

comisión del codex alimentarius



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DE LA SALUD



S

OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00153 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 9(b) del programa

**CX/CF 09/3/10
Enero de 2009**

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

Tercera reunión

Róterdam, Países Bajos, 23 – 27 de marzo de 2009

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LOS BENZENOS EN LOS REFRESCOS (Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos dirigido por Nigeria)

INFORMACIÓN GENERAL

1. El Comité del Codex sobre Contaminantes en los Alimentos (CCCCF), en su Segunda reunión, celebrada en abril de 2008,¹ examinó cuestiones relacionadas con la formación de bencenos en los refrescos y convino en establecer un grupo de trabajo por medios electrónicos (GTe) dirigido por Nigeria y abierto a la participación de todos los miembros, a fin de preparar un documento de debate sobre los bencenos en los refrescos.

2. El objetivo del documento de debate era aclarar el estado del conocimiento y el alcance de la cuestión. Se distribuyó a todos los contactos del Codex una invitación a participar en el GTe, y Alemania, Bélgica, Brasil, Canadá, la Comunidad Europea, Costa Rica, Cuba, Dinamarca, Francia, Egipto, Ghana, Japón, Kenya, Malawi, Nigeria, el Reino Unido, la FAO, el ICBA y el IFT manifestaron su interés en participar. La lista de participantes figura en el Anexo I.

INTRODUCCIÓN

3. Los bencenos están presentes en el medio ambiente por actividades humanas y por una variedad de procesos industriales; también se producen naturalmente. En particular, los bencenos se producen por la combustión de combustibles fósiles, el humo de los cigarrillos y también por los vapores de la gasolina. Se producen comercialmente, son sustancias químicas utilizadas en la fabricación de otras sustancias químicas, tintes, detergentes y en algunos plásticos. También se pueden producir en la naturaleza, en menor medida, por los volcanes e incendios forestales. Las emisiones de los automóviles son la principal fuente de bencenos en el medio ambiente,² y los alimentos y el agua potable sólo aportan cantidades menores a la exposición diaria de la población a los bencenos.

4. La presencia de bencenos en los alimentos se puede atribuir a numerosas posibles fuentes. Pueden estar naturalmente presentes (en cantidades ínfimas) en los alimentos, a consecuencia de cambios inducidos durante la elaboración de los alimentos por las transformaciones producidos por altas temperaturas o procedimientos de cocción, por radiaciones ionizantes o por migración o filtración de materiales de envasado.³⁻¹¹ Los bencenos también pueden estar presentes en los alimentos a consecuencia de la contaminación del agua o del dióxido de carbono utilizado como gasificante, a través de otras condiciones de almacenamiento o debido a la ubicuidad de los bencenos en el medio ambiente.³⁻¹¹ Se han encontrado bencenos en diversos alimentos, como huevos, queso, bananos, fruta, carne y diversas salsas, por lo general

en concentraciones de pocas partes por millardo (ppb o ng/g).^{3-5,10,12,13} En el agua potable, las concentraciones de bencenos suelen ser inferiores a 5 µg/L (ppb).^{14,15}

5. A principios del decenio de 1990 se descubrió que se pueden formar bencenos en algunas bebidas por descomposición y reacción de precursores añadidos o naturalmente presentes, como las sales de benzoatos y el ácido ascórbico, en determinadas condiciones.^{3,4,17} Esto es motivo de preocupación ya que los bencenos están considerados carcinógenos humanos, de acuerdo a la información disponible sobre inhalación en trabajadores expuestos por motivos laborales, y con apoyo de información sobre exposición oral de estudios con animales.¹⁸⁻²⁰ Se ha observado que personas que han inhalado concentraciones muy elevadas de bencenos en su centro de trabajo presentan un riesgo mayor de cáncer.^{21,22} Los bencenos son carcinógenos que producen tumores en roedores en muchas partes del cuerpo, y leucemia en las personas.²³ El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer¹⁹ clasifica los bencenos como carcinógeno humano del Grupo 1. En consecuencia, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) y la industria de los refrescos comenzaron a investigar y descubrieron que la exposición a determinadas condiciones de calor y de luz puede estimular la formación de bencenos en algunas bebidas que contienen ácido benzoico o sales de benzoatos y ácido ascórbico (vitamina C).¹⁷ Las sales de benzoatos se añaden a algunos refrescos como conservadores para evitar la formación de bacterias, levaduras y mohos. El ácido benzoico y sus sales también están presentes naturalmente en algunas frutas y en sus jugos, como los arándanos, las ciruelas secas y frescas y casi todas las bayas. La vitamina C se puede utilizar como antioxidante o estar presente en las bebidas en forma natural.

6. Después de descubrirse la posibilidad de que se formen bencenos en algunas bebidas, la industria de las bebidas tomó medidas para reformular los productos interesados. Sin embargo, desde el decenio de 1990 hay muchos fabricantes nuevos de bebidas en el mercado y algunos comenzaron a enriquecer sus bebidas con ácido ascórbico y otros nutrientes. En 2005, la presencia de bencenos en algunos productos bebestibles en los Estados Unidos dio lugar a la realización de estudios sobre la presencia de estas sustancias en las bebidas en muchos países. A partir de algunos estudios nacionales, las concentraciones de bencenos presentes en refrescos por lo general son inferiores que las concentraciones permitidas para los bencenos en el agua potable (<5-10 µg/L). Los pocos casos en que se encontraron concentraciones altas se notificaron a los productores y muchos de estos productos se reformularon para eliminar la formación de bencenos. En 2006 el Consejo Internacional de Asociaciones de Bebidas (ICBA) publicó un documento de orientación sobre las medidas que pueden tomar los fabricantes de refrescos para atenuar las posibilidades de formación de bencenos.²⁴

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

7. La siguiente sección presenta un resumen de las principales conclusiones y la evaluación toxicológica de los bencenos proporcionadas, en su mayor parte, en el documento de referencia de la OMS sobre los bencenos en el agua potable.¹⁵

Absorción y distribución

8. Los bencenos ingeridos por la boca son absorbidos rápidamente en el aparato digestivo y distribuidos ampliamente en todo el cuerpo. La cantidad de bencenos presente en el cuerpo disminuye rápidamente en cuanto cesa la exposición. Después de ingeridos, los tejidos adiposos contienen los niveles más altos de metabolitos de los bencenos.

Metabolismo y eliminación por excreción

9. El metabolismo y la eliminación de los bencenos absorbidos parecen seguir una dirección análoga en los animales de laboratorio que en las personas. Los bencenos se convierten principalmente en fenoles por la función conjunta del sistema oxidasa, principalmente en el hígado, pero también en la médula ósea. Una cantidad pequeña de fenoles se metaboliza en hidroquinona y catecol, y una cantidad todavía menor se convierte en ácido fenilmercapturico y trans mucónico. Del 12% al 14% (hasta el 50% en animales de laboratorio) de la dosis absorbida se excreta sin modificaciones en el aire espirado. En la orina se excreta una parte pequeña sin cambios, el resto se excreta como fenoles conjugados.

Efectos de los bencenos en la salud

Resultados de experimentos con animales de laboratorio

10. En estudios con animales se ha demostrado que la toxicidad oral aguda de los bencenos es baja. Sin embargo, la exposición oral repetida de roedores a concentraciones bajas de bencenos produce efectos tóxicos, principalmente en la sangre y en los tejidos que forman la sangre (por ejemplo: depleción linfóide de los folículos esplénicos [ratas] y el timo [ratas machos], hiperplasia hematopoiética de la médula ósea [ratones], linfocitopenia y leucocitopenia asociada [ratas y ratones]).

11. Los bencenos no son teratogénicos incluso en dosis tóxicas durante la gestación.

12. Los bencenos no son mutagénicos pero pueden producir daños en los cromosomas de las plantas y en las células somáticas de los mamíferos, tanto *in vitro* como *in vivo*. Su potencial clastofénico se debe en parte a sus metabolitos hidroxilados.

13. La modalidad de acción de la toxicidad de los bencenos no se conoce cabalmente. Los bencenos y sus metabolitos pueden interferir con la formación del huso mitótico y es posible que no interactúen directamente con el ADN. Sin embargo, se ha documentado el enlace del benceno con los ácidos nucleicos. Los bencenos son carcinogénicos en las ratas y ratones después de exposición oral y por inhalación, y producen tumores malignos de origen epitelial en muchos lugares (como la glándula de Zymbal, el preestómago y la glándula adrenal [ratas y ratones]; la cavidad oral [ratas]; los pulmones, el hígado, la glándula harderiana, la glándula prepucial, los ovarios y las glándulas mamarias [ratones]).

Efectos en los seres humanos

14. Está documentado que los bencenos tienen un grado bajo de toxicidad aguda al administrarlos a diferentes especies animales a través de distintas vías de exposición. La única dosis aguda oral letal en los seres humanos se ha estimado en alrededor de 10 ml (en torno a $125 \text{ mg kg}^{-1} \text{ pc}$).⁶³ Los síntomas de toxicidad son: náusea, vómito y dolor abdominal.²³ Se ha atribuido la letalidad (en el caso del benceno inhalado e ingerido) a paro respiratorio, depresión del sistema nervioso central o posiblemente colapso cardíaco. En caso de exposición por inhalación, otra causa posible de muerte es la asfixia debido a edema o hemorragia pulmonar.⁶⁴

15. Existe cierta concordancia entre los animales y los seres humanos en cuanto a los efectos en la sangre y en los tejidos que forman la sangre. Por ejemplo, los roedores muestran depleción linfóide de los folículos esplénicos, hiperplasia hematopoiética de la médula ósea, linfocitopenia y leucocitopenia asociada después del suministro repetido de dosis bajas de bencenos. Los sujetos humanos con hematopatía por bencenos muestran efectos citogénéticos en los linfocitos periféricos, y existe documentación considerable de que la exposición a elevadas concentraciones de bencenos (325 mg/m^3) se asocia al desarrollo de pancitopenia o anemia aplásica.

16. Sin embargo, los tumores de origen epitelial observados en el modelo de cáncer en los animales no se observan en los estudios epidemiológicos ni en numerosos estudios de caso. En cambio, la exposición humana a los bencenos se relacionó con la presencia de leucemia (en particular, leucemia mieloide aguda), que es un efecto que no se observa en las valoraciones biológicas con roedores.

Clasificación del benceno

17. Debido a la demostración inequívoca de la carcinogenicidad del benceno en los seres humanos y en los animales de laboratorio y por sus efectos documentados en los cromosomas, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) considera los bencenos carcinógenos humanos y están clasificados en el Grupo 1.¹⁹

Principales estudios toxicológicos utilizados en la evaluación de riesgos y para obtener las directrices para el agua potable

18. Diversas organizaciones de reglamentación han formulado directrices para los bencenos en el agua potable.

19. El estudio sobre carcinogenicidad en roedores²⁵ se sigue citando como estudio fundamental en las evaluaciones de la OMS^{14,15} y del Ministerio de Salud del Canadá^{26,27} de los riesgos en el agua.

20. El Organismo de los Estados Unidos para la Protección del Medio Ambiente (EPA)²⁰ estableció una dosis de referencia (DR) para la exposición oral crónica basada en el modelo de dosis de referencia de un

punto final no carcinógeno (disminución del número de linfocitos) en el estudio de Rothman²⁸ sobre la exposición humana ocupacional a los bencenos por inhalación, y aplicó una extrapolación de una vía a otra (inhalación a oral) y factores de inocuidad.

21. El EPA²⁹ estableció asimismo directrices para el agua potable basadas en un estudio sobre inhalación ocupacional de bencenos en seres humanos, de Rinsky y otros³⁰, con la leucemia como punto final, utilizando un factor de cáncer oral y extrapolando de una vía a otra.

22. El análisis de Rinsky et al.³⁰ también se seleccionó como base para la evaluación de riesgos de la exposición oral a los bencenos³¹ del Instituto Nacional para la Salud Pública de los Países Bajos (RIVM). Se utilizaron tanto las dosis de referencia no cancerígenas del EPA como los factores de la pendiente del cáncer en una evaluación cuantitativa de riesgos para las exposiciones ambientales generales a los bencenos, realizada por Toxicology Excellence for Risk Assessments (TERA).³²

MÉTODOS DE ANÁLISIS Y TOMA DE MUESTRAS

23. Las técnicas citadas a menudo como métodos para determinar la presencia de bencenos y otros compuestos orgánicos volátiles en los alimentos son el de purga y trampa (P&T) estática y dinámica, toma de muestras de espacio de cabeza (HS) seguido de cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS) que es el método preferido, o detección por ionización de flama (FID)/GC.^{33,34} Muchos estudios documentaron el uso de GC/MS HS estático para estudiar diversos jugos de fruta y otras bebidas, así como agua y refrescos.^{3,4,35,36}

24. Dado que las concentraciones de bencenos en las bebidas por lo general son muy reducidas y la interferencia de otras sustancias químicas volátiles que forman parte de las bebidas puede generar resultados falsos positivos, los organismos de reglamentación, como el Ministerio de Salud del Canadá y la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), así como diversas organizaciones europeas, utilizan el método de GC/MS porque este instrumento permite confirmar la identidad de los compuestos detectados.^{35-37,21} Los métodos del ICBA, basados en los métodos del EPA y validados por la industria de los refrescos, específicamente un método de GC/MS que utiliza muestreo de espacio de cabeza para determinar la presencia de bencenos en bebidas carbonatadas y no carbonatadas, y un análisis dinámico de espacio de cabeza de purga y trampa para refrescos carbonatados y productos de jugos.²⁴ Otros métodos publicados de muestreo con espacio de cabeza estático^{36,38,39} presentan técnicas análogas pero pueden incluir refinamientos como crioenfoque de la muestra para incrementar la sensibilidad y la resolución.³⁷ La presencia de bencenos en el agua y en otras bebidas, como los refrescos, por lo general se cuantifica mediante dilución de isótopos con un estándar interno de benceno-d₆. Sin embargo, este método puede no ser adecuado para otras matrices de alimentos más complejas.

25. Muchos métodos publicados documentan un límite de cuantificación de 1 µg/L.^{4,21,35,40} El Ministerio de Salud del Canadá documentó recientemente un límite de detección más bajo (0,016 µg/L) y una repetibilidad buena con un método mejorado.³⁷ Además del espacio de cabeza estático como medio de toma de muestras, algunos investigadores han utilizado el de purga y trampa⁴ o técnicas de microextracción en fase sólida (SPME).^{7,21} En el decenio de 1990, se introdujeron la SPME y la destilación al vacío (VD) para extraer COV de diversas matrices.^{41,42} Si bien la VD y la SPME no están ampliamente documentados para la determinación cuantitativa de los bencenos en alimentos, estas técnicas justifican la investigación futura.

26. En determinadas condiciones (pH bajo, temperatura elevada, presencia de ácido benzoico), se pueden formar bencenos durante la inyección en espacio de cabeza, y dar lugar a falsos positivos.¹¹ Por lo tanto, los métodos analíticos utilizados deberán adoptarse apropiadamente para evitar la formación artificial de bencenos. Muchos de los métodos antes mencionados ofrecen medios para afrontar esta cuestión.

FACTORES QUE REPERCUTEN EN LA PRESENCIA DE BENCENOS EN LOS REFRESCOS

27. la determinación de la presencia de bencenos en refrescos y otras bebidas motivó la investigación de las vías de formación de los bencenos a partir del ácido benzoico y el ácido ascórbico.^{4,17,24,43} Pruebas de laboratorio demuestran que el principal activador en la formación de bencenos en las bebidas en ciertas condiciones de reacción que pueden prevalecer en algunas bebidas es la presencia de precursores como las sales de benzoatos (benzoato de sodio, potasio o calcio) así como el ácido ascórbico.^{17,24} Se piensa que la reacción de los radicales OH* con los benzoatos conduce a la formación de un radical inestable de ácido benzoico (C₆H₅—COO*) que pierde fácilmente CO₂ (decarboxilación) para formar un radical de benceno. Entonces se forman bencenos a consecuencia de la abstracción de hidrógeno de una molécula donante adecuada. Los benzoatos se convierten en ácido benzoico libre en condiciones ácidas, como las de

numerosos refrescos y bebidas. La fuente de peróxido de hidrógeno es una reacción con ayuda de ácido ascórbico, mediada por cantidades catalíticas de sales de hierro o de cobre, que produce el anión radical superóxido el cual se convierte espontáneamente en peróxido de hidrógeno.^{8,17,43}

28. Sin embargo, es importante señalar que la presencia de ácido benzoico y ácido ascórbico no necesariamente conduce a la formación de bencenos.^{11,44}

29. Se ha asociado una mezcla de ácido benzoico y ácido ascórbico, en presencia de determinados minerales, como las sales de cobre (II) y de hierro (III), que se producen en bajas concentraciones en el agua potable, además de otros factores como el pH de la bebida, la presencia de oxígeno, la temperatura de almacenamiento y la exposición a luz UV, con la formación de bencenos,^{4,17,43,8} donde el calor es el factor predominante en las dos últimas condiciones.²⁴ Se cree que el mecanismo de formación se basa en la reacción de Fenton entre iones de metal ([cobre(I), hierro(II)] presentes en el agua y el peróxido de hidrógeno, que produce radicales hidroxilos (OH*). La formación de bencenos también puede ocurrir cuando en las fórmulas de bebidas se usan, donde se permite, jugos y otros ingredientes que contienen naturalmente o de otra manera fuentes de ácido benzoico y ácido ascórbico.⁴

30. Análisis realizados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), el Reino Unido y el Ministerio de Salud del Canadá mostraron grandes variaciones en la concentración de bencenos en distintos lotes del mismo producto, y en algunos casos entre muestras del mismo lote, lo que podría significar que las condiciones de almacenamiento repercuten en la formación de bencenos.^{22,36,37,40} La concentración de bencenos también resultaba más elevada en los refrescos de dieta y en las bebidas que contienen edulcorantes intensos.^{24,36,38} Algunos estudios indican que el ácido eritórbito (un isómero del ácido ascórbico, también llamado ácido ascórbico-d), donde está permitido, puede conducir a la formación de bencenos, de manera similar al ácido ascórbico.^{24,40}

31. Lachenmeier y sus colegas¹¹ descubrieron que las concentraciones de cobre y hierro eran considerablemente más elevadas en las muestras positivas de bencenos que en las muestras negativas, lo que confirma las observaciones anteriores. Sin embargo, algunas bebidas que contienen concentraciones más altas de estos iones no contienen bencenos. Si bien algunos estudios indican que la presencia de sales de benzoatos y otros precursores pueden conducir a la formación de bencenos, la reacción es compleja y no se entiende por completo.

32. Experimentos de McNeil y sus colegas⁴ mostraron que la sustitución del benzaldehído (un compuesto aromatizante utilizado para simular el sabor a cereza) por sales de benzoato podría participar en la formación de bencenos. El mecanismo de formación de los bencenos en este caso no se conoce. Con todo, podrían bastar cantidades residuales de iones metálicos para iniciar la formación del radical hidroxilo.^{4,43}

33. Van Poucke y sus colegas³⁹, en un estudio sobre bebidas disponibles en el mercado minorista belga, descubrieron que la presencia de ácido benzoico y un regulador de la acidez o una mezcla de reguladores de la acidez (por ej., ácido cítrico, ácido fosfórico), o de ácido ascórbico y un regulador de la acidez, influían en la formación de bencenos.

34. Datos de algunos estudios³⁹ indican que el tipo de material de envase, solo o aunado a otros factores (benzoatos y ácido ascórbico solos o combinados) también pueden intervenir en la formación de bencenos, asociada al grado de permeabilidad del material a la luz UV. Las concentraciones de bencenos aparecieron más elevadas en botellas de plástico que en los productos que se venden en latas o en botellas de vidrio. Otros factores, como las condiciones de almacenamiento (calor, luz) también pueden contribuir.

35. En síntesis, muchos factores pueden repercutir en la oxidación del ácido ascórbico y la producción consiguiente de radicales hidroxilos, incluidas las concentraciones de benzoatos y ácido ascórbico, el tipo y la presencia de determinados iones metálicos que catalizan la formación de bencenos, el pH de la solución, la exposición al calor y la luz UV, así como los efectos de distintos agentes quelantes. Todos estos factores interactúan en forma compleja. De esta manera, no se puede evaluar en forma fidedigna con los conocimientos de hoy si se forman bencenos y en qué medida en los alimentos correspondientes.⁸ Dada la complejidad de la reacción, no se ha logrado establecer una relación general entre la cantidad de benzoatos y ácido ascórbico (en las bebidas) y la cantidad de bencenos que se forma. Se ha indicado, a partir de los conocimientos actuales, que el análisis de las fórmulas de los refrescos en condiciones aceleradas de análisis es el mejor medio para determinar el potencial de formación de bencenos.²⁴

PRESENCIA DE BENCENOS

36. Heikes y sus colegas⁴⁶ descubrieron bencenos en 28 de 234 alimentos listos para el consumo de los estudios la dieta total (EDT) realizados por la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos, en un rango de 9,49 a 283 ppb, donde la concentración más elevada se encontró en la col agria (sauerkraut). Un estudio de cinco años de los alimentos compuestos de la dieta total encontró bencenos casi en todos los 70 alimentos analizados, salvo en el queso americano y el helado de vainilla, en concentraciones de 1 a 190 ppb.¹³ No obstante, la FDA recomendó más recientemente que los datos de los EDT se utilicen con cautela debido a una evaluación que indicó que el método analítico utilizado en ese estudio produjo resultados elevados y poco seguros sobre los bencenos en algunos alimentos, en particular sobre los que contenían conservantes de benzoatos, como los refrescos. Las concentraciones de bencenos en los refrescos registradas en estos estudios no fueron congruentes con las documentadas en la bibliografía de otros estudios más recientes.⁴⁷ Cao y sus colegas^{36,37}, así como Lachenmeier y sus colegas¹¹ indicaron que determinadas condiciones analíticas, así como temperaturas elevadas y concentraciones elevadas de ácido benzoico pueden conducir a la formación de benceno artificial.

37. En general, la información de estudios selectivos de muestreo y de la dieta total revelan que las concentraciones de bencenos en los alimentos pocas veces exceden valores bajos (en general en ppb o ng/g bajos).

38. La información disponible indica que casi todas las muestras tomadas en los mercados nacionales de todo el mundo están muy por debajo del nivel de referencia de la OMS de 10 µg/L de bencenos, establecido para el agua potable.

39. Poco después del descubrimiento, en el decenio de 1990, de que los benzoatos y el ácido ascórbico pueden reaccionar y formar bencenos, el Ministerio de Salud del Canadá hizo un estudio de los bencenos en fruta, jugos de fruta, bebidas de fruta y refrescos.³ Las concentraciones de bencenos en estos productos resultaron inferiores a los 5 µg/L, concentración máxima aceptable (CMA) para los bencenos en el agua potable del Canadá.³ Específicamente, los niveles promedio de bencenos en jugo de fruta recién extraído, jugos con y sin benzoatos, bebidas sin carbonatos con y sin benzoatos, refrescos con y sin benzoatos, fueron 0,042, 0,672, 0,056, 0,395, 0,116, 0,793 y 0,062 µg/kg, respectivamente. Los jugos de fruta y los refrescos carbonatados que consignaban en la etiqueta un contenido de benzoatos, presentaron concentraciones aproximadamente 10 veces mayores de bencenos que los que no contenían benzoatos. No se observó la misma tendencia en las bebidas de frutas, donde los autores indicaron que el ácido benzoico natural podría estar presente en algunos jugos. Otro estudio análogo realizado en los Estados Unidos para determinar las concentraciones de bencenos en alimentos y bebidas que contenían benzoatos naturales o añadidos y ácido ascórbico encontraron concentraciones bajas de bencenos, inferiores a 1 ppb, casi en la totalidad de las bebidas analizadas.⁴ La concentración más alta de bencenos se encontró en un producto de humo líquido.

40. Un estudio de la presencia de bencenos en 60 bebidas disponibles en el mercado italiano reveló la presencia de bencenos en concentraciones de 1 a 3,8 ppb.⁶

41. En 2005, algunas muestras de bebidas revelaron elevados contenidos de bencenos (FDA 2006), lo que hizo a muchos países realizar estudios sobre la presencia de bencenos en los refrescos y en otras bebidas. Se hicieron estudios en países como los Estados Unidos (2005-2007), el Reino Unido (2006), Australia y Nueva Zelanda (2006), Corea del Sur (2006), Japón (2006), Canadá (2006-2007), Irlanda (2006-2007), Bélgica (2006-2007) y Alemania (2006-2007).^{11,22,35,36,38,39,47-55} Casi en todos los estudios la toma de muestras se concentró en productos que contenían benzoato de sodio y ácido ascórbico. Los resultados se publicaron en revistas científicas o en los sitios web de las organizaciones de reglamentación que hicieron los estudios. Los resultados del análisis de cientos de muestras por organismos nacionales de los gobiernos y la industria de las bebidas fueron congruentes y revelaron niveles de µg/L bajos de bencenos en las bebidas con ingredientes específicos que pueden conducir a la formación de bencenos. En el Cuadro 1 se exponen más detalles de estos estudios.

42. La FDA de los Estados Unidos estudió 199 muestras de refrescos y otras bebidas, de 2005 a mayo de 2007.^{38,40} Sólo un reducido número de productos (10) contuvo más de 5 µg/L de bencenos, directriz establecida por el Organismo para la Protección del Medio Ambiente, de los Estados Unidos, para el agua potable. Se encontraron concentraciones de bencenos superiores a 5 µg/L en nueve productos que contenían benzoatos y ácido ascórbico añadidos, y en una bebida de jugo de arándanos que contenía ácido ascórbico añadido pero no contenía benzoatos añadidos. Los benzoatos están presentes naturalmente en los arándanos. Los fabricantes de los Estados Unidos reformularon los productos que superaban los 5 µg/L de bencenos. La

FDA analizó muestras de estos productos reformulados y encontró que los niveles de bencenos eran inferiores a 1,1 ng/g (el equivalente aproximado de 1,1 µg/L).

43. En 2006, la Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido (FSA) tomó 150 bebidas de supermercados y de diversas tiendas independientes de cuatro regiones del Reino Unido.^{21,22,48} Las muestras consistían principalmente de concentrados (zumos), bebidas carbonatadas y bebidas listas para el consumo sin gas (con menos del 25% de contenido de azúcar). Casi todas las bebidas contenían benzoatos y ácido ascórbico. Se seleccionó también un número limitado de zumos (jugos) de mango y bebidas de arándanos ya que estas frutas contienen bencenos naturales. De las 150 bebidas de muestra, 107 (70%) no contuvieron concentraciones detectables de bencenos, y cuatro productos presentaron concentraciones promedio de bencenos superiores a 10 µg/L. Estos productos, fabricados antes de la aplicación en el Reino Unido de la directriz industrial, se retiraron de la venta. El FSA pidió a la industria de los refrescos que asegurara que los niveles de los bencenos se mantuvieran los más bajos que fuera practicable.

44. El Organismo de Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelandia (FSANZ) tomó muestras de 68 bebidas aromatizadas, en marzo y abril de 2006.⁴⁹ El muestreo se hizo principalmente en bebidas con más probabilidades de contener bencenos debido a la presencia de benzoato y ascorbato e incluyó refrescos de cola y no de cola, aguas minerales aromatizadas, cordiales, jugos de fruta, bebidas de fruta, bebidas energéticas y agua aromatizada para deportes. De las 68 muestras analizadas, 38 productos bebestibles presentaron un contenido insignificante de bencenos. Los niveles detectados oscilaron de 1 a 40 µg/L. Más del 90% de todas las bebidas estudiadas presentaron concentraciones de bencenos inferiores a las directrices de la OMS para el agua potable (10 µg/L).

45. En marzo de 2006 la Autoridad de Inocuidad de los Alimentos de Irlanda (FSAI) hizo un estudio conjunto con el Laboratorio de Analistas Públicos de Galway, con el fin de establecer las concentraciones de bencenos presentes en 76 muestras de refrescos, zumos y aguas disponibles en el mercado irlandés.⁵⁴ Sólo siete bebidas contuvieron bencenos en cantidad superior al límite de detección y de ellas, dos excedieron la directriz de la OMS para el agua potable, de 10 µg/L. En un estudio de seguimiento se analizaron 63 muestras de los mismos tipos de bebidas para determinar la presencia de bencenos. De éstas, nueve superaron el límite de detección y dos la directriz de la OMS para los bencenos en el agua potable.⁵⁵

46. En 2006, el Ministerio de Salud del Canadá puso en marcha un estudio de los bencenos en los refrescos y en algunas bebidas con bajo contenido de alcohol y mezclas para cócteles, con el objetivo de evaluar las concentraciones de bencenos en los productos disponibles en el Canadá.^{36,44,52} Se analizaron muestras de 118 productos para detectar los bencenos. Se encontraron bencenos en muestras de cuatro de los productos en concentraciones superiores a la directriz canadiense de 5 µg/L en el agua potable. En estas muestras, las concentraciones positivas promedio fueron de 6,0 a 23,0 µg/L. Casi en todos los demás productos no se detectaron bencenos o se detectaron en niveles inferiores a los 5 µg/L para el agua potable. Para los pocos productos en los que se encontró inicialmente una cantidad superior a la directriz de Canadá de 5 µg/L para el agua potable, se observó una reducción significativa de las concentraciones de bencenos en los productos reformulados.

47. El Ministerio de Salud del Canadá hizo un estudio de seguimiento en 2007 para evaluar las concentraciones de bencenos en 139 muestras de refrescos y otras bebidas (110 eran los mismos productos analizados en el estudio de 2006), con otro método más sensible, capaz de detectar concentraciones de 0,016 µg/L (11, 18).^{37,53,56} Debido al método utilizado de mayor sensibilidad se encontraron bencenos en el 67% de los 139 productos analizados, pero las concentraciones promedio de casi todos los productos siguieron resultando bajas. Con la excepción de determinadas mezclas para cócteles y una muestra de refresco con gas, las concentraciones promedio fueron inferiores a 5 µg/L. Las mezclas para cócteles son para diluirse antes del consumo, lo que se traduce en una exposición más baja al benceno.

48. La Agencia Federal Belga para la Inocuidad de la Cadena Alimentaria estudió 134 refrescos con bajo contenido de calorías, recogidos de octubre de 2006 a mayo de 2007 en el mercado belga.³⁹ Todas las muestras, salvo una (10,98 µg/L), presentaron concentraciones inferiores a 10 µg/L y tres superiores a 5 µg/L.

49. La Administración para los Alimentos y los Medicamentos de Corea hizo dos estudios para determinar la presencia de bencenos en bebidas. En el primero, las concentraciones de bencenos en 37 productos varió de 1,7 a 263 ppb.⁵⁰ El estudio de seguimiento se llevó a cabo para analizar las concentraciones de bencenos en 30 de los mismos productos, poco después de la fecha de fabricación, y los resultados fueron de 5,7 a 87,7 ppb.⁵¹ Se recomendó a los fabricantes cuyos productos contenían concentraciones de bencenos superiores a la directriz de la OMS para los bencenos en el agua potable que retiraran sus productos del mercado.

50. Se hizo un estudio de los bencenos en productos alimentarios alemanes, concentrándose en aquellos en los que se había señalado anteriormente la posibilidad de que contuvieran bencenos (como las bebidas con ácido ascórbico y ácido benzoico), y prestando atención a los productos vendidos como alimentos para lactantes o niños pequeños.¹¹ Los productos se recogieron entre 2006 y 2007 y consistieron en 451 muestras de diferentes refrescos, bebidas para lactantes y niños pequeños (bebidas con fruta, hortalizas y/o té), "alcopops", bebidas con mezcla de cerveza, así como jugos de zanahoria para el consumidor en general y para niños pequeños. Las muestras se analizaron con un método analítico con un límite de cuantificación de 0,13 µg/L. El nivel promedio de bencenos encontrado en las muestras de refrescos fue de 0,24 µg/L. De 313 refrescos analizados, sólo una muestra superó los 10 µg/L y 7 muestras resultaron por encima de 1 µg/L. Es interesante que las concentraciones presentes en los jugos de zanahorias, y especialmente en los destinados a niños pequeños, presentaron concentraciones más elevadas que las de todos los otros grupos de bebidas. Alrededor del 88% de los jugos de zanahoria para niños pequeños presentaron concentraciones de bencenos superiores a 1 µg/L. Los autores señalaron que la formación de bencenos en el jugo de zanahoria es producido principalmente por un mecanismo térmico (los jugos para niños pequeños se tratan térmicamente durante períodos más prolongados que los jugos de zanahoria destinados al público en general), ya que ninguno de los jugos de zanahoria del estudio contenía ácido benzoico. Los autores indicaron que se requeriría otro estudio para determinar los precursores responsables, pero señalaron que también sería posible la catálisis por metales de la formación de bencenos ya que se encontraron cantidades más elevadas de estos metales en los jugos de zanahoria. Los autores concluyeron que, con pocas excepciones, la exposición del consumidor a los bencenos a través de los refrescos y las bebidas alcohólicas del mercado alemán parece ser escasa y casi insignificante, teniendo en cuenta la exposición a los bencenos a través de otras fuentes.

51. Wu y sus colegas¹⁰ descubrieron que seis cervezas chinas, de un estudio de 84, contenían concentraciones detectables de bencenos (1,9 a 7,1 ug/L; media 4,0 ug/L). Los autores, a través de otra investigación posterior, hipotizaron que el CO₂ utilizado para carbonatar podría haber dado lugar a la formación de los bencenos.

52. El Instituto Nacional Japonés de Ciencias de la Salud hizo un estudio de mayo a julio de 2006 sobre la presencia de bencenos en 31 productos de refrescos a los que se habían añadido como aditivos alimentarios benzoato de sodio así como ácido ascórbico (vitamina C). De los 31 productos analizados, 30 presentaron concentraciones de bencenos inferiores a 10 µg/L. En un producto se encontró una concentración de bencenos de 73,6 µg/L en un producto.

Cuadro 1. Datos de los estudios del contenido de bencenos en refrescos y otras bebidas

País/Organización	Año	N	LOD ¹ y/o LOQ ² (ppb)	positivos	rango (ppb)	Tipos de productos	Ref.
Bencenos en refrescos y otras bebidas (resultados de estudios después de su detección en los años de 1990)							
Canadá	1991/1992	97	LOD: 0,03	97	0,018 - 3,83	fruta en jugos recién extraídos y muestras de jugos de frutas del mercado minorista, bebidas de fruta y refrescos	3
EE.UU.	1991/1992	59	LOQ: 1,0	19	<1 - 121	incluye alimentos en los que se documentó anteriormente contenido de bencenos (agua, huevos, jamón, etc.)	4
EE.UU.	1991/1992	44	LOQ: 0,05	15	<0,05 - 9,0	refrescos, jugos, cervezas y aguas de hortalizas elaboradas	45
Italia	2001	60	LOD: 0,05	60	1,00 - 3,93	bebidas de cola, bebidas de cola de pocas calorías, bebidas de jugo de naranja y bebidas carbonatadas	6
Bencenos en refrescos y otras bebidas (resultados de estudios después de su detección en 2005)							
FSANZ	2006	68	LOQ: 1,0	38	<1 - 40	refrescos de cola y no de cola, aguas minerales aromatizadas, cordiales, jugos de frutas, bebidas energéticas y aguas aromatizadas para deportistas	49
Bélgica	2006/2007	134	LOD: 0,1; LOQ: 0,3	90	<0,1 - 10,98	refrescos con pocas calorías	39
M. de Salud Canadá	2006	124	LOD: 0,16 y 0,26; LOQ: 1,0	49	<1 - 23	refrescos, jugos, <i>coolers</i> con bajo contenido de alcohol, jarabes (por ej. granadina) y mezclas para cócteles	36,52
M. de Salud Canadá	2007	139	LOD: 0,016	93	<1-18		37,53
China	2006	84	LOQ: 1,0	6	<1- 7,1	cervezas disponibles en el mercado minorista y en cervecerías, 7 cervezas importadas	10
Alemania	2006/2007	451	LOD: 0,04 ; LOQ: 0,13	192	<0,04 - 41,8	refrescos, <i>alcopops</i> , bebidas con mezcla de cerveza y bebidas para lactantes y niños pequeños, incluido el jugo de zanahoria	11
FSAI	2006	76	LOQ: 1,0	7	<1 - 91	refrescos, bebidas carbonatadas, concentrados (jugos concentrados), bebidas sin carbonato y aguas aromatizadas	54
FSAI	2007	63	LOQ: 1,0	9	<1 - 18,3		55
KFDA	2006	37	n/a	37	1.7 - 263 (+ve's)	bebidas con benzoatos y ácido ascórbico, bebidas enriquecidas con vitamina C	50
KFDA (seguimiento)	2006	30	n/a	27	5.7 - 87,8 (+ve's)	bebidas enriquecidas con vitamina C	51
RU (industria de refrescos)	2006	230	n/a	n/a	8,0 (highest); most <	La FSA pidió información a la industria sobre el contenido de bencenos en las bebidas: resumen de la agregación de los datos	22,48
FSA RU	2006	150	LOQ: 1,0	43	<1-28	concentrados (jugos), bebidas carbonatadas y bebidas listas para el consumo sin carbonatar, mezclas para cócteles, bebidas para el deporte/alto contenido de energía y algunos jugos de fruta	22,48
Japón	2006	31	LOQ: 1	31	<1-73,6	refrescos comerciales que contienen benzoato de sodio y ácido ascórbico	
FDA	2005/2006	113	LOD: 0,2 y 0,02; LOQ: 1,0	73	<1 - 87,9	refrescos y otras bebidas, así como otras bebidas carbonatadas, bebidas no carbonatadas y cócteles de jugo de arándanos	40
FDA	2006/2007	86	LOD: 0,04	51	<1 - 88,9		40
EE.UU.	2008	199	LOD: 0,05; LOQ: 0,2	125	<0,05 - 88,9		38

n/d - no está disponible, ¹LOD - Límite de detección, ²LOQ - Límite de cuantificación

EXPOSICIÓN A TRAVÉS DE LA ALIMENTACIÓN

Bencenos en las bebidas

53. Algunas organizaciones normativas han concluido que la exposición a los bencenos a través del consumo de refrescos y de otras bebidas en general es baja y casi insignificante, que representa una aportación menor al total de la exposición a los bencenos de otras fuentes (por ej., el ambiente interno/externo, las emisiones de los vehículos y el consumo de agua potable y de alimentos en los cuales pueda haber bencenos presentes como contaminante ambiental).

54. Haws y sus colegas⁵⁷ hicieron un estudio de las concentraciones de bencenos en el producto bebestible en el que se encontraron las concentraciones más elevadas de benceno (fórmula anterior) en el estudio de la FDA sobre los bencenos en las bebidas, además de estudiar el producto reformulado. Los autores utilizaron hipótesis de exposición muy contenidas, en las cuales se utilizó el 95% del límite superior de confianza de los datos de presencia del estudio para estimar la exposición diaria de los consumidores a los bencenos a partir de este tipo de bebidas, desglosados en diversos grupos de edad. Los autores concluyeron que la exposición a los bencenos a través de las bebidas es insignificante, en comparación con la que se produce por inhalación, y que no había riesgo inaceptable para la salud en el consumo de estos productos.

55. El Ministerio de Salud del Canadá hizo evaluaciones de la exposición en 2006 y 2007^{44,56} sobre la presencia de bencenos en refrescos y otras bebidas. Las estimaciones de la ingesta diaria probable (PDI) para los productos bebestibles, excluidos los productos con concentraciones más elevadas (que se han reformulado desde entonces) variaron de 6 a 9 ng/kg pc/día para los adultos (suponiendo un peso corporal de 60 kg), 8 ng/kg pc/día para los niños de 5 a 11 años de edad (26,4 kg pc) y 6 ng/kg pc/día para los de 12 a 19 años (53,8 kg pc) para distintas hipótesis de ingesta de bebidas. Las estimaciones de la exposición basadas en los resultados del estudio de 2007 y las cifras de consumo y pesos corporales puestos al día fueron: 1,8 - 11 ng/kg pc/día para los adultos (70 kg peso corporal), 3,3 ng/kg pc/día para los niños de 5 a 11 años (30 kg pc), y 2,8 a 4,2 ng/kg pc/día para los de 12 a 19 años (60 kg pc) para la combinación de todos los refrescos y otros productos de bebidas no alcohólicas combinadas, o todas las bebidas alcohólicas combinadas para los grupos de edad que consumen estos productos.

Exposición a los bencenos a partir de otras fuentes

56. La vía más significativa de exposición a los bencenos para la población general es a través de inhalación del medio ambiente.^{2,18,23,58,59} La presencia de bencenos en la gasolina y su gran uso como solvente industrial puede traducirse en considerables y extensas emisiones en el medio ambiente. La exposición en el interior de los hogares se puede producir por el humo de los cigarrillos y por materiales de construcción.

57. Otras fuentes posibles de exposición a los bencenos son el consumo de agua potable y alimentos en los que puede haber bencenos debido a contaminación ambiental, industrial o relacionada con la producción; naturalmente; por migración desde materiales de envasado; por formación debido al calor durante la cocción de los alimentos o en los procedimientos de elaboración; o a consecuencia de la radiación de alimentos.^{3-6,8-11} En general, la exposición a través de alimentos y agua es muy inferior que por medio del aire^{15,59}. Los bencenos del agua y los de origen alimentario sólo aportan un porcentaje pequeño de la ingesta total diaria en los adultos que no fuman (de 3 al 24 µg/kg pc/d).¹⁸ La ingesta de la población en general a través de productos alimentarios se estima inferior al 2% del total de la exposición a los bencenos a través de todas las fuentes.^{2,58,59}

58. Se han elaborado diversas estimaciones de la exposición humana a los bencenos a través del aire, los alimentos y el agua, y se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Exposición de la población mundial en general a los bencenos, clasificada por actividad y medios. (Adaptada de: FSANZ (2006) y HC (2006))

Fuente de exposición	Exposición estimada	Referencia
Aire		
Exposición por inhalación	220 µg (microgramos)/día	58
Medio ambiente	9-91 µg/día	2
Al llenar el tanque de gasolina	32 µg durante el llenado (3 mins)	58
Actividades relacionadas con los automóviles	49 µg/día	2
Conducir durante una hora	40 µg/día	23

Alimentación		
Alimentos y bebidas	0,2-3,1 µg/ día (huevos sin bencenos o 2ppb de bencenos)	58
Alimentos	0,42 - 1,65 µg/día	2
Agua potable	0,12 – 1,4 µg/ día	2
Alimentos	120-325 ng/kg pc/ día	44
Agua y alimentos	1,4 µg/ día	18
Alimentos y agua potable	250 ug/ día (4200ng/kg pc/ día, adulto de 60 kg)	26
Alimentos	180 ug/ día (3000 ng/kg pc/ día, adulto de 60 kg)	15
Fumar cigarrillos	7900 µg/día	58
	1815 - 1820 µg/día	2
	1800 µg/día	18
Humo pasivo de cigarrillos	6 - 63 µg/día	2
	50 µg/día	18

59. Las estimaciones de la exposición presentadas en el Cuadro 2 no incluyen las estimaciones realizadas con los datos de estudios más recientes (2006/2007) obtenidos por diversos organismos normativos internacionales y organizaciones para la inocuidad de los alimentos, sobre la presencia de bencenos en las bebidas. De cualquier manera, estas estimaciones más recientes quedan en el mismo rango o son inferiores que las concentraciones encontradas anteriormente en otros alimentos. Además, no hacen una aportación significativa a la ingesta total de bencenos y para la población en general no representarían una fuente importante de exposición.

60. Las diferencias entre las estimaciones correspondientes a la ingesta alimentaria presentadas en el Cuadro 2 se pueden atribuir a los datos del estudio y/o a los enfoques utilizados para obtener estas estimaciones. La presencia de bencenos en algunos alimentos puede obedecer al método analítico utilizado, según se expuso anteriormente.^{11,36,47} La FDA declaró recientemente que su método analítico del total de sólidos disueltos produjo resultados inciertos para los bencenos. Algunas de las estimaciones de la exposición a través de los alimentos arriba presentadas se pueden haber obtenido de estos datos.

PREVENCIÓN DE LA PRESENCIA DE BENCENOS EN LOS REFRESCOS

61. El Consejo Internacional de Asociaciones de Bebidas (ICBA) elaboró y aprobó un *Guidance Document to Mitigate the Potential for Benzene Formation in Beverages* que han adoptado numerosos consejos y asociaciones nacionales de las bebidas, y se ha puesto a disposición de los fabricantes de bebidas de todo el mundo. La orientación ofrecida por el documento²⁴ del ICBA resume los factores que pueden atenuar la formación de bencenos en las bebidas que contienen fuentes de ácido benzoico y ácido ascórbico, con base en la experiencia de la industria de las bebidas y en experimentos realizados sobre la formación de bencenos.

62. En particular, la información indica que los edulcorantes nutritivos (azúcar, jarabes con un alto contenido de fructosa del maíz o almidón), donde su uso está permitido, pueden retrasar o inhibir la reacción al reaccionar con los radicales hidroxilos e inactivarlos, ya que la formación de bencenos parece más evidente en las bebidas de dieta que contienen edulcorantes intensos.^{24,36,38} Sin embargo, mientras más se mantiene un producto en el mercado (duración comercial), mayor potencial existe de formación de bencenos si están presentes sus precursores. También está demostrado que los agentes quelantes, como el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) dicálcico o el ácido dietileno-triamino pentácético (DTPA), donde están permitidos, pueden atenuar la formación de bencenos en productos que contienen benzoatos y ácido ascórbico, posiblemente por quelación de los iones metálicos que pueden funcionar como catalizadores.^{17,24,43} Con todo, la eficacia del EDTA como agente quelante no siempre es evidente y el grado de atenuación se puede reducir en productos que contienen calcio u otros minerales, como los productos enriquecidos con minerales.^{24,38} También se indica que el poli (o hexameta) fosfato de sodio puede mitigar la formación de bencenos.

63. El Documento de orientación²⁴ del ICBA también ofrece recomendaciones y estrategias a los fabricantes de refrescos para reducir al mínimo el potencial de formación de bencenos en las bebidas mediante control de las fórmulas. Estas estrategias comprenden: examinar los productos actuales y las nuevas fórmulas (así como sus ingredientes, como los jugos de frutas, emulsiones de aromas, colores, agentes enturbiaadores que pueden contener conservantes o antioxidantes, naturales o añadidos para obtener un efecto tecnológico, y consideraciones de

almacenamiento y duración comercial) respecto a su potencial de formar bencenos, teniendo en cuenta el conocimiento actual de los factores que contribuyen a la formación de bencenos; buscar ingredientes alternativos (sustitución/reducción de benzoatos con sorbatos u otros sistemas de conservación, y/o ácido ascórbico con los desafíos que supone su uso); o examinar los procedimientos de fabricación disponibles para evitar la formación de bencenos. También se ofrecen recomendaciones para realizar análisis acelerados de almacenamiento de los productos para conocer la formación de bencenos; reformular los productos afectados en los que puede haber bencenos presentes; confirmar que las nuevas formulas y las reformulaciones sean eficaces en la reducción al mínimo del potencial de formación de bencenos tomando muestras del mercado, etc.; y procedimientos analíticos para la determinación de los bencenos.

64. Está claro que pueden interactuar diversos factores en el incremento o disminución de los bencenos en las bebidas, tales como: el orden de los ingredientes añadidos, la fórmula específica y los precursores que pueden estar presentes en la bebida, así como las condiciones de almacenamiento durante la vida comercial del producto. Se ha observado que los productos reformulados contienen concentraciones reducidas de bencenos, que no se detectan o son muy bajas, en general inferiores a 1 ug/L.^{36,40}

SITUACIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

65. La OMS estableció un valor guía de 10 µg/L de bencenos en el agua potable^{1,15}; la EPA y la FDA de los Estados Unidos y el Ministerio de Salud del Canadá establecieron una concentración máxima del contaminante (MCL) y una concentración máxima aceptable (MAC) de 5 ug/L^{29,40,26}, respectivamente, y Australia (1996) y la UE (1998) establecieron una directriz para los bencenos en el agua potable de 1 ug/L.^{60,61} El Ministerio de Salud del Canadá tiene previsto revisar su directriz vigente para el agua potable de 5 ug/L a 1 ug/L.²⁷ En algunos casos se han usado estos límites como valor de referencia para la presencia de bencenos en los refrescos y en otras bebidas distintas del agua.^{40,44,56} En realidad, muchos organismos de los gobiernos comúnmente han utilizado estas directrices, así como estimaciones de la exposición a los bencenos a través de la alimentación y de otras fuentes como base para las decisiones en materia de gestión de riesgos, y han pedido a los fabricantes que reformulen sus productos o retiren las bebidas que superan lo establecido para los bencenos en las directrices para el agua potable de su propio país o de la OMS. Es importante señalar, no obstante, que en muchos casos los organismos de reglamentación han realizado evaluaciones de los riesgos sanitarios con base en la exposición al benceno a partir de los refrescos y otras bebidas utilizando puntos finales toxicológicos (IDA y DR) para el cáncer (riesgo unitario durante toda la vida) y para no cáncer, a fin de calcular los niveles de exposición asociados con un nivel bajo de riesgo.^{44,56}

66. Las directrices para el benceno en el agua potable varían de país a país y se basan en diferentes estimaciones del consumo que las de los refrescos. Por ejemplo, la OMS¹⁵ comúnmente utiliza una estimación del consumo de dos litros diarios y un factor de la fuente de contribución para el agua potable en comparación con otras fuentes de ingestión de bencenos. Comúnmente, el consumo de agua potable es seis veces más que el de las bebidas aromatizadas pertinentes, pero el consumo de bebidas también varía considerablemente entre países y grupos de edades.⁴⁹ Por ejemplo, en Bélgica, los datos obtenidos del estudio del consumo de 2004⁶⁵ indican que la ingesta común promedio de refrescos es de 213 ml diarios, mientras que en el subgrupo de hombres de 15 a 18 años, la ingesta común promedio de refrescos es de 576 ml y el percentil 97,5º es 1 412 ml.⁶⁶ Dado que las directrices para las concentraciones inocuas de bencenos en el agua potable se elaboraron como elemento de comparación apropiado para las decisiones en materia de gestión de riesgos, algunos países han recomendado límites de intervención para los bencenos específicos para los refrescos y otras bebidas. Por ejemplo, en Europa, el Comité Permanente del DG para la Salud y la Protección del Consumidor recomendaron un nivel de intervención para los bencenos en los refrescos de 10 µg/L.⁶² El Comité Científico de la Agencia Federal de Bélgica para la Inocuidad de la Cadena Alimentaria propuso 1 ug/L como punto de referencia aceptable para los bencenos en los refrescos.³⁹

67. En muchos casos, los fabricantes han retirado y/o reformulado las bebidas que contienen concentraciones de bencenos superiores a las directrices para los bencenos en el agua potable (5-10 µg/L). Los estudios de seguimiento de las autoridades de reglamentación y la industria de las bebidas han mostrado que las reformulaciones se traducen en concentraciones muy reducidas y concentraciones aceptables en aquellos productos en los cuales inicialmente los bencenos se habían encontrado por encima de los niveles nacionales de intervención.^{37,40,56}

68. Las conclusiones de algunos gobiernos, como Australia, el Reino Unido, los Estados Unidos, Alemania y el Canadá son que los resultados de los estudios en relación con las concentraciones de bencenos en los refrescos no son motivo de preocupación para la salud pública, ya que los residuos ínfimos encontrados producen un efecto muy pequeño en el conjunto de la exposición a los bencenos. Por ejemplo, en 2007 el Ministerio de Salud del Canadá

evaluó el riesgo para la salud que podría producir la exposición a los bencenos de ciertos refrescos y concluyó que "hay un riesgo sanitario insignificante por el consumo de refrescos y otras bebidas disponibles en el Canadá".⁵⁶ Sin embargo, los organismos del gobierno han trabajado con los grupos de su industria local de las bebidas para asegurar que las concentraciones de bencenos en las bebidas se mantengan lo más bajas que sea posible, pero se garantice la inocuidad microbiológica de los mismos productos.

CONCLUSIONES

69. El potencial de formación de bencenos en los refrescos está reconocido. Se pueden formar bencenos en concentraciones de partes por millardo en algunas fórmulas que contienen benzoato de sodio, potasio o calcio así como ácido ascórbico, en determinadas condiciones. Si bien casi todas las bebidas estudiadas por las autoridades nacionales contienen concentraciones de bencenos inferiores a las permitidas para el agua potable, en algunos productos inicialmente se encontraron de dos a cinco veces el equivalente a la directriz de la Organización Mundial de la Salud^{14,15} (OMS) de 10 µg/L para el agua potable. Con todo, las organizaciones de los gobiernos han trabajado con sus grupos de la industria local de las bebidas y los fabricantes para asegurar que las concentraciones de bencenos en las bebidas se mantengan lo más bajas que sea posible, pero se garantice la inocuidad microbiológica de los mismos productos. La industria de las bebidas estableció una orientación para los fabricantes de bebidas sobre la forma de atenuar la formación de bencenos. Esta información se publicó. La aplicación de la orientación para la industria, así como la reformulación de productos en los casos necesarios, ha revelado la disminución de las concentraciones de bencenos muy por debajo de las directrices vigentes para los bencenos en el agua potable.

70. Algunas autoridades nacionales han investigado la presencia de bencenos en los refrescos y en otras bebidas disponibles en sus países, por lo general con la conclusión de que la exposición a concentraciones bajas de bencenos a través de los refrescos no es motivo de preocupación para la salud pública y que las bebidas en venta son inocuas. Esto se basa en resultados de que las cantidades ínfimas de bencenos encontradas en refrescos y en otras bebidas sólo repercuten muy poco en la exposición conjunta a los bencenos, así como al buen resultado de las medidas tomadas por la industria para reformular los productos en los casos necesarios. Sin embargo, países miembros de las regiones tropicales donde algunas de las bebidas se venden a la intemperie en el calor tropical todavía tienen que aceptar el riesgo inherente, y la industria tiene que utilizar concentraciones elevadas de sales de benzoatos (si bien dentro de los márgenes autorizados por el Codex) para conservar sus productos.

71. Algunos órganos de reglamentación han concluido que las concentraciones de bencenos encontradas en bebidas, así como las medidas tomadas por la industria de las bebidas, comprendida la reformulación de los productos interesados y la disponibilidad de orientación suministrada por los consejos y las asociaciones internacionales y nacionales de las bebidas no justifican que se establezcan oficialmente concentraciones máximas y/o directrices para los bencenos en los refrescos y bebidas distintos del agua. Sin embargo, dado que el benceno es carcinógeno, se deberá hacer todo lo necesario para garantizar que las concentraciones de bencenos en las bebidas se mantengan lo más bajo que sea razonablemente posible.

72. La información proporcionada en los documentos de orientación²⁴ para la industria y de las autoridades nacionales también contribuirán a garantizar que los nuevos fabricantes de bebidas estén concientes del potencial de formación de bencenos a partir de compuestos precursores.

RECOMENDACIONES

73. Por lo tanto, el grupo de trabajo por medios electrónicos presenta las siguientes recomendaciones para que se examinen en la tercera reunión del CCCF:

- a. Se insta a los países que han realizado estudios nacionales a poner al día y seleccionar un muestreo de todo el año para registrar distintas condiciones del clima.
- b. Los Comités Coordinadores del Codex para África, Asia, América Latina y el Caribe deberán apelar a sus miembros, especialmente a los de las regiones tropicales, que todavía no realizan sus estudios nacionales para que los lleven a cabo. El estudio deberá incorporar la evaluación de la exposición y estudios de la ingesta alimentaria.
- c. Se alienta a los gobiernos miembros a que trabajen con sus fabricantes de bebidas para asegurar que se comunique la información disponible.
- d. Se invita al CCCF a examinar la producción de un código de buenas prácticas para prevenir la formación de bencenos en refrescos, debido a los riesgos inherentes para la salud pública.

- e. En vista de las dificultades de la metodología e instrumental para la determinación de los bencenos en los refrescos, la OMS y la FAO deberían examinar el suministro de ayuda a los países miembros interesados para creación de capacidad.

REFERENCIAS

1. ALINORM 08/31/41. 2008
2. Environment Canada and Health Canada. 1993. Priority Substances List Assessment Report (available on http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl1-lsp1/benzene/benzene_e.pdf)
3. Page, B. D.; Conacher, H.B.S.; Weber, D.; Lacroix, G. 1992. A survey of benzene in fruits and retail fruit juices, fruit drinks, and soft drinks. *Journal of AOAC International*, Vol. 75, No. 2, 334-340
4. McNeal, T.P.; Nyman, P. J.; Diachenko, G. W.; Hollifield, H. C. 1993. Survey of benzene in foods by using headspace concentration techniques and capillary gas chromatography. *Journal of AOAC International*, 76, 1213-1219
5. Barshick, S-A; Smith, S.M.; Buchanan, M.V.; and Guerin, M.R. 1995. Determination of benzene content in food using a novel blender purge and trap GC/MS method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8:244-257.
6. Fabiette F., Delise M., and Piccioli Bocca A. 2001. Investigation into the benzene and toluene content of soft drinks. *Food Control*, 12(8): 505-509.
7. Lourdes Cardeal, Z; Guimaraes, E.M.; and Parreira, F.V. 2005. Analysis of volatile compounds in some typical Brazilian fruits and juices by SPME-GC method. *Food Additives and Contaminants*, 22 (6):508-5113.
8. BfR. 2006. Indications of the possible formation of benzene from benzoic acid in foods. BfR Expert Opinion No. 013/2006, 1 December 2005. Germany's Federal institute for Risk Assessment.
9. Sommers, S.H., Delincee, H., Smith, J.S., Marchioni, E. 2006. Toxicological safety of irradiated foods, in *Food Irradiation Research and Technology* (Eds Sommers S.H., Fan, X.), Blackwell Publishing, pp. 43-61. http://books.google.com/books?id=fkL_0aHFj-wC&pg=PA45&lpg=PA45&dq=irradiated+foods+and+benzene&source=web&ots=363aS8C2dF&sig=abuKc-40AcILdXfVRMuoySXBKDs&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result#PPA43,M1
10. Wu, Q-J.; Lin, H.; Fan, W.; Dong, J-J.; and Chen, H-L. 2006. Investigation into Benzene, Trihalomethanes and Formaldehyde in Chinese Lager Beers. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(4):291-294.
11. Lachenmeier; D. W.; Reusch; H.; Sproll, C.; Schoeberl, K.; Kuballa, T. 2008. Occurrence of benzene as a heat-induced contaminant of carrot juice for babies in a general survey of beverages. *Food Additives and Contaminants*, 1-9, iFirst
12. Food Standards Agency. 1995. MAFF- UK Benzene and other aromatic hydrocarbons in food, Average UK dietary intakes, Food Surveillance Information Sheet, Number 58. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK Food Standards Agency. <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infosheet/1995/no58/58benz.htm>
13. Fleming-Jones, M.E., and Smith, R.E., 2003. Volatile Organic Compounds in Foods: A Five Year Study, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27):8120-8127.
14. WHO. Benzene, *Guidelines for drinking-water quality* incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. 3rd ed., World Health Organization, Geneva, Switzerland (available on http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html)
15. WHO. 2003. Benzene in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality (WHO/SDE/WSH/03.04/24). World Health Organization, Geneva, Switzerland 2003 (available on http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/benzene/en/)
16. Page B.D., Conacher, H., and Salminen, J. 1993. Survey of bottled drinking water sold in Canada. Part 2. Selected volatile organic compounds. *Journal of AOAC International*, 90: 479-484.
17. Gardner, L. K.; and Lawrence, G. D. 1993. Benzene production from decarboxylation of benzoic acid in the presence of ascorbic acid and a transition of metal catalyst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41 (5), 693-695.

18. WHO. Benzene. Geneva, World Health Organization, 1993 (Environmental Health Criteria, No. 150) (available on <http://www.inchem.org/>)
19. International Agency for Research on Cancer (IARC). 1987. *Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1-42*. Lyon:120-122 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7).
20. US EPA 2003. Benzene (CASNR 71-43-2). Washington D.C.: Integrated Risk Information System (IRIS). <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>
21. UK Food Standards Agency (FSA). 2006. Benzene in soft drinks, Food Survey Information Sheet No. 06/06 2006 (available on <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsisbranch2006/fsis0606>)
22. UK Food Standards Agency. 2006. Survey of benzene in soft drinks; <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis0606.pdf>
23. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Benzene. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (available on <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html>)
24. ICBA. 2006. Guidance document to mitigate the potential of benzene formation in beverages, International Council of Beverages Associations, Boulevard Saint Michel 77-79, B-1040 Brussels, Belgium, April 26, 2006. (available on <http://www.icba-net.org/>)
25. National Toxicology Program (NTP). 1986. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Benzene (CAS No. 71-43-2) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies). NTP, Research Triangle Park, NC.
26. Health Canada (HC), 1987. Benzene - Supporting Document for the Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Available on-line: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/benzene/benzene-eng.pdf
27. Health Canada (HC). 2007. Benzene in drinking water, Document for public comment, Prepared by the Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/consultation/benzene/toc-tdm-eng.php>
28. Rothman, N., Li, G.L., Dosemeci, M., Bechtold, W.E., Marti, G.E., Wang, Y.Z., Linet, M., Xi, L.Q., Lu, W., Smith, M.T., Titenko-Holland, N., Zhang, L.P., Blot, W., Yin, S.N. and Hayes, R.B. 1996. Hematotoxicity among Chinese workers heavily exposed to benzene. *American Journal of Industrial Medicine*, 29:236-246.
29. US EPA 1985. Final draft for drinking water criteria document on benzene. Health Effects Branch: Criteria and Standards Division OoDW.
30. Rinsky, R.A., Smith, A.B., Horning, R.W, Filloon, T.G., Young, R.J., Okun, A.H. and Landrigan, P.J., 1987, Benzene and leukemia: an epidemiologic risk assessment. *New England Journal of Medicine*, 316 (17):1044-1050.
31. Netherlands National Institute of Public Health and the Environment (RIVM). 2001. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM report 711701025. Available on-line: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>
32. Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA). 2006. Voluntary Children's Chemical Evaluation Program (VCCEP), Peer Consultations on Benzene: Appendix A - E. Available on line: <http://www.tera.org/peer/VCCEP/benzene/VCCEP%20BENZENE%20MEETING%20REPORT%20APPENDICES.pdf>
33. Kopp, B., Gilbert, J. 1984. Analysis of food contaminants by headspace gas chromatography, in *Analysis of Food Contaminants*, Elsevier, Amsterdam, pp. 117-130.
34. Kolb, B., Ettre, L.S. 2006. *Static Headspace-Gas chromatography, Theory and Practice*, 2nd Edn, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ
35. US Food and Drug Administration. 2006. Determination of benzene in soft drinks and other beverages. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzmeth.html>
36. Cao, X. L.; Casey, V.; Seaman, S.; Tague, B.; Becalski, A. 2007. Determination of benzene in soft drinks and other beverages by isotope dilution headspace gas chromatography and mass spectrometry, *Journal of AOAC International*, 90, 479-484
37. Cao, X. L.; Casey, V. 2008. Improved method for the determination of benzene in soft drinks at sub-ppb levels. *Food Additives and Contaminants*, 25(4): 401-405
38. Nyman, P. J.; Diachenko, G. W.; Perfetti, G. A.; McNeal, T. P.; Hiatt, M. H.; Morehouse K. M. 2008. Survey results of benzene in soft drinks and other beverages by headspace gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (56); 571-576

39. Van Poucke, C.; Detavernier, C. L.; van Bocxlaer, J. F.; Vermeleyen, R. 2008. Monitoring of benzene contents in soft drinks using headspace gas chromatography – mass spectrometry: a survey of the situation on the Belgian Market, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(12); 4504-4510.
40. US Food and Drug Administration (FDA). 2006. Data on benzene in soft drinks and other beverages <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzdata.html> (available on <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzqa.html>)
41. Hiatte, M.H. Pia, J.H. 2004. Screening processed milk for volatile organic compounds using vacuum distillation/gas chromatography/mass spectrometry. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46 (2):189-196.
42. Zhang, Z. Pawliszyn, J.1993. Headspace solid-phase microextraction. *Analytical Chemistry*, 65: 1843-1852.
43. Chang, C., & Ku, K. 1993. Studies on benzene formation in beverages. *Journal of Food and Drug Analysis* 1(4):385-393.
44. Health Canada. 2006. Health Risk Assessment, Benzene in Beverages http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_hra-ers-eng.php
45. McNeil, T.P.; Hollifield, H.C.; and Diachenko, G.W. 1995. Survey of Trihalomethanes and Other Volatile Chemical Contaminants in Processed Foods by Purge-and-Trap Capillary Gas Chromatography with Mass Selective Detection. *Food Chemical Contaminants*, 78 (2): 391-397.
46. Heikes, D.L.; Jensen, S.R.; and Fleming-Jones, M.E. 1995. Purge and trap extraction with the GC-MS determination of volatile organic compounds in table-ready foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43:2869-2875.
47. US FDA 2007. Questions and Answers on the Occurrence of Benzene in Soft Drinks and Other Beverages <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzqa.html>
48. UK Food Standards Agency (FSA). 2006. Agency publishes survey into levels of benzene in soft drinks in the UK (available on <http://www.food.gov.uk/news/pressreleases/2006/mar/benzenesurveypress>)
49. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). 2006, Benzene in flavoured soft drinks (available on <http://www.foodstandards.gov.au/newsroom/factsheets/factsheets2006/benzeneinflavouredbe3247.cfm>)
50. Korean Food and Drug Administration. 2006. Benzene in beverages. Bulletin # 938. <http://www.kfda.go.kr>
51. Patton, D. 2006. South Korea urges recall of benzene-containing drinks. AP-foodtechnology.com (<http://www.ap-foodtechnology.com/Formulation/South-Korea-urges-recall-of-benzene-containing-drinks>)
52. Health Canada. 2006. Benzene in soft drinks and other beverages products (available on (http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/other-autre/benzene_survey_enquete-eng.php))
53. Health Canada. 2008. A Follow-up Survey of Benzene in Soft Drinks and Other Beverage Products (available on http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_follow_hra-ers_suivi-eng.php)
54. FSAI. 2006. Investigation into the levels of benzene in soft drinks, squashes and flavoured waters. http://www.fsai.ie/industry/surveys/benzene_06/benzene_06_index.asp
55. FSAI. 2008. Investigation into the levels of benzene in soft drinks, squashes and flavoured waters. http://www.fsai.ie/surveillance/food_safety/chemical/benzine_08.pdf
56. Health Canada. 2007. Health Risk Assessment – Benzene in Beverages Sampled in 2007 (available on http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_hra-ers_2008-eng.php)
57. Haws, L.C.; Tachovsky, J.A.; Williams, E.S.; Scott, L.L.F.; Paustenbach, D.J.; and Harris, M.A. 2008. Assessment of potential human health risks posed by benzene in beverages. *Journal of Food Science*, 73(4): T33-T41.
58. Bruinen de Bruin, Y., Kotzias, D., Kephelopoulos, S. 2005. HEXPOC Human Exposure Characterization of Chemical Substances; quantification of exposure routes, Institute for Health and Consumer Protection, European Commission Joint Research Centre p. 36-59, EU 21501 EN. http://web.jrc.ec.europa.eu/pce/documentation/eur_reports/report_EUR21501en2005.pdf
59. Wallace, L. 1996. Environmental Exposure to Benzene: An Update, *Environmental Health Perspectives*, 104 (Supplement 6):1129-1136.
60. Australian Drinking Water Guidelines 1996, The National Health and Medical Research Council. <http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/files/eh19.pdf>
61. EU 1998. Quality of water intended for human consumption. The Drinking Water Directive (DWD), Council Directive 98/83/EC. Council Directive 98/83/EC. Official Journal of the European Communities 1998, L330, 32-54. http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/index_en.html

62. EC. 2006. Summary Record of the Standing Committee on the Food Chain and Animal health, Brussels, Belgium, 31 March 2006, DG Health and Consumer Protection 2006 (available on http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/toxic/index_en.htm)
63. EBS, 1996. *Benzene risk characterisation*, prepared on behalf of CONCAWE, EUROPIA and the CEFIC Aromatic Producers Association. New Jersey: Exxon Biomedical Sciences Inc
64. EC, 2003. European Union Risk Assessment Report – Benzene. CAS-No.:71-43-2 EINECS-No.: 200-753-7. R063_0205_env Environment part (May 2002) – R063_0303_hh Human Health part (March 2003). European Commission. Available at http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/DRAFT/R063_0309_env_hh.pdf
65. De Vriese, S., De Backer, G., De Henauw, S., Huybrechts, I., Kornitzer, K., Leveque, A., Moreau, M. Van Oyen, H. (2005) The Belgian food consumption survey: aims, design and methods, *Arch. Public Health*, 63, 1-16.
66. IPH: Scientific Institute of Public Health, Belgium, (http://www.iph.fgov.be/nutria/drinks_NL.doc)

ANEXO I

LISTA DE PARTICIPANTES

Belgium

Christine Vinkx
FPS Health, Food Chain Safety and Environment
Place Victor Horta 40 box 10
1060 Brussels
Tel. +32 2 524 73 59
Christine.Vinkx@health.fgov.be

Emmanuelle Moons
Federal Agency for the Safety of the Food Chain
Boulevard du Jardin botanique 55
1000 Brussels
Tel. +32 2 211 87 12
Emmanuelle.Moons@afsca.be

Brazil

Ligia Lindner SCHREINER
Expert on Regulation
Brazilian Health Surveillance Agency
General Office of Foods
Sepn 511, Bloco A, Edifício Bittar II, Asa Norte
70750-541 Brasília
BRAZIL
Tel.: +55 613 448 629 2
Fax.: +55 613 448 627 4
E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br

Canada

Samuel Godefroy
Director
Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
Health Products and Food Branch,
Health Canada
Postal Locator 2201C
251 Sir Frederick Banting Driveway
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
BCS
(samuel_godefroy@hc-sc.gc.ca)

John Salminen
Chief
Chemical Health Hazard Assessment Division
Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
Health Products and Food Branch,
Health Canada
Postal Locator 2201C
251 Sir Frederick Banting Driveway
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
(john_salminen@hc-sc.gc.ca)

Kelly Hislop
Head,
Food Additives and Contaminants Section
Chemical Health Hazard Assessment Division
Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
Health Products and Food Branch
Health Canada
Postal Locator 2201C
251 Sir Frederick Banting Driveway
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
(kelly_hislop@hc-sc.gc.ca)

Carla Hilts
Scientific Evaluator
Food Additives and Contaminants Section,
Chemical Health Hazard Assessment Division
Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
Health Products and Food Branch
Health Canada
Postal Locator 2201C
251 Sir Frederick Banting Driveway
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
(carla_hilts@hc-sc.c.ca)

Costa Rica

Mr. David Rodriguez
(david.rodriguez@florida.co.cr)

Cuba

Mr Miguel Oscar GARCÍA ROCHÉ
Presidente CTN Aditivos y Contaminantes
Investigador
Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos
Química y Toxicol.
Infanta 1158
10300 La Habana
CUBA
Tel.: +53 787 828 80
Fax.: +53 783 680 48
E-mail: miguelgarcia@infomed.sld.cu

Egypt

Mr. Ahmed A. Gaballa
Scientific and Regulatory Affairs Manager
Coca Cola International
agaballa@mena.ko.com

European Community

Ms Eva ZAMORA ESCRIBANO
 Administrator
 European Commission
 DG Health and Consumer Protection D3
 Rue Froissart 101
 1040 Brussels
 BELGIUM
 Tel.: +32 2 29 986 82
 Fax.: +32 2 29 985 66
 E-mail: eva-maria.zamora-escribano@ec.europa.eu

France

Mme Charlotte GRASTILLEUR
 Ministère de l'agriculture et de la pêche
 DGAL - bureau de la réglementation alimentaire et des
 biotechnologies
 251, rue de Vaugirard
 75732 PARIS CEDEX 15
 tél: +33 1 49 55 50 07
 fax: +33 1 49 55 59 48
 email: charlotte.grastilleur@agriculture.gouv.fr

Germany

Dr. Robert SCHALLER
 Federal Ministry of Food, Agriculture
 and Consumer Protection
 Rochusstraße 1
 53123 Bonn
 Germany
 Phone: +49 (0)228 99529 3418
 Fax: +49 (0)228 99529 4943
 Email: robert.schaller@bmelv.bund.de
313@bmelv.bund.de

Ghana

Mr Jemmy TAKRAMA
 Senior Research Officer
 Cocoa Research Institute of Ghana
 Physiology/Biochemistry
 P.O. Box 8
 Tafo-Akim
 GHANA
 Tel.: +23 324 384 791 3
 Fax.: +23 327 790 002 9
 E-mail: jtakrama@yahoo.com

Japan

Dr. NISHIJIMA Yasuhiro
 Deputy Director
 Standards and Evaluation Division
 Department of Food Safety
 Ministry of Health, Labour and Welfare
 Japan
 Tel: +81-3-3595-2341
 Fax: +81-3-3501-4868
 Email: codexj@mhlw.go.jp

Kenya

Ms Margaret ALEKE
 Chief Principal Standards Officer
 Kenya Bureau Of Standards
 Standards Development
 P.O. BOX 54974 00200
 Nairobi
 KENYA
 Tel.: +25 420 605 490/605506
 Fax.: +25 420 609 660
 E-mail: alekem@kebs.org

Malawi

George Edward Chitimbe
 Food Safety and Hygiene Division
 Ministry Of Health
 Tel: 265 1 789 400
 Fax: 265 1 789 365
 E-mail: budhagc@yahoo.co.uk or
doccentre@malawi.net.

Nigeria

Mrs. A. C. Madukwe
 Director
 Registration and Regulatory Affairs Directorate
 National Agency for Food and Drugs
 Administration and Control
 NAFDAC, Lagos
 Tel + 234 8033079285
 E-mail: arizmadukwe@yahoo.com,
nafdacrr@linkserve.com

Mrs. S. A. Denloye
 Director
 Laboratory Services
 National Agency for Food and Drugs Administration
 and Control
 NAFDAC Central Laboratory Complex, Lagos
 Tel: + 234 8023118986
 E-mail: denloye_stella@yahoo.com,
nafdacos@linkserve.com

Mrs. O. N. Mainasara
 Deputy Director/Head of Division
 Food Registration
 National Agency for Food and Drugs Administration
 and Control
 NAFDAC, Lagos
 Tel:+ 234 7037884145
 E-mail: manaogo2000@yahoo.com

Mr. Chris Ofuani
 Deputy Director
 Food Registration
 National Agency for Food and Drugs Administration
 and Control
 NAFDAC, Lagos
 Tel:+ 234 8033068185
 E-mail: manaogo2000@yahoo.com

Mrs. Jane Omojokun
Deputy Director
Regulatory Affairs Division
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8033338184, + 234 (0)1 4772453
E-mail: janeomojokun@yahoo.com,
nafdacrdiv@yahoo.co.uk
ewg.benzeneinsoftdrinks@yahoo.com

Ms. P. O. Edotimi
Chief Regulatory Officer
Food Registration
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8033024823
E-mail: preyedotimi@yahoo.com

Mr. Abimbola O. Adegboye
Chief Regulatory Officer
Codex Unit
Regulatory Affairs Division
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8053170810, + 234 (0)1 4772453
E-mail: bimbostica@yahoo.com
nafdacrdiv@yahoo.co.uk
ewg.benzeneinsoftdrinks@yahoo.com

Mrs. Yeside Akinlabi
Standards Organization of Nigeria
Tel + 234 8033139563
E-mail: yeside_makinlabi@yahoo.com

Mr. Charles Nwagbara
Standards Organisation of Nigeria
Tel + 234 8072801989
E-mail: nwagbara.charles@yahoo.com

Mr. S. O. Ajayi
Institute of Public Analysts of Nigeria
Tel + 234 8037873391
E-mail: ajayiso2006@yahoo.com

Mr. Fred Chiazor
AFBTE/Cocacola Nig Limited
E-mail: fchiazor@afr.ko.com

Mr. G. O. Baptist
Consultant, National Codex Committee
E-mail: geobap@yahoo.com

United Kingdom

Wendy Dixon
Food Standards Agency
Aviation House
125 Kingsway
London
WC2B 6NH
Email: wendy.dixon@foodstandards.gsi.gov.uk

International Council of Beverages Associations (ICBA)

Mr. Michael T. Redman
VP, Technical and Regulatory Affairs
the American Beverage Association (ABA)
E mail: mredman@ameribev.org

International Federation of Fruit Juice Producers (IFU)

Dr David HAMMOND
Fruit Juice and Authenticity Expert
E-mail: davidhammond@eurofins.com
tel: + 44 (0)118 935 4028
Mob: + 44 (0)798 965 0953

Institute of Food Technologists (IFT)

James R. Coughlin, Ph.D.
President, Coughlin & Associates:
Consultants in Food/Chemical/Environmental
Toxicology and Safety
27881 La Paz Road, Suite G, PMB 213
Laguna Niguel, CA 92677
Email: jrcoughlin@cox.net
Phone: 949-916-6217
Fax: 949-916-6218
<http://www.jrcoughlin-associates.com>

FAO

Dr Annika Wennberg
FAO JECFA Secretary
Food Quality and Standards Service
Nutrition and Consumer Protection Division
Food and Agriculture Organization of the United
Nations
Viale delle Terme di Caracalla, C- 278
00153 Rome, Italy
Telephone: + 39 06 5705 3283
Facsimile: + 39 06 5705 4593
E-mail: Annika.Wennberg@fao.org