua que esté muy contaminada con arsénico.

37. El arroz descascarillado es una fuente de nutrientes, como hierro, magnesio, selenio, vitamina B y fibra alimentaria. La ingesta de arroz descascarillado puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, sobrepeso, y diabetes tipo 2 (USDA/HHS, 2010). Por tanto, pese a que es importante señalar que la elección de arroz pulido podría contribuir a la reducción de la ingesta de arsénico, la elección de arroz pulido se traduciría en la pérdida de los nutrientes citados.

38. En conclusión, varios datos corroboraron que la elaboración, el lavado y el cocinado con agua no contaminada son medidas disponibles de gestión de riesgos para reducir eficazmente las concentraciones de arsénico en el arroz elaborado y cocinado. En respuesta a la cuestión sobre la incorporación de esas medidas de elaboración y cocinado en el CDP, todos los miembros que proporcionaron observaciones apoyaron esa conclusión.

39. Dado que las medidas arriba citadas serían adoptadas principalmente por los fabricantes y los consumidores, se considera que difundir información sobre esas medidas identificadas de gestión de riesgos junto con los riesgos y beneficios del consumo de arroz pulido o descascarillado entre las partes interesadas serían posibles medidas adicionales de gestión de riesgos a incorporar en el CDP.

APÉNDICE III

CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN EN EL ARROZ POR EL ARSÉNICO

(Borrador de Anteproyecto)

INTRODUCCIÓN

1. El arsénico se describe como un metaloide porque presenta propiedades intermedias que son características de los metales y no metales. Según la evaluación del arsénico inorgánico en los alimentos por el JECFA, 1) en estudios epidemiológicos se determinó que el límite más bajo en la dosis de referencia para un incremento de la incidencia de cáncer pulmonar del 0,5% (BMDL_{0,5}) era 3,0 µg/kg de pc por día (2,0-7,0 µg/kg de pc por día basado en el margen de la exposición alimentaria total estimada); y 2) el agua potable era un contribuidor principal al total de arsénico inorgánico de las exposiciones alimentarias y, en función de la concentración, puede ser también una fuente importante de arsénico en los alimentos a través de la preparación de los alimentos y posiblemente de la irrigación de los cultivos, particularmente el arroz.
2. El suelo de los arrozales contiene arsénico. El arsénico también puede ser emitido y liberado al aire, el agua y la tierra, y entra en los arrozales por el agua de irrigación, la lluvia, el aire y el uso de sustancias de desecho que contienen arsénico, utilizadas en la producción agrícola y animal. Las plantas del arroz absorben el arsénico del suelo especialmente en condiciones reductoras y acumulan arsénico en los granos y la paja. Las formas de arsénico en el arroz son arsénico inorgánico (arsenito y arsenato) y arsénico orgánico (ácido monometilarsónico y ácido dimetilarsínico).
3. Pese a que las mejores prácticas para prevenir y reducir la contaminación del arroz por el arsénico deberán concentrarse en el arsénico inorgánico, puede ser conveniente verificar el total de arsénico en el arroz como un instrumento de detección del arsénico inorgánico, porque analizar el total de arsénico es más fácil que analizar el arsénico inorgánico y, en la mayoría de los casos, la reducción del total de arsénico es correlativa a la reducción de arsénico inorgánico.
4. Fuentes de arsénico en el medio ambiente son: 1) la acción volcánica, la volatilización a baja temperatura, la elución del suelo o los sedimentos, como sedimentos holocenos y de origen geogénico por meteorización debido a la formación de suelo a partir de la roca madre local o a partir de sedimentos transportados desde cursos altos, como fuentes naturales; y 2) la evacuación de madera tratada con arsenato de cromo y cobre, uso de plaguicidas de arsénico, emisiones de la industria, especialmente para la minería y el fundido de metales no ferrosos, la quema de combustibles fósiles y grandes centros de población como contaminación industrial/urbana difusa, como fuentes antropogénicas. En el entorno del arrozal, el uso de modificaciones del suelo y fertilizantes contaminados con arsénico son también fuentes de arsénico¹.
5. La concentración de arsénico en el arroz deberá ser todo lo baja que sea viable mediante las mejores prácticas, como medidas aplicables en el origen, buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de fabricación y otras prácticas pertinentes.
6. Al aplicar el código al arroz, deberán elegirse detenidamente medidas desde el punto de vista de su viabilidad, ventajas, efectividad y seguridad alimentaria. Especialmente en el caso de las medidas agrícolas, como los efectos de las medidas agrícolas para reducir la concentración de arsénico en el arroz están muy influidos por las condiciones medioambientales (p.ej., la condición del suelo, la temperatura) y la combinación con otras medidas, su efectividad y viabilidad se someterán a prueba mediante estudios de campo antes de ponerlas en práctica.
7. La efectividad de la aplicación de las medidas para prevenir y reducir la contaminación del arroz por el arsénico se comprobará por vías adecuadas. Si la tierra agrícola o las aguas subterráneas están muy contaminadas por fuentes naturales, fuentes difusas o actividades anteriores, es necesario someter a seguimiento las concentraciones de arsénico en el suelo y el agua de irrigación.
8. Los resultados de los estudios e investigaciones en curso o ulteriores sobre el efecto de las medidas para prevenir y reducir la contaminación del arroz por el arsénico deberán estar disponibles para desarrollar y mejorar este CDP. Especialmente el uso de modificaciones del suelo y fertilizantes puede tener efectos en la reducción y el aumento del arsénico en el arroz por los resultados en varios experimentos en tiestos. Los estudios de campo sobre medidas agrícolas que incluyen los efectos en las modificaciones del suelo y fertilizantes se llevan a cabo en regiones.
9. Este CDP se revisará periódicamente teniendo en cuenta el estado de implementación en cada país, el efecto de las medidas para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz, y los resultados de estudios e investigación en curso o ulteriores sobre el efecto de las medidas para prevenir y reducir la contaminación del arroz por el arsénico.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

10. La intención de este Código de Prácticas es proporcionar a las autoridades nacionales y locales, productores, fabricantes y otros organismos pertinentes todas las directrices posibles para prevenir y reducir la contaminación del arroz por el arsénico. Las directrices contienen tres estrategias (en que se dispone de datos e información) y el seguimiento de la efectividad de las medidas:

- i. Medidas aplicables en el origen;
- ii. Medidas agrícolas;

¹ Muchos fertilizantes pueden contener concentraciones ínfimas de arsénico. "Contaminado" no debe interpretarse como equivalente a niveles ínfimos de arsénico.

- iii. Medidas de procesado y cocinado; y
- iv. Seguimiento.

11. Las medidas agrícolas consisten en este momento en el “control del agua de irrigación” y la “selección de cultivares” debido a la disponibilidad de datos e información. Las medidas sobre el “uso de modificaciones del suelo y fertilizantes” se añadirán a este documento si en el futuro próximo se dispone de datos e información que corroboren el desarrollo de las medidas.

DEFINICIONES

12. En este documento se han utilizado las definiciones siguientes:

Grano de arroz (arroz con cáscara) es el arroz que conserva su cáscara después del trillado (GC0649²);

Arroz descascarillado (arroz moreno o arroz de embarque) es el arroz del que se ha eliminado solo la cáscara. El proceso de descascarillado y manipulación puede ocasionar una pérdida parcial del salvado (CM 0649²).

Arroz pulido (arroz elaborado o arroz blanco) es arroz descascarillado del que se ha eliminado todo o parte del salvado y el germen mediante la elaboración (CM 1205²);

Condiciones de anegación significa las condiciones en que el arrozal está lleno o cubierto de agua;

Condiciones aerobias significa las condiciones en que el arrozal está más en condiciones aerobias que de anegación; y

Encharcamiento intermitente significa las condiciones en que el arrozal está alternativamente en condiciones de anegación y aerobias.

ESBOZO DE LAS PRÁCTICAS RECOMENDADAS

MEDIDAS APLICABLES EN EL ORIGEN

Nota: El texto debería desarrollarse sobre la base de los párrafos 9 - 11 del Apéndice II incluyendo el texto siguiente.

[13. Reducir las fuentes de arsénico es importante para una reducción ulterior de la contaminación de los entornos agrícolas, incluidos los arrozales. Las fuentes de arsénico no son solo de origen natural sino también de actividades antropógenas. Para reducir la contaminación de arsénico en el medio ambiente, las autoridades nacionales alimentarias deben considerar recomendar a sus autoridades responsables del medio ambiente, desechos o sustancias agrícolas lo siguiente:

- Agua de irrigación;
 - detectar el agua de irrigación con elevada concentración de arsénico
 - eliminar el arsénico del agua de irrigación con elevada concentración de arsénico
 - evitar el uso de agua de irrigación con alta concentración de arsénico para la producción de arroz
- Suelo;
 - determinar los arrozales en que la concentración de arsénico en el suelo es elevada y el arroz producido con alta concentración de arsénico inorgánico
- Gases de escape y agua de drenaje de las industrias;
- Sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal, como plaguicidas, medicamentos veterinarios, piensos, modificaciones del suelo y fertilizantes; y
- Desechos que contienen arsénico, como madera tratada con arsenato de cromo y cobre.

14. Los agricultores deberán evitar utilizar agua contaminada con arsénico como agua de irrigación.]

BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

[15. Dado que hay muchas incertidumbres sobre la medida en que los agricultores pueden poner en práctica las medidas, la preparación de los granjeros es una importante medida a tratar.]

Control del agua de irrigación

Nota: El texto debería desarrollarse a partir de los párrafos 24 - 26 del Apéndice II incluyendo el texto siguiente.

[16. Los gobiernos deberán animar a los granjeros a que eviten las condiciones de anegación continuas durante el cultivo del arroz teniendo en cuenta el rendimiento del arroz.]

² Clasificación de Alimentos y Piensos (CAC/MISC 4-1993)

Selección de cultivos

Nota: El texto debería desarrollarse a partir de los párrafos 28 - 31 del Apéndice II incluyendo el texto siguiente.

[17. Los gobiernos deberán fomentar la realización de investigación pública y/o desarrollo privado de viveros para crear cultivos de arroz que produzcan granos con bajo contenido de arsénico.]

PRÁCTICAS DE PROCESADO Y COCINADO [y DE LOS CONSUMIDORES]

Nota: El texto debería desarrollarse a partir de los párrafos 32 - 39 del Apéndice II incluyendo el texto siguiente.

[18. Los gobiernos deberán difundir información sobre los riesgos y beneficios del consumo de arroz pulido o descascarillado entre las partes interesadas, a la luz de las concentraciones de arsénico y los componentes de nutrientes.]

SEGUIMIENTO

Nota: El texto debería desarrollarse a partir de los párrafos 97 - 103 de CX/CF 13/7/14 incluyendo el texto siguiente.

[19. La concentración de arsénico en los arrozales contaminados y en el arroz y sus productos debe someterse a seguimiento antes y después de poner en práctica contramedidas. Si la tierra agrícola o las aguas subterráneas están muy contaminadas por fuentes naturales, fuentes difusas o actividades anteriores, es necesario someter a seguimiento las concentraciones de arsénico en el suelo o el agua de irrigación.

[20. La efectividad de las medidas aplicables en el origen y las medidas agrícolas se debe someter a seguimiento por las concentraciones de arsénico en el arroz.]

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA PARA EXAMEN ULTERIOR DE LAS MEDIDAS

Nota: El texto debería desarrollarse a partir del párr. 5 del Apéndice I incluyendo el texto siguiente.

[21. Los resultados de investigación y estudios en curso o ulteriores sobre el efecto de las medidas para prevenir y reducir la concentración de arsénico en el arroz deberán someterse a consideración para desarrollar el CDP y la siguiente investigación y estudios podían ser de apoyo para desarrollar mejor el CDP:

- Los efectos de las modificaciones del suelo y fertilizantes (p.ej., silicatos, fosfatos y sustancias orgánicas) en la concentración de arsénico en el arroz, cuando sea posible, al aplicar cantidades diferentes de sustancias, o al aplicar las sustancias en momentos y frecuencias diferentes (p.ej., un solo uso o un uso repetido en cada temporada);
- la duración del efecto de las modificaciones del suelo y los fertilizantes en las concentraciones de arsénico en el arroz por su aplicación al suelo una sola vez o varias veces;
- los efectos secundarios (p.ej., cambio de rendimiento, concentración de cadmio en el arroz) por poner en práctica las medidas para reducir las concentraciones de arsénico en el arroz;
- el efecto de aplicar condiciones de anegación/aerobias en momentos y duración diferentes en el período de cultivo del arroz;
- la estimación de la concentración de arsénico en el arroz por la concentración de arsénico en el suelo y otros factores que afecten a la concentración de arsénico en el arroz antes del cultivo (p.ej., hierro, silicatos, fosfatos, etc.); y
- la eficiencia y costes de eliminación del arsénico en el suelo utilizando cultivos agrícolas diferentes al arroz que absorbe y acumula en gran medida el arsénico del suelo y los compuestos químicos que absorben en gran medida el arsénico y se separan fácilmente del suelo.]

APÉNDICE IV
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

EXAMEN DE LAS MEDIDAS APLICABLES EN EL ORIGEN

1. Países miembros que utilizan medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico

En respuesta a la petición de información, Brasil, China, Japón, Indonesia, Filipinas, Singapur, Tailandia y EE UU proporcionaron información pertinente sobre las medidas aplicables en el origen, específicas para el arsénico.

Cuadro 1:1 Miembros que utilizan medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico en el aire, el agua y el suelo

Objetivo		Criterios medioambientales	Obligaciones legales de emisiones de la industria y/o generación energética	Otra gestión
Aire	Aire ambiental	China, Japón		
	Gases de escape	China, Filipinas, EE UU	Singapur, Tailandia	
Agua	Agua natural	Brasil, China, Japón, Filipinas, Singapur		India
	Desechos líquidos	China, Indonesia, Filipinas	Brasil, Japón, Singapur, Tailandia	
	Agua de irrigación	Brasil, China, Indonesia, Japón, Filipinas, Singapur, Tailandia		
Suelo de la tierra agrícola		Brasil, China, Japón, Tailandia		

Cuadro 1:2 Miembros que regulan la producción, venta, uso y desecho de sustancias utilizadas en la producción agrícola y animal

Objetivo	Establecimiento de NM/NR	Otra gestión
Plaguicidas		USA
Medicamentos veterinarios con función médica	Brasil, China	USA
Aditivos alimentarios sin función médica		
Piensos	China, Japón	
Modificaciones del suelo y fertilizantes*	Brasil, China, Indonesia, Japón, Tailandia, EE UU	
Madera		China (utilización de madera), Japón (desecho de madera), EE UU (utilización de madera)
Desechos distintos a la madera	Japón	
Otros		

* incluidos los lodos residuales.

Medidas aplicables en el origen indicadas en CAC/RCP 49-2001 que son pertinentes para las medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico utilizadas por miembros (medidas indicadas en el Cuadro 1:1 y 1:2).

Cuadro 1:3: Medidas indicadas en CAC/RCP 49-2011 y objetivos de las medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico

Medidas indicadas en CAC/RCP 49-2001	Objetivos de las medidas aplicables en el origen específicas para el arsénico
Control de las emisiones de contaminantes de la industria, por ej., industrias químicas, mineras, metalúrgicas y papeleras	aire, agua, suelo
Control de las emisiones ocasionadas por la producción de energía (incluidas las centrales nucleares) y los medios de transporte	aire, agua
Control de la evacuación de desechos sólidos y líquidos de origen doméstico e industrial, incluida su sedimentación en la tierra, la evacuación de lodos residuales y la incineración de desechos municipales	madera, desechos distintos a la madera
Control de la producción, venta, utilización y evacuación de determinadas sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente	plaguicidas, medicamentos veterinarios con función médica, aditivos alimentarios sin función médica, piensos, modificaciones del suelo y fertilizantes, otros
Sustitución de las sustancias tóxicas que persisten en el medio ambiente por productos más aceptables desde el punto de vista de la salud y el medio ambiente	plaguicidas, medicamentos veterinarios con función médica, aditivos alimentarios sin función médica, piensos, modificaciones del suelo y fertilizantes, madera, otros
Incluir las zonas en cuestión en una lista negra, es decir, remediar la contaminación de la tierra y prohibir la venta de alimentos y piensos derivados de esas zonas contaminadas en que la tierra agrícola está muy contaminada debido a las emisiones locales	suelo, agua

EXAMEN DE LAS MEDIDAS AGRÍCOLAS

A) Uso de modificaciones del suelo y fertilizantes

Había tres estudios de campo experimentales realizados en China, Japón y los EE UU, que muestran el efecto de reducir la concentración de arsénico en el arroz mediante la utilización de sustancias que contienen hierro y alumbre.

Cuadro 2:1 Efecto de las modificaciones del suelo y fertilizantes en la reducción de la concentración de arsénico en el arroz.

País	Subespecies	Gestión del agua	Modificaciones del suelo y fertilizantes		Conc. de As en el grano		Ref
			Variedad	Aportación	Total (mg/kg)	Inorgánico (mg/kg)	
China	<i>japonica</i>	Sumersión	Ninguna aportación	0	0,647		Z. M. Xie et al.(1998)(4)
			FeCl ₃ · 6H ₂ O	25 (mg-Fe/kg-suelo)	0,595		
		Secado y remojo	Ninguna aportación	0	0,492		
			FeCl ₃ · 6H ₂ O	25 (mg-Fe/kg-suelo)	0,474		
Japón	<i>japonica</i>	Cada 3 semanas antes y después de la floración, condiciones de anegación	Ninguna aportación	0	0,39	0,31	Datos no publicados
			óxido de hierro con silicato	5,0 (t-Fe/ha)	0,35	0,26	
			hidróxido de hierro	5,0 (t-Fe/ha)	0,29	0,26	
			hierro con valencia cero	5,0 (t-Fe/ha)	0,24	0,20	
EE UU	<i>japonica</i>	Condiciones de anegación continua	Alumbre	0 (kg/ha)	0,179 (pulido)		Datos no publicados
				560 (kg/ha)	0,169 (pulido)		
				1120 (kg/ha)	0,169 (pulido)		
				2240 (kg/ha)	0,138 (pulido)		

B) Control del agua de irrigación

Se disponía de los datos de seis estudios de campo experimentales realizados en la India, China, los EE UU, Bangladesh y Japón. En dichos estudios se investigó el efecto del control del agua de irrigación en la reducción de la concentración de arsénico en el arroz, el cambio en el rendimiento y la concentración de cadmio en el arroz.

Cuadro 2:2 Efecto del control del agua de irrigación en la reducción de la concentración de arsénico en el arroz, el cambio en el rendimiento y la concentración de cadmio

País	Subespecies	Forma del agua de irrigación	Concentración del total de As en el grano (mg/kg)	concentración de As inorgánico en el grano (mg/kg)	Rendimiento (t/ha)	Concentración de Cd en el grano (mg/kg)	Referencia
India	Se desconoce	(15-45 días después de la trasplantación) Encharcamiento continuo	0,56		4,69	-	S. Sarkar <i>et al.</i> (2012)(5)
		Encharcamiento intermitente	0,42		4,33		
		Encharcamiento de saturación	0,53		3,92		
		Condiciones aerobias	0,46		3,65		
China	<i>japonica</i>	Anegación	0,48		7,9	0,04	P. Hu <i>et al.</i> (2013)(6)
		Anegación e intermitente	0,30		10,2	0,12	
		Intermitente	0,22		10,0	0,76	
		Aerobia	0,24		8,4	1,12	
	<i>japonica</i>	Anegación	0,30		9,1	0,08	
		Anegación e intermitente	0,27		9,8	0,20	
		Intermitente	0,15		9,7	1,32	
		Aerobia	0,18		8,5	1,56	
EE UU	<i>indica</i>	Anegación	0,70 (media)		-	-	G.J. Norton <i>et al.</i> (2012)(7)
		No anegado	0,045 (media)		-		
	<i>japonica</i>	Anegación	0,50 (media)		-		
		No anegado	0,040 (media)		-		

País	Subespecies	Forma del agua de irrigación	Concentración del total de As en el grano (mg/kg)	concentración de As inorgánico en el grano (mg/kg)	Rendimiento (t/ha)	Concentración de Cd en el grano (mg/kg)	Referencia
Bangladesh	<i>indica</i>	Anegación en 11,6 mg/kg-As suelo	0,54		8,9	-	J. M. Duxbury <i>et al.</i> (2007)(8)
		Anegación en 26,3 mg/kg-As suelo	0,53		8,1		
		Aerobia (en lechos elevados) en 11,6 mg/kg-As suelo	0,26		7,8		
		Aerobia (en lechos elevados) en 26,3 mg/kg-As suelo	0,28		8,2		
Japón	<i>japonica</i>	(en el período de cada 3 semanas antes y después de la floración) todo anegado todo el período	0,24	0,19	-	-	Datos no publicados
		Antes de la despuntación anegado, después de la despuntación aerobio	0,19	0,18	-	-	
		Antes de la despuntación aerobio, después de la despuntación anegado	0,19	0,17	-	-	
		aerobio todo el período	0,15	0,14	-	-	
EE UU		Anegación	0,236 a*		18,4 (kg/ha)	0,019 c	Anders <i>et al.</i> (2013)(9)
		AWD/60	0,177 b		17,2	0,042 b	
		AWD/40-Anegación	0,164 bc		17,8	0,049 b	
		AWD/40	0,138 c		16,6	0,058 ab	
		Row/60	0,039 d		12,7	0,067 a	
		Row/40	0,025 d		12,1	0,066 a	

Las cifras han sido tomadas de los gráficos de barras en los documentos.

* Las medias seguidas de la misma letra no son muy diferentes (<0,05) según la prueba de rangos múltiples de Duncan

En Italia se realizó otro estudio sobre el control del agua de irrigación. En ese estudio, el suelo estaba saturado de agua utilizando un rociador (en adelante "condiciones de saturación"). En consecuencia, las concentraciones de arsénico en condiciones de saturación (0,001-0,005 mg/kg) se redujeron enormemente en comparación con las condiciones de anegación (0,095-0,23 mg/kg). Este resultado se observó independientemente de las subespecies de arroz (*japonica e indica*)(10).

C) Selección de cultivares

En el Cuadro 2:3 se ha compilado la información y los datos de experimentos de campo sobre la selección de cultivares que figuran en CX/CF 13/7/14 y los proporcionados por los EE UU.

Cuadro 2:3 Variaciones de las concentraciones de arsénico en los cultivares de arroz

País	Cultivar		Gestión del agua	Analito de As (Total o inorgánico)	Descascarillado/ Pulido	Conc. en el grano (mg/kg)			Ref.
	Subespecies	Número de cultivares analizados				Mín	Media	Máx.	
EE UU (California)	<i>japonica</i>	16		Total	Descascarillado	0,02	0,12	0,26	Datos de EE UU presentados
		6			Pulido	0,05	0,08	0,15	
		16		Inorgánico	Descascarillado	0,01	0,09	0,19	
		6			Pulido	0,01	0,06	0,11	
EE UU (Arkansas)	<i>japonica</i>	1		Total	Descascarillado	0,10	0,20	0,38	
		—			Pulido	-	-	-	
		1		Inorgánico	Descascarillado	0,09	0,14	0,23	
		—			Pulido	-	-	-	
EE UU (Texas)	<i>japonica</i>	1		Total	Descascarillado	0,20	0,55	1,03	
		1			Pulido	0,22	0,41	0,51	
		1		Inorgánico	Descascarillado	0,10	0,21	0,24	
		1			Pulido	0,08	0,08	0,16	
Bangladesh		5	En todo el período de cultivo se mantuvieron 3-4 cm de agua sobre el nivel del suelo.	Total	Descascarillado	0,24	0,28	0,31	M. Azizur Rahman <i>et al.</i> (2007)(11)
					Pulido	0,14	0,18	0,23	
		5		Total	Descascarillado	0,31	0,51	0,53	
					Pulido	0,28	0,33	0,42	
		5		Total	Descascarillado	0,38	0,61	0,67	
					Pulido	0,32	0,49	0,58	
		5		Total	Descascarillado	0,47	0,59	0,75	
					Pulido	0,43	0,54	0,65	
Japón	<i>japonica</i>	10'	Se aplicó irrigación completa hasta la cosecha del grano, después drenaje a mitad de temporada.	Total	Descascarillado	0,11	0,14	0,17	M. Kuramata <i>et al.</i> (2011)(12)
				Inorgánico		0,08	0,11	0,13	

País	Cultivar		Gestión del agua	Análito de As (Total o inorgánico)	Descascarillado/ Pulido	Conc. en el grano (mg/kg)			Ref.
	Subespecies	Número de cultivares analizados				Mín	Media	Máx.	
Japón	<i>japonica</i>	10*	Se aplicó irrigación completa hasta la cosecha del grano.	Total	Descascarillado	1,9	2,5	3,1	G. J. Norton <i>et al.</i> (2009) (13, 14)
				Inorgánico		0,14	0,20	0,24	
Faridpur (Bangladesh)		72	Condiciones de anegación continua	Total	Descascarillado	0,16	0,39	0,74	
Sonargaon (Bangladesh)		76	Ciclos húmedos-secos alternativos	Total	Descascarillado	0,07	0,17	0,28	
De Ganga (India)		80	Condiciones de anegación continua	Total	Descascarillado	0,11	0,36	0,84	
Nonaghata (India)		79	Condiciones de anegación continua	Total	Descascarillado	0,05	0,27	0,73	
Chenzhou (China)		80		Total	Descascarillado	0,27	0,41	0,75	
Qiyang (China)		77		Total	Descascarillado	0,37	0,57	0,85	
China		6	Condiciones de anegación (una capa de agua de unos 2-3 cm sobre la superficie del suelo)	Inorgánico	Descascarillado	0,15	0,22	0,35	
				Total	Descascarillado	0,32	0,35	0,69	
EE UU	<i>japonica indica</i>	3	Condición saturada (mantenimiento de la humedad del suelo en la capacidad del campo o sobre la misma)	Total	Descascarillado	0,28**	0,40**	0,56**	B. Hua <i>et al.</i> (2011) (16)
EE UU	<i>japonica indica</i>	3	Condiciones de anegación desde aproximadamente la quinta etapa hasta la madurez completa	Total	Descascarillado	0,46**	1,32**	1,48**	
EE UU	<i>japonica indica</i>	3	Condición saturada (mantenimiento de la humedad del suelo en la capacidad del campo o sobre la misma)	Total	Descascarillado	0,10**	0,16**	0,18**	

País	Cultivar		Gestión del agua	Analito de As (Total o inorgánico)	Descascarillado/ Pulido	Conc. en el grano (mg/kg)			Ref.	
	Subespecies	Número de cultivares analizados				Mín	Media	Máx.		
EE UU	<i>japonica indica</i>	3	Condiciones de anegación desde aproximadamente la quinta etapa hasta la madurez completa	Total	Descascarillado	0,36**	0,44**	0,54**		
Japón	<i>japonica indica</i>	58	Condiciones de anegación excepto drenaje a la mitad del verano a principios de julio	Total	Descascarillado				• M Kuramata <i>et al.</i> (2013)(17)	
				2009		0,08	0,19	0,33		
				2008		0,03	0,10	0,18		
				2007	0,08	0,18	0,30			
				Inorgánico	Descascarillado					
				2009		0,06	0,15	0,27		
				2008		0,01	0,05	0,16		
2007	0,05	0,11	0,24							
China	<i>japonica indica</i>	8		Total	Pulido	0,24	0,48	0,55	• X-L. Ren <i>et al.</i> (2006)(18)	
EE UU	<i>japonica(8) indica(13)</i>	21	Condiciones de anegación hasta 1 semana antes de la cosecha	Total	Pulido				• T. R. Pillai <i>et al.</i> (2010)(19)	
				2005		0,27	0,48	1,83		
				2004		0,19	0,42	0,86		
EE UU	<i>japonica(3) indica(7)</i>	10	Condiciones de anegación hasta 1 semana antes de la cosecha	Total	Pulido					
				2007		0,27	0,38	0,63		
				2004		0,27	0,46	0,60		
				Inorgánico						
				2007		0,09	0,13	0,15		
2004	0,09	0,12	0,15							
Bangladesh	<i>japonica indica</i>	312	Condiciones de anegación hasta la floración de una mayoría de los cultivares y después secado del campo hasta la cosecha.		Pulido	0,19	0,44	0,90	• G. J. Norton <i>et al.</i> (2012) (7)	

País	Cultivar		Gestión del agua	Análito de As (Total o inorgánico)	Descascarillado/ Pulido	Conc. en el grano (mg/kg)			Ref.
	Subespecies	Número de cultivares analizados				Mín	Media	Máx.	
China	<i>japonica indica</i>	295	Condiciones de anegación hasta la floración de una mayoría de los cultivares y después secado del campo hasta la cosecha.		Descascarillado	0,36	0,66	1,27	
Arkansas (EE UU)	<i>japonica indica</i>	352	Se aplicó una anegación en la quinta fase y drenaje 15-20 días después de que hubieran florecido todos los cultivares. Entonces el campo se secó hasta la cosecha.	2007	Descascarillado	0,03	0,21	1,04	
		346		2006		0,10	0,36	0,99	
Texas (EE UU)	<i>japonica indica</i>	377	Riego por inundación hasta que las plantas alcanzaron una altura media de 18cm y después condiciones de anegación.		Descascarillado	0,17	0,62	1,68	
Texas (EE UU)	<i>japonica indica</i>	374	Se continuó el riego por inundación para mantener la humedad de la raíz pero no saturada.		Descascarillado	0,01	0,04	0,13	

* nueve cultivares no glutinosos y un cultivar glutinoso

** Las cifras han sido tomadas de los gráficos de barras en la Figura 1 del documento.

EXAMEN DE LAS MEDIDAS DE PROCESADO Y COCINADO1. Elaboración

(1) Comparación de las concentraciones medias de arsénico en arroz descascarillado y pulido

Entre los datos proporcionados por Australia, China, Indonesia, Japón, Kenya, Singapur, Tailandia y EE UU en respuesta a la petición de datos, se han utilizado como base para el cálculo 8066 puntos de datos en total detectados de muestras con las subespecies (*indica* o *japonica*) y el tipo de arroz (descascarillado o pulido). Las concentraciones de arsénico en arroz descascarillado y arroz pulido fueron comparadas utilizando la prueba U de Mann-Whitney en cada combinación de subespecies de arroz (*indica*, *japonica*/tipos de arsénico (tAs, iAs) En todas las combinaciones de subespecies de arroz/tipos de arsénico, los resultados mostraron las diferencias estadísticas entre el arroz descascarillado y el arroz pulido al nivel de significación del 5%.

Cuadro 3:1 Comparación de la concentración media de arsénico en arroz descascarillado y arroz pulido

	Arroz descascarillado				Arroz pulido				Proporción conc. (Conc. media de As en pulido / descascarillado)	
	Total de As		As inorgánico		Total de As		As inorgánico		Total de As (%)	As inorgánico (%)
	n	Conc. media (mg/kg)	n	Conc. media (mg/kg)	n	Conc. media (mg/kg)	n	Conc. media (mg/kg)		
<i>indica</i>	716	0,23	655	0,17	1127	0,14	912	0,09	61	52
<i>japonica</i>	1477	0,20	1470	0,17	889	0,13	820	0,11	65	65

(2) Reducción de la concentración de arsénico por elaboración

Hay tres estudios realizados por China y Japón que muestran el porcentaje de la concentración de arsénico reducido por la elaboración. En dichos estudios se utilizaron las muestras de los mismos lotes y se determinaron las concentraciones de arsénico tanto para arroz pulido como arroz descascarillado. Tal como se ha indicado en la última sección, dado que la concentración de As en el arroz difiere en función del %DP (grado de pulido), solo hemos utilizado datos con el 90%DP para los datos japoneses de esta sección. (En Japón cuando nos referimos a arroz pulido, el %DP es normalmente 90.)

* El %DP es un porcentaje del grano que permanece después de la elaboración. Por ejemplo, si el %DP es 90, permanece el 90% del grano después de la elaboración y el 10% de las capas externas se eliminan mediante el pulido.

Cuadro 3:2: Reducción de la concentración de As por elaboración

País	Subespecies	Arroz descascarillado		Arroz pulido		Proporción conc. (pulido / descascarillado)		Ref.
		Total de As (mg/kg)	As inorgánico (mg/kg)	Total de As (mg/kg)	As inorgánico (mg/kg)	Total de As (%)	As inorgánico (%)	
China	<i>japonica</i>	0,083-0,739 0,255(media)	0,071-0,567 0,209(media)	0,033-0,437 0,143(media)	0,028-0,217 0,108(media)	37-98 64(media)	36-97 52(media)	Xie K. <i>et al.</i> (2013)(20)
Japón	<i>japonica</i>	0,487	0,431	0,296	0,221	61	51	Datos no publicados
		0,223	0,208	0,147	0,132	66	63	
		0,040	0,044	0,025	0,031	64	71	
Japón	<i>japonica</i>	0,173	0,156	0,107	0,097	62	62	Narukawa <i>et al.</i> (2011)(21)

(3) Relación entre el%DP y la reducción de la concentración de arsénico

Un estudio realizado en Japón demostró la relación entre el%DP y la concentración de arsénico en el arroz. Se determinó la concentración de arsénico inorgánico y total de arsénico de tres muestras del mismo lote para el arroz descascarillado, el 95%DP de arroz pulido, el 90%DP de arroz pulido y para una muestra el 87%DP de arroz pulido.

Cuadro 3:3 Relación entre el%DP y la reducción de la concentración de arsénico

	Arroz descascarillado	Arroz pulido (proporción de la conc. de pulido/descascarillado)		
%DP	100	95	90	87*
Total de As (mg/kg)	0,487	0,411 (84%)	0,296 (61%)	
	0,223	0,179 (80%)	0,147 (66%)	0,125 (55%)
	0,040	0,033 (84%)	0,025 (64%)	
As inorgánico (mg/kg)	0,431	0,325 (75%)	0,221 (51%)	
	0,208	0,156 (75%)	0,132 (63%)	0,119 (58%)
	0,044	0,039 (88%)	0,031 (71%)	

*En Japón el arroz del que se ha eliminado totalmente el salvado se denomina “arroz exento de enjuagado”. La muestra de arroz con un 87%DP es un ejemplo de “arroz exento de enjuagado.” (Normalmente para que el arroz descascarillado se denomine “arroz pulido” el arroz tiene que ser pulido aproximadamente al 90%DP.)

2. Preparación (lavado) y cocinado

(1) Reducción de la concentración de arsénico por enjuagado

Se han proporcionado tres estudios por la India, Japón y el Reino Unido que muestran el cambio en la concentración de arsénico por el enjuague. Se ha utilizado agua no contaminada para enjuagar el arroz en los tres estudios y la concentración de arsénico se determinó antes y después del enjuagado.

Cuadro 3:4 Reducción de la concentración de arsénico por enjuagado utilizando agua no contaminada

País	Subespecies	Arroz sin cocinar			Arroz enjuagado				Proporción de la conc. (enjuagado/sin cocinar)		Ref.
		Tipo	Total de As (mg/kg)	As inorgánico (mg/kg)	Número de veces	Conc. de agua (mg/L)	Total de As (mg/kg)	As inorgánico (mg/kg)	Total de As (%)	As inorgánico (%)	
Japón	<i>japonica</i>	Pulido	0,298	0,231	3	(<0,01) (DDW)	0,242	0,163	81	71	Datos no publicados
			0,147	0,138			0,123	0,114	84	83	
Reino Unido	<i>indica</i> (basmati)	Pulido	0,162	0,093	2	DDW*	0,141	0,086	87	92	Raab <i>et al.</i> (2008)(22)
		Descascarillado	0,131	0,089			0,111	0,080	85	90	
	<i>indica</i> (grano largo)	Pulido	0,229	0,138			0,222	0,131	97	95	
		Descascarillado	0,314	0,183			0,311	0,157	99	86	
India	<i>indica</i>	Pulido	0,204- 0,540		5-6	<0,003			77		M.K.Sengupta <i>et al.</i> (2006)(23)

*DDW significa "agua desionizada doblemente destilada."

(2) Cambio de la concentración de arsénico en el proceso de cocinado.

Se han llevado a cabo tres tipos de estudios en este área. Un tipo es el estudio utilizando agua no contaminada y determinar la concentración del tAs y el iAs antes y después del cocinado (Cuadro 3:5 por la India y el Reino Unido). Otro tipo es utilizando agua contaminada con arsénico y determinar la concentración de arsénico inorgánico antes y después del cocinado (Cuadro 3:6 por España). Y un último estudio, determinar la concentración del total de arsénico e inorgánico en arroz cocinado con agua contaminada con arsénico y agua no contaminada (Cuadro 3:7 por EE UU). Además de estos tres estudios en EE UU se está realizando actualmente un estudio relacionado con el cambio de la concentración de arsénico durante la elaboración y el cocinado.

Cuadro 3:5 Cambio de la concentración del total de arsénico en el proceso de enjuagado y cocinado utilizando agua no contaminada (estudio realizado por la India y el Reino Unido)

País	Subespecies	Analito	Arroz sin cocinar		Arroz enjuagado		Arroz cocinado			Proporción de la conc.		Ref.
			Tipo	As (mg/kg)	Número de veces	Conc. de agua (mg/L)	Proporción de arroz/agua	Conc. de agua (mg/L)	As (mg/kg)	As (%)		
										enjuagado/ no cocinado	cocinado/ no cocinado	
India	<i>indica</i>	Total	Pulido	0,204-0,540	5-6	<0,003	1:5 - 1:6 agua desechada	<0,003		77	42-45	M.K.Sengupta <i>et al.</i> (2006)(23)
			Pulido	0,204-0,540	5-6	<0,003	1:1.5 – 1:2	<0,003			70-74	
			Pulido	0,204-0,540	0	<0,003	1:1.5 – 1:2	<0,003				
Reino Unido	<i>indica</i> (basmati)	Total	Pulido	0,162	2	DDW*	1:2,5	DDW*	0,141	87	87	A Raab <i>et al.</i> (2008)(22)
							1:6 agua desechada		0,103	87	64	
		Inorgánico		0,093	1:2,5	0,090	92	92				
					1:6 agua desechada	0,056	92	60				
		Total	Descascarillado	0,131	1:2,5	0,119	85	85				
					1:6 agua desechada	0,072	85	55				
		Inorgánico		0,089	1:2,5	0,082	90	90				
					1:6 agua desechada	0,048	90	54				
	<i>indica</i> (grano largo)	Total	Pulido	0,229	2	DDW*	1:2,5	DDW*	0,238	97	97	
							1:6 agua desechada		0,165	97	72	
		Inorgánico		0,138	1:2,5	0,144	95	95				
					1:6 agua desechada	0,070	95	51				
		Total	Descascarillado	0,314	1:2,5	0,324	99	99				
					1:6 agua desechada	0,219	99	70				
Inorgánico			0,183	1:2,5	0,157	86	86					
				1:6 agua desechada	0,149	86	56					

Cuadro 3:6 Cambio en la concentración de iAs en el proceso de cocinado utilizando agua contaminada con arsénico (estudio realizado por España)

Subespecies	Arroz sin cocinar		Arroz cocinado			Proporción de la conc. (cocinado/no cocinado)	Ref.
	Tipo	As inorgánico (mg/kg)	Proporción de arroz/agua	Conc. de agua (mg/L)	As inorgánico (mg/kg)	As inorgánico (%)	
<i>Se desconoce</i> (blanco de grano largo)	Pulido	0,15	1:4	0,1	0,40	270	Torres <i>et al.</i> (2008)(24)
				0,3	1,30	870	
				0,6	2,85	1900	
<i>Se desconoce</i> (marrón de grano corto)	Descascarillado	0,20	1:4	0,2	0,80	400	
				0,4	1,45	730	
				0,6	2,30	1200	
<i>Se desconoce</i> (marrón de grano largo)	Descascarillado	0,15	1:4	0,2	0,85	570	
				0,4	1,70	1100	
				0,6	2,10	1400	
<i>Se desconoce</i> (blanco tailandés)	Pulido	0,10	1:4	0,2	0,70	700	
				0,4	1,50	1500	
				0,7	3,25	3300	

Cuadro 3:7 Comparación de la concentración del tAs del arroz cocinado utilizando agua contaminada con arsénico y agua no contaminada (estudio realizado por EE UU)

Subespecies	Tipo	Proporción de arroz/agua	Conc. de agua (mg/L)	Conc. de arroz (mg/kg)		Ref.
				Total de As	As inorgánico	
<i>Se desconoce</i> (grano corto)	Descascarillado	de 1:1 a 1:4	0	0,119	0,108	Ackerman <i>et al.</i> (2005)(25)
			21,9 (As(V))	0,178	0,166	
<i>Se desconoce</i> (grano corto)	Pulido	de 1:1 a 1:4	0	0,099	0,084	
			21,9 (As(V))	0,162	0,128	
<i>Se desconoce</i> (grano largo)	Pulido	de 1:1 a 1:4	0	0,236	0,083	
			21,9 (As(V))	0,310	0,143	

APÉNDICE V

Referencia

1. Ishikawa, S., Ishimaru, Y., Igura, M., Kuramata, M., Abe, T., *et al.*, *Ion-beam irradiation, gene identification, and marker-assisted breeding in the development of low-cadmium rice*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. **109**(47): p. 19166-19171.
2. Ueno, D., Yamaji, N., Kono, I., Huang, C.F., Ando, T., *et al.*, *Gene limiting cadmium accumulation in rice*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010. **107**(38): p. 16500-16505.
3. Bae, M., Watanabe, C., Inaoka, T., Sekiyama, M., Sudo, N., *et al.*, *Arsenic in cooked rice in Bangladesh*. The Lancet, 2002. **360**(9348): p. 1839-1840.
4. Xie, Z.M. and Huang, C.Y., *Control of arsenic toxicity in rice plants grown on an arsenic-polluted paddy soil*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1998. **29**(15-16): p. 2471-2477.
5. Sarkar, S., Basu, B., Kundu, C.K. and Patra, P.K., *Deficit irrigation: An option to mitigate arsenic load of rice grain in West Bengal, India*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2012. **146**(1): p. 147-152.
6. Hu, P., Li, Z., Yuan, C., Ouyang, Y., Zhou, L., *et al.*, *Effect of water management on cadmium and arsenic accumulation by rice (Oryza sativa L.) with different metal accumulation capacities*. Journal of Soils and Sediments, 2013. **13**(5): p. 916-924.
7. Norton, G.J., Pinson, S.R.M., Alexander, J., McKay, S., Hansen, H., *et al.*, *Variation in grain arsenic assessed in a diverse panel of rice (Oryza sativa) grown in multiple sites*. New Phytologist, 2012. **193**(3): p. 650-664.
8. Duxbury, J. and Panaullah, G., *Remediation of Arsenic for agriculture sustainability, food security and health in Bangladesh (Working paper)*. Cornell University and Bangladesh joint publication, FAOWater, FAO, Rome, 2007.
9. Anders *et al.*, *Effect of Water Management on Brown Rice Yield, and Total As and Cd Concentrations*, in *Proc. International Plant Nutrition Colloquium*, 2013: Istanbul, Turkey.
10. Spanu, A., Daga, L., Orlandoni, A.M. and Sanna, G., *The Role of Irrigation Techniques in Arsenic Bioaccumulation in Rice (Oryza sativa L.)*. Environmental Science & Technology, 2012. **46**(15): p. 8333-8340.
11. Rahman, M.A., Hasegawa, H., Rahman, M.M., Islam, M.N., Miah, M.a.M., *et al.*, *Arsenic accumulation in rice (Oryza sativa L.) varieties of Bangladesh: A glass house study*. Water Air and Soil Pollution, 2007. **185**(1-4): p. 53-61.
12. Kuramata, M., Abe, T., Matsumoto, S. and Ishikawa, S., *Arsenic accumulation and speciation in Japanese paddy rice cultivars*. Soil Science and Plant Nutrition, 2011. **57**(2): p. 248-258.
13. Norton, G.J., Duan, G., Dasgupta, T., Islam, M.R., Lei, M., *et al.*, *Environmental and Genetic Control of Arsenic Accumulation and Speciation in Rice Grain: Comparing a Range of Common Cultivars Grown in Contaminated Sites Across Bangladesh, China, and India*. Environmental Science & Technology, 2009. **43**(21): p. 8381-8386.
14. Norton, G.J., Islam, M.R., Deacon, C.M., Zhao, F.-J., Stroud, J.L., *et al.*, *Identification of Low Inorganic and Total Grain Arsenic Rice Cultivars from Bangladesh*. Environmental Science & Technology, 2009. **43**(15): p. 6070-6075.
15. Liu, W.J., Zhu, Y.G., Hu, Y., Williams, P.N., Gault, A.G., *et al.*, *Arsenic sequestration in iron plaque, its accumulation and speciation in mature rice plants (Oryza sativa L.)*. Environmental Science & Technology, 2006. **40**(18): p. 5730-5736.
16. Hua, B., Yan, W.G., Wang, J.M., Deng, B.L. and Yang, J., *Arsenic Accumulation in Rice Grains: Effects of Cultivars and Water Management Practices*. Environmental Engineering Science, 2011. **28**(8): p. 591-596.
17. Kuramata, M., Abe, T., Kawasaki, A., Ebana, K., Shibaya, T., *et al.*, *Genetic diversity of arsenic accumulation in rice and QTL analysis of methylated arsenic in rice grains*. Rice, 2013. **6**(1): p. 3.
18. Ren, X.L., Liu, Q.L., Wu, D.X. and Shu, Q.Y., *Variations in concentration and distribution of health-related elements affected by environmental and genotypic differences in rice grains*. Rice Sci, 2006. **13**(170): p. 178.
19. Pillai, T.R., Yan, W., Agrama, H.A., James, W.D., Ibrahim, A.M.H., *et al.*, *Total grain-arsenic and arsenic-species concentrations in diverse rice cultivars under flooded conditions*. Crop Science, 2010. **50**(5): p. 2065-2075.
20. Xie, K., Bin, Y., Feng, H., Xiao-Hong, S., Xiao-Wei, L., *et al.*, *Arsenic and arsenic speciation and exposure assessment for rice from China's major producing areas by HPLC-ICP-MS*. Environmental Science & Technology, 2013. **in press**.
21. Narukawa, T., Hioki, A. and Chiba, K., *Speciation and Monitoring Test for Inorganic Arsenic in White Rice Flour*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011. **60**(4): p. 1122-1127.
22. Raab, A., Baskaran, C., Feldmann, J. and Meharg, A.A., *Cooking rice in a high water to rice ratio reduces inorganic arsenic content*. Journal of Environmental Monitoring, 2009. **11**(1): p. 41-44.
23. Sengupta, M.K., Hossain, M.A., Mukherjee, A., Ahamed, S., Das, B., *et al.*, *Arsenic burden of cooked rice: Traditional and modern methods*. Food and Chemical Toxicology, 2006. **44**(11): p. 1823-1829.
24. Torres-Escribano, S., Leal, M., Vélez, D. and Montoro, R., *Total and Inorganic Arsenic Concentrations in Rice Sold in Spain, Effect of Cooking, and Risk Assessments*. Environmental Science & Technology, 2008. **42**(10): p. 3867-3872.
25. Ackerman, A.H., Creed, P.A., Parks, A.N., Fricke, M.W., Schwegel, C.A., *et al.*, *Comparison of a Chemical and Enzymatic Extraction of Arsenic from Rice and an Assessment of the Arsenic Absorption from Contaminated Water by Cooked Rice*. Environmental Science & Technology, 2005. **39**(14): p. 5241-5246.

APÉNDICE VI**Lista de participantes****Presidencia****China**

Yongning WU, M.D., Ph D
 Chief Scientist and Professor
 China National Center for Food Safety Risk Assessment (CFSA)
 Director of Key Lab of Food Safety Risk Assessment
 National Health and Family Planning Commission
 Head of WHO Collaborating Center for Food Contamination Monitoring (China)

Panjiayuan Nanli 7, Chaoyang District
 Beijing 100021, PR China
 Tel: 86-10-67779118 or 52165589,
 Fax 86-10-67791253 or 52165489

Co-presidencia**Japón**

Mr. Kenji Asakura
 Director Plant Products Safety Division
 Food Safety and Consumer Affairs Bureau
 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japan

Miembros participantes**Argentina / Argentine**

Ing. Agr. Catalani Gabriela Alejandra
 Codex Focal Point Argentina
 Department of Agriculture (MAGYP), Argentina

Lic. Silvana Ruarte
 Food Analytical Service
 National Food Institute ANMAT

Martin Colicigno
 Technical Advisor
 Department of Agriculture (MAGYP), Argentina

Australia / Australie

Dr. Leigh Henderson
 Section Manager, Product Safety Standards
 Food Standards Australia New Zealand

Austria / Autriche

Ms Dr. Daniela Hofstädter
 Austrian Agency for Health and Food Safety
 Division Data, Statistics and Risk Assessment

Brazil / Brésil / Brasil

Lígia Lindner Schreiner-ANVISA

Canada / Canadá

Mr. Luc Pelletier
 Scientific Evaluator
 Health Canada

Dr. Robin Churchill
 Senior Scientific Evaluator
 Health Canada

Chile / Chile

Mrs. Enedina Lucas
 Sección Coordinación Laboratorios Ambientales,
 Departamento de Salud Ambiental, Instituto de Salud Pública

China / Chine

Dr. Chuanyong JING
 Professor
 State Key Laboratory of Environmental Chemistry and
 Ecotoxicology
 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese
 Academy of Sciences

Dr. Xiaowei LI
 Associate Professor
 MOH Key Lab of Food Safety Risk Assessment
 China National Center for Food Safety Risk Assessment
 (CFSA)

Dr. Hongzhen LIAN
 Professor
 State Key Lab of Analytic Chemistry for Life Science
 School of Chemistry & Chemical Engineering,
 Nanjing University, PR China

Ms. Yi SHAO
 Associate Researcher
 Food Safety National Standard Secretary
 China National Center for Food Safety Risk Assessment
 (CFSA)

Dr. Jianbo SHI
Associate Professor
State Key Laboratory of Environmental Chemistry and
Ecotoxicology
Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese
Academy of Sciences

Dr. Guoxin SUN
Associate Professor
State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology
Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese
Academy of Sciences

Dr. Yongguan ZHU
Professor and Director General
Institute of Urban Environment
Chinese Academy of Sciences

Xiamen, P R China

European Union / Union Européenne / Unión Europea

Mr Frank Swartenbroux

Ghana

Dr. Joseph N. L. Lamptey
Crop Research Institute
Codex Contact Point (Ghana)
Ghana Standards Authority

Indonesia / Idonésie

Tetty Helfery Sihombing (Ms)
Director of Food Product Standardization
National Agency of Drug and Food Control, Indonesia

Iraq

Shaker M. Ibrahem
Head / Food Chem. Dept.
Senior consultant, B.Sc., D.Ch.(Eng.), M.Phil.(Eng.)
Central Public Health Laboratories

Japan / Japon / Japón

Mr. Masanori AOKI
Assistant Director
Plant Products Safety Division, Food Safety and Consumer
Affairs Bureau
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Mr. Nobuyuki HAMASUNA
Section Chief
Plant Products Safety Division, Food Safety and Consumer
Affairs Bureau
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Dr. Jin FUKUMOTO
Deputy Director
Standards and Evaluation Division, Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare

Mr. Wataru IIZUKA
Assistant Director
Standards and Evaluation Division, Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare

Kenya

Mrs. ALICE A. ONYANGO

Manager

Codex Contact Point - Kenya International Codex Food
Standards Development Kenya Bureau of Standards

**Korea, Republic of / République de Corée /
República de Corea**

Han-Sub Chang
Researcher
Republic of Korea, National Agricultural Products Quality
Management Service

Kiljin KANG
Deputy director
Republic of Korea
Hayun Bong
Codex Researcher
Republic of Korea

Ji-Young Kim
National Academy Agricultural Science
Rural Development Administration
Contact Point
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
Ministry of Food and Drug Safety

Malaysia / Malaisie / Malasia

Ms. Nik Shabnam binti Nik Mohd Salleh
Deputy Director
Standards and Codex Branch
Food Safety and Quality Division
Ministry of Health Malaysia

Ms. Ezlin Abdul Khalid
Assistant Director
Food Safety and Quality Division
Ministry of Health Malaysia

Philippines / Filipinas

Edith San Juan
Chief Research Specialist
Technology Development Division, Food Development Center
National Food Authority
Department of Agriculture

**Russian Federation / Fédération de Russie /
Federación Rusa**

Sergey Hotimchenko
Head of Laboratory

Singapore / Singapour / Singapur

Joanne Chan Sheot Harn
Director (Food Safety Division)
Health Sciences Authority

Spain / Espagne / España

Ana López-Santacruz
Head of Service in the Sub-directorate General of Food Risk
Management
Ministry of Health, Social Services and Equality

Anouchka Biel Canedo
Head of Section in the Sub-directorate General of Food Risk
Management
Ministry of Health, Social Services and Equality

M^a Ignacia Martín de la Hinojosa de la Puerta
Head of Service of the Agri-food Laboratory
Ministry of Agriculture, Food and Environment

Manuela Mirat Temes
Agri-food Laboratory technician
Ministry of Agriculture, Food and Environment

Felicidad Herrero Moreno
Technician of the Alert Veterinary Network
Ministry of Agriculture, Food and Environment

Thailand / Thaïlande / Tailandia

Mrs. Chutiwan Jatupornpong
Standards officer
Office of Standard Development, National Bureau of
Agricultural Commodity and Food Standards

United Kingdom / Royaume-Uni / Reino Unido

Paul Jenkins
Food Standards Agency Environmental & Process
Contaminants Branch Chemical Safety Division

United States of America / États-Unis d'Amérique / Estados Unidos de América

Henry Kim
U.S. Food and Drug Administration
Center for Food Safety and Applied Nutrition

Lauren Posnick Robin
U.S. Food and Drug Administration
Center for Food Safety and Applied Nutrition

Consumers International

Michael Hansen
Senior Scientist, Consumer Reports USA.

FoodDrinkEurope

Patrick Fox
Junior Manager Food Policy, Science and R&D

International Alliance of Dietary/Food Supplement Associations (IADSA)

Yi Fan Jiang

International Council of Grocery Manufacturer Associations (ICGMA)

Adrienne T. Black, Ph.D., DABT
Senior Manager, Science Policy and Chemical Safety
Grocery Manufacturers Association

Susan Abel
Vice President Safety and Compliance
Food & Consumer Products of Canada

The Institute of Food Technologists (IFT)

James R. Coughlin, Ph.D.
President, Coughlin & Associates:Consultants in
Food/Nutritional/Chemical Toxicology and Safety