



PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

Séptima reunión

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

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LAS FUMONISINAS EN EL MAÍZ Y EN LOS PRODUCTOS DE MAÍZ: CÓDIGO DE PRÁCTICAS Y OTRAS MEDIDAS PARA COMBATIR LA PRESENCIA DE FUMONISINAS EN EL MAÍZ

Con el fin de ayudar al Comité sobre cómo proceder ulteriormente con la contaminación por fumonisinas en el maíz y productos de maíz (código de prácticas y otras medidas para combatir la presencia de fumonisinas en estos productos), se invita a los Miembros y Observadores del Codex a considerar las conclusiones y recomendaciones en las páginas 4-5.

INFORMACIÓN GENERAL

1. En su sexta reunión, el Comité sobre Contaminantes de los alimentos (CCCCF) debatió el documento del *Anteproyecto de niveles máximos para el contenido de fumonisinas en el maíz y en los productos de maíz y planes de muestreo asociados*.
2. A pesar de que varias delegaciones expresaron su apoyo a la propuesta de NM de 5000 µg/kg para el maíz sin elaborar, y 2000 µg/kg para las harinas de maíz, la delegación de Tanzania, con el apoyo de muchas otras delegaciones africanas, indicó que el maíz era el alimento básico en sus países y que el consumo podría llegar a 500 g/persona/día y que la ingesta diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) de fumonisinas de 2 µg/kg/peso corporal/día se excedería al consumir maíz que contenga 2000 µg/kg o más. Estas delegaciones no apoyaron los NM propuestos y opinaron que si no era posible establecer niveles que proporcionen la misma protección en todo el mundo, entonces debería dejarse a cada país establecer los niveles elaborados con base en sus pautas de consumo. Algunas de estas delegaciones propusieron como alternativa la elaboración de un código de prácticas específicamente para las fumonisinas en el maíz.
3. En vista de las deliberaciones, la Comisión acordó:
 - Elaborar un documento de debate para determinar las lagunas presentes en el *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas*, y la necesidad de un código de prácticas independiente para las fumonisinas en el maíz, y si hay otras medidas para controlar el contenido de fumonisinas en el maíz; y
 - Que se suspenda el trabajo sobre los NM para las fumonisinas en el maíz y sus correspondientes planes de muestreo durante un año, hasta que no se hayan examinado los resultados del documento de debate.
4. El Comité acordó establecer un Grupo de trabajo por medios electrónicos dirigido por Brasil y copresidido por los Estados Unidos de América para elaborar el documento de debate. Se invitó a los países africanos a participar en este grupo de trabajo.¹
5. El Brasil y los Estados Unidos de América prepararon el anteproyecto, con observaciones de Austria, Canadá, Colombia, Costa Rica, Sudán y el ICGMA. En el Apéndice figura la lista de los países y las organizaciones no gubernamentales que se sumaron al GTe.

PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS EN LOS CEREALES

6. El *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas* (CAC/RCP 51-2003) se estableció con miras al control y la gestión de la contaminación por micotoxinas en todo el mundo. El *Código* destaca la importancia de que los productores apliquen buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de fabricación (BPF), e indica la adopción de un sistema de gestión complementario que habría de examinarse en el futuro, el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP).

¹ REP12/CF, párr. 92-96.

7. El *Código* contiene principios generales para reducir el contenido de micotoxinas en los cereales durante la siembra, antes de la cosecha, en la recolección, el almacenamiento y el transporte desde el lugar de almacenamiento. En el Anexo 2 del *Código* figuran disposiciones específicas en materia de prevención y reducción de la contaminación por fumonisinas en los cereales. Algunas de estas recomendaciones se exponen a continuación.

8. **Siembra** Considérese la posibilidad de elaborar y mantener un plan de rotación de cultivos para evitar sembrar el mismo cultivo en una parcela dos años consecutivos. Se ha observado que el trigo y el maíz son especialmente sensibles a las especies de *Fusarium* y no deben rotarse entre ellos. Se deberán utilizar otros cultivos como la papa, otras hortalizas, el trébol y la alfalfa, que no son huéspedes de especies de *Fusarium*, en rotación para reducir el inóculo en el campo.

9. **Antes de la cosecha:** Las precipitaciones excesivas durante la antesis (floración) crean condiciones favorables para la propagación e infección por *Fusarium* spp.; por lo tanto, debe evitarse el riego durante la antesis y la maduración de los cultivos, específicamente del trigo, la cebada y el centeno. Planifíquese la cosecha de los cereales cuando el contenido de humedad es bajo y el cultivo esté en plena madurez, a menos que permitirle continuar hasta su plena madurez lo sometiera a condiciones extremas de calor, lluvia o sequía. El retraso en la cosecha del cereal ya infectado por especies de *Fusarium* puede causar un aumento significativo en el contenido de micotoxinas en el cultivo.

10. **Cosecha** La época de la recolección del maíz deberá planificarse cuidadosamente. Se ha demostrado que el maíz que se cultiva y se cosecha en meses cálidos puede tener concentraciones de fumonisinas muy superiores a los del maíz cultivado y cosechado durante los meses más frescos del año. Los cereales deben secarse de manera que se reduzcan al mínimo los daños a los granos y los niveles de humedad sean inferiores a los necesarios para la formación de mohos durante el almacenamiento (por lo general, menos del 15%).

11. Los cereales recién recogidos deberán limpiarse para eliminar los granos dañados y las materias extrañas. Los granos que contienen infecciones asintomáticas no se pueden retirar con los métodos comunes de limpieza. Otros procedimientos de limpieza de semillas, como las mesas de gravedad, logran retirar algunos granos infectados. Se necesitan más investigaciones a fin de elaborar los procedimientos prácticos para separar los granos infectados asintomáticos de aquellos que no están infectados. Esto es necesario para evitar la proliferación de una serie de especies de hongos que pueden estar presentes en los granos frescos, sobre todo especies de *Fusarium*.

Otros métodos para evitar la contaminación del maíz por micotoxinas

12. Se han hecho algunos estudios en todo el mundo para investigar otras medidas y criterios que podrían ayudar a reducir al mínimo la infestación de *Fusarium* y la contaminación por fumonisinas en el maíz. Algunos de estos estudios se resumen en este documento de debate. Las medidas incluyen el control biológico y modelos predictivos.

Control biológico

13. Nayaka *et al.* (2010) mostraron que las semillas de maíz tratadas con una suspensión de *Trichoderma harzianum* con una aplicación posterior de un tratamiento de aspersión de una suspensión pura de *T. harzianum* reduce el contenido de fumonisinas en todos los cultivares de maíz de un 56,4% al 85,8%.

14. Ayalew *et al.* (2010) investigaron el efecto de las enzimas recombinantes en la degradación de las fumonisinas B1 (FP1). Se demostró que la carboxilesterasa recombinante cataliza la deesterificación de las FB1 a FB1 hidrolizadas, y se determinó que la aminotransferasa expresada en forma heteróloga desamina las FB1 hidrolizadas en presencia de piruvato y fosfato de piridoxal. Los resultados de estos trabajos proporcionan una base para la elaboración de un proceso de desintoxicación enzimática para las fumonisinas B1 en los alimentos y los piensos.

15. Pereira *et al.* (2011), aislaron *Bacillus amyloloquefaciens* y *Microbacterium oleovorans* del maíz y probaron su potencial de reducir los niveles de FB1 en los granos de maíz coinoculados con *Fusarium verticillioides*. La reducción de las FB1 llegó al 94,4% en los granos tratados con *B. amyloloquefaciens*, y hasta el 81,5% en los granos tratados con *M. oleovorans*.

16. El efecto de *Pediococcus pentosaceus* (cepa LOO6) en la biosíntesis de las fumonisinas de *F. verticillioides* fue investigado por Dalié *et al.* (2012). *P. pentosaceus* produjo algunos metabolitos extracelulares (en MRS) aptos para una significativa reducción de la producción de fumonisinas (75 - 80,0% después de 20 días de incubación), tanto en medio líquido como en los granos de maíz. Sin embargo, en determinadas condiciones, la cepa bacteriana utilizada también podría aumentar la producción de fumonisinas.

Modelos predictivos

17. De La Campa *et al.* (2005) elaboraron un modelo empírico preliminar para predecir la concentración de fumonisinas al momento de la cosecha de maíz basado en análisis de regresión de los datos de campo recogidos en la Argentina y las Filipinas. La variabilidad de las fumonisinas se explica principalmente por la ubicación o el clima (47%) y los daños causados por los insectos a las mazorcas (17%). En general, este modelo explicó más del 82% de la variabilidad del contenido de fumonisinas en el maíz.

18. Battilani *et al.* (2008) evaluaron la función del sistema de cultivo en los niveles de fumonisinas en el norte de Italia para contribuir a la elaboración de un sistema predictivo de la contaminación por micotoxinas. En el plazo de seis años, desde 2002 a 2007, se recogieron 438 muestras de maíz en cinco regiones, con apoyo de datos agronómicos, y se analizaron para determinar el contenido de fumonisinas. El modelo de regresión logística elaborado explicó el 60% de la variabilidad del contenido de fumonisinas en el maíz, con importantes funciones para la longitud, la clase de madurez y las semanas del crecimiento que más contribuyen. Este modelo no incluye información meteorológica.

19. Maiorano *et al.* (2009) presentaron una versión preliminar de FUMAgain, un dinámico modelo de evaluación de riesgos elaborado con datos de las regiones del norte de Italia. Los elementos del patosistema se simulan mediante tres submodelos: (i) desarrollo del maíz, (ii) infección de *F. verticillioides* y síntesis de fumonisinas, (iii) actividad del barrenador del maíz lesiva para el grano de maíz. Los insumos del modelo son: (i) fecha de siembra, (ii) datos meteorológicos por hora que constan de: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento e intensidad de la lluvia, (iii) información sobre el desarrollo fenológico del híbrido plantado (floración y secado), y (iv) información sobre el tratamiento químico contra el barrenador del maíz. FUMAgain ofrece una primera alerta de riesgos al final de la floración en función de las condiciones meteorológicas durante esta fase. Una segunda alerta sigue a la maduración cuando se realiza una valoración de (i) humedad del grano de maíz, (ii) daño causado por el barrenador del maíz dañado en la mazorca, y (iii) riesgo de síntesis de fumonisinas. FUMAgain exhibió una buena capacidad para simular la síntesis de fumonisinas en los granos de maíz en Italia y su utilidad para determinar la fecha óptima para la cosecha del cereal, respetando los niveles de inocuidad de éste exigidos por el mercado internacional.

20. Froment *et al.* (2011) presentaron Qualimetre®, un modelo de predicción de micotoxinas basado en diferentes modelos estadísticos agroclimáticos utilizando datos de la producción de maíz (DON, zearalenona y fumonisinas) y trigo (DON) en Francia y Bélgica. Se propuso que los compradores de granos utilizaran esta herramienta en línea, proporciona una probabilidad de aceptación de cada parcela en un umbral de micotoxinas.

21. Torelli *et al.* (2012) elaboraron un modelo de red neural artificial (ANN) adecuado para predecir la contaminación de fumonisinas, deoxinivalenol y zearalenona en el maíz en el momento de la cosecha. El riego, el tratamiento químico contra el barrenador del maíz y la fecha de cosecha repercutieron de manera significativa en el nivel de contaminación por micotoxinas ($P < 0,05$). Los autores concluyeron que el modelo puede permitir la elaboración de un nuevo método de clasificación rápida de la parcela de maíz, de acuerdo con las concentraciones de fumonisinas.

EFFECTOS DE LA ELABORACIÓN EN LAS FUMONISINAS

22. En el Anexo 2 del *Código de prácticas* (para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por fumonisinas) se afirma que las BPA incluyen métodos para reducir la infección por *Fusarium* y la contaminación por micotoxinas en los cereales durante la siembra, cosecha, almacenamiento, transporte y procesamiento. El código no analiza ulteriormente los aspectos relativos a la elaboración, que también serán objeto de este documento de debate.

23. El efecto de la elaboración en las fumonisinas depende de muchos factores, como la temperatura, la humedad del producto, el contenido de toxinas en el producto crudo y la presencia de otros ingredientes en el alimento elaborado. Las operaciones de elaboración del maíz son: clasificación, molturación (en seco y en húmedo), tratamiento térmico, extrusión y nixtamalización. En este documento, el debate se centrará en las dos primeras operaciones de transformación.

Clasificación y limpieza

24. La clasificación y la limpieza pueden bajar los niveles de fumonisinas por extracción del material contaminado. Los granos rotos de maíz contienen concentraciones casi 10 veces mayores de fumonisinas que los granos intactos. Las estrategias para separar los granos sanos de los contaminados comprenden la eliminación del maíz contaminado en la fracción flotante después de aplicar un tratamiento con una solución de cloruro de sodio (Shetty & Bhat, 1999) y seguidamente pasar los granos de maíz almacenados por el equipo de limpieza y después por una mesa de gravedad (Malone *et al.*, 1998).

25. Afolabi *et al.* (2006) recogen muestras de maíz de diferentes granjas en Nigeria que habían sido clasificados por los agricultores, como de buena calidad o de poca calidad. Doce de cada 13 muestras de poca calidad contenían fumonisinas (de 1,4 a 110 µg/g), al igual que las cinco muestras de buena calidad (de 0,2 a 3,7 µg/g). Los autores indicaron que la clasificación visible del cereal como técnica para reducir la exposición de los agricultores de subsistencia a las fumonisinas podría tener éxito siempre que hubiera suficiente cereal de buena calidad disponible para permitir que el cereal de poca calidad se utilizara para otros fines o se descartara.

26. Van der Westhuizen *et al.* (2011) realizaron un estudio para reducir los niveles de fumonisinas en maíz del país, con métodos locales utilizados por algunos grupos rurales de Sudáfrica para clasificar visualmente los granos de maíz infectados de los granos buenos y lavar éstos antes de cocinarlos. El laboratorio optimizó la clasificación de los niveles reducidos de fumonisinas un 71% y un 13% adicional de reducción se logró con 10 minutos de lavado con agua a temperatura ambiente.

27. Firrao *et al.* (2010) presentaron un nuevo enfoque para determinar pronto el maíz contaminado por fumonisinas, basado en imágenes digitales. Se elaboraron imágenes de muestras de maíz con 10 diferentes luces LED (con emisiones desde 720 a 940 nm) y se pudo establecer una correlación entre los datos obtenidos de la imagen y el nivel de fumonisinas presente en la muestra (suma de FB1 y FB2). Los autores afirman que el método creado produce una estimación fiable de la contaminación por fumonisinas, en pocos minutos, con un mínimo de equipamiento, y se puede utilizar para ayudar a seleccionar lotes durante la elaboración del maíz.

Molturación (en húmedo y en seco)

28. Las fumonisinas se distribuyen en circuitos del molino aproximadamente según su presencia en la estructura de la semilla de maíz. Se utiliza la molturación en húmedo para obtener almidón, germen y fibras del maíz. El aceite de maíz elaborado comercialmente a partir de la fracción del germen no contiene fumonisinas (Patel *et al.* 1997).

29. La molturación en seco permite obtener el salvado (mediante eliminación del pericarpio) y el germen, seguido de las fracciones obtenidas disminuyendo el tamaño de las partículas: gránulos, sémolas y harinas de maíz (Alexander *et al.*, 1987). Durante este procedimiento no se prevé la destrucción de las fumonisinas y aparecen en todas las fracciones, con concentraciones más elevadas en el salvado y el germen (Katta *et al.*, 1997; Brera *et al.*, 2004; Vanara *et al.*, 2009).

30. Rensik (2006) demostró que el germen y el salvado presentaban concentraciones de fumonisinas 29 veces más elevadas que la sémola de maíz y el maíz granulado, 13 veces más altas que la harina de maíz y el triple que el maíz entero. Por lo tanto, además del contenido de fumonisinas del grano entero, la contaminación de los productos alimentarios depende de si las fracciones se obtuvieron de maíz al que se ha retirado el germen (niveles inferiores) o con su germen o parcialmente sin germen (niveles superiores) (Vanara *et al.*, 2009).

31. Las concentraciones de micotoxinas que se encuentran en los granos y harinas, que se obtienen sobre todo del endospermo, contienen los niveles más bajos de micotoxinas y las concentraciones están más estrechamente relacionadas con el tamaño de partícula. El contenido de fumonisinas presente en los productos triturados varía mucho con las condiciones de la molturación y el tipo y condición de cada lote de maíz. Los niveles encontrados en la harina de maíz podrían representar del 26% a 310% de las cantidades presentes en el maíz en grano inicial.

32. Pietri *et al.* (2009) evaluaron la distribución de fumonisinas en fracciones obtenidas de la molturación en seco de maíz contaminado. La limpieza redujo los niveles de FB1 de 11% a 34% y la eliminación posterior del salvado y del germen redujo aún más los niveles de contaminación en los productos destinados al consumo humano. Las FB1 se concentraron en las fracciones más pequeñas y en las capas internas de los granos.

33. El concepto de objetivo de inocuidad de los alimentos (OIA) es la frecuencia y/o concentración máxima del peligro en un alimento en el momento del consumo (ICMSF, 2002; CAC, 2007). El marco del OIA para las fumonisinas en maíz (Figura 1; Pitt *et al.* 2013) es una herramienta de gestión de riesgos que explica la ecología de la formación de las toxinas y las medidas de control disponibles para la gestión de su presencia en los alimentos. Si hay fumonisinas presentes en el maíz, los pasos principales para cumplir el OIA el proceso incluye la inspección visual de los lotes para verificar si se observan daños causados por hongos, análisis de fumonisinas, rechazo de lotes que no cumplan con las especificaciones, molturación y nixtamalización. Si el rechazo de los lotes no es aplicable, la clasificación y la limpieza también son eficaces para reducir el contenido de fumonisinas en los granos de maíz.

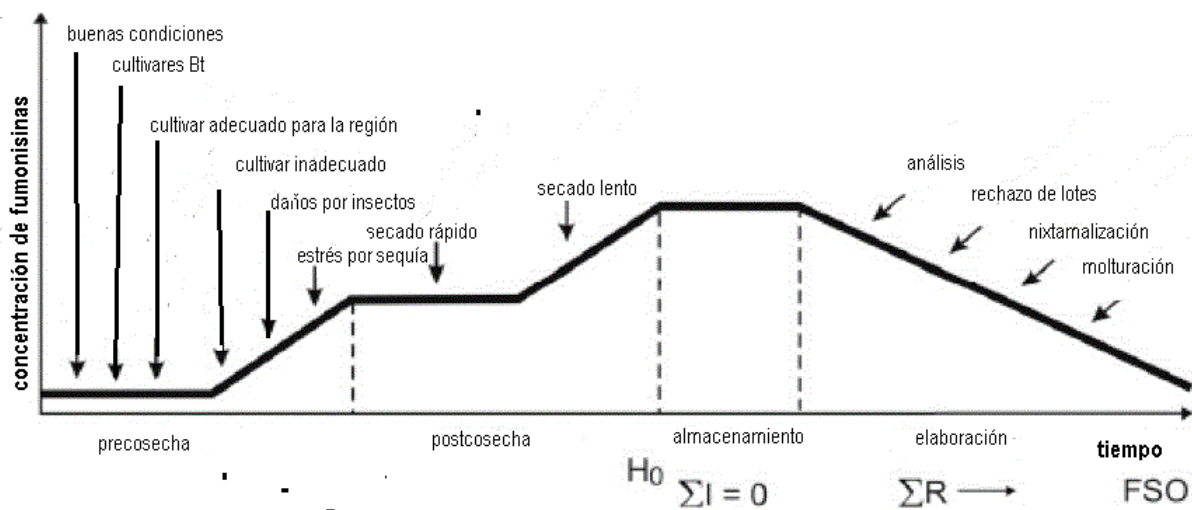


Fig. 7. Cronología de la formación y reducción de fumonisinas en el maíz, con referencia al objetivo de inocuidad de los alimentos

CONCLUSIONES

- El Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas contiene referencias específicas a la infección por *Fusarium*, pero en general, las recomendaciones son para todas las micotoxinas durante la siembra, antes de la cosecha, durante la cosecha, el almacenamiento y el transporte desde el lugar de almacenamiento.
- Además de lo que se expone en el Código de prácticas antes mencionado, se ha propuesto el uso de sistemas de control biológico y modelos predictivos para combatir la contaminación por fumonisinas (y otras micotoxinas) en los cereales, incluido el maíz. Si bien casi todos los estudios sobre control biológico se han llevado a cabo en laboratorio, con aplicación limitada sobre el terreno, muchos estudios realizados en la última década demuestran la aplicación de modelos estadísticos para predecir la contaminación por fumonisinas en el campo.

- (c) Se han elaborado modelos de predicción para regiones geográficas específicas de Europa y para Argentina. A pesar de que se pueden elaborar y aplicar a cualquier región, si se dispone de datos, estos modelos tienen que someterse a pruebas durante varios años para determinar su viabilidad, debido a la alta variabilidad asociada a los niveles de fumonisinas. Hace falta más investigación para evaluar si cualquiera de los modelos desarrollados para regiones específicas puede aplicarse con congruencia y precisión a otras regiones productoras. Del mismo modo, también se puede aplicar la elaboración de modelos predictivos para cuantificar la reducción fumonisinas a través de ciertas fases de la elaboración del maíz.
- (d) El *Código de prácticas* también indica que los cereales recién recogidos deben limpiarse para eliminar los granos dañados y otras materias extrañas. Es esencial que la clasificación y la limpieza, de conformidad con las buenas prácticas de fabricación (BPF), también se apliquen de manera sistemática en la industria antes de que se utilice el grano para su elaboración posterior, a fin de mantener la contaminación por fumonisinas en los productos derivados de la molturación en concentraciones inocuas para los consumidores.
- (e) El *Código de prácticas* indica que el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos que se utiliza para identificar y controlar los peligros en la producción y la elaboración, se debe considerar en el futuro como sistema de gestión complementario para prevenir y reducir la presencia de micotoxinas. La FAO/OIEA ya publicaron un manual de HACCP.
- (f) El marco del OIA para las fumonisinas en el maíz es una útil herramienta de gestión del riesgo para coordinar el proceso de producción a lo largo de la cadena de producción desde la finca hasta la mesa. Las buenas prácticas agrícolas (BPA), las buenas prácticas de higiene (BPH), las BPF y el HACCP son las herramientas principales para alcanzar el OIA, por lo tanto, éste deberá basarse en una evaluación realista de lo que se puede lograr con ellas.

RECOMENDACIONES

- 1) El Comité deberá contemplar la posibilidad de establecer un nuevo trabajo para la revisión del *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas*. Esta revisión debería incluir, entre otros, los siguientes aspectos:
 - a. Cuando los haya para una región específica, los agricultores pueden utilizar modelos de predicción como herramienta adicional para prevenir y controlar la presencia de micotoxinas en los cereales, incluidas las fumonisinas en el maíz
 - b. La clasificación y la limpieza deberán considerarse esenciales en los procedimientos de BPF y el sistema de HACCP que aplique la industria para reducir el contenido de fumonisinas en los productos elaborados.
- 2) Se deberá examinar el manual de HACCP elaborado por la FAO/OIEA para determinar si se puede adoptar para el control de las micotoxinas en el maíz y otros cereales.

BIBLIOGRAFÍA

- Afolabi C.G, Bandyopadhyay R, Leslie J.F, Ekpo E.J. Effect of sorting on incidence and occurrence of fumonisins and *Fusarium verticillioides* on maize from Nigeria. *J. Food Prot*, 69, 2019-23,
- Battilani P, Pietri A, Barbano C, Scandolara A, Bertuzzi T, Marocco A.. Logistic regression modeling of cropping systems to predict fumonisin contamination in maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.2008, 56:10433-8.
- Brera, C.; Debegnach, F.; Grossi, S.; Miraglia, M.; Effect of industrial processing on the distribution of fumonisin B₁ in dry milling maize fractions. *Journal of Food Protection* 67 (6): 1261-1266, 2004.
- Bullerman, L.B. Bianchini, Hanna, M.A., Jackson, L.S.; Jablonski, J.; Ryu, D. Reduction of Fumonisin B1 in Corn Grits by Single-Screw Extrusion *J. Agric. Food Chem*, 56, 2400–2405, 2008.
- Burns TD., Snook ME, Riley RT and Voss KA. Fumonisin concentration and in vivo toxicity of nixtamalized *Fusarium verticillioides* culture material; evidence for fumonisin-matrix interaction. *Food Chem Toxicol*, 46, 2841-2848, 2008
- Castelo, M.M.; Jackson, L.S.; Hanna, M.A.; Reynolds, B.H.; Bullerman, L.B. Loss of fumonisin B₁ in extruded and baked maize –based foods with sugars. *Journal of Food Science* 66: 416-421, 2001.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management and its annex on guidance on microbiological risk management metrics. CAC/GL 63-2007.
- Dalie, D. et al. Impact of *Pediococcus pentosaceus* strain L006 and its metabolites on fumonisin biosynthesis by *Fusarium verticillioides*. **Food Control**, v. 23, n. 2, 2012.
- Dall'Asta, C., et al. (2010). In Vitro digestion assay for determination of hidden fumonisins in maize. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58, 12042-12047
- De la Campa, R. et al. Modeling effects of environment, insect damage, and Bt genotypes on fumonisin accumulation in maize in Argentina and the Philippines. **Mycopathologia**, v. 159, n. 4, 2005.
- De Girolamo, A.; Solfrizzo, M.; Von Holst, C.; Visconti, A. Comparison of different extraction solvents and clean-up procedures for the determination of fumonisins in maize and maize-based food products. *Food Addit. Contam.*, 18, 59–67, 2001.
- Dombrink-Kurtzman, M.A.; Dvorak, T.J. Barron ME, Roney LW. Effect of nixtamalization (alkaline cooking) on fumonisin-contaminated corn for production of masa and tortillas. *J. Agric. Food Chem*. 48: 5781-86, 2000.
- Firrao, G. et al. Prediction of milled maize fumonisin contamination by multispectral image analysis. *Journal of Cereal Science*, 2010, 52:327-330.
- Froment A, Gautier P, Nussbaumer A, Griffiths, A. Forecast of mycotoxins levels in soft wheat, durum wheat and maize before harvesting with Qualimetre. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. (2011) 6:277–281
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). *Microorganisms in foods. 7. Microbiological testing in food safety management*. New York: Kluwer Academic/Plenum Press, 2002.
- Jackson, L.S.; Katta, S.K.; Fingerhut, D.D.; DeVries, J.W.; and Bullerman, L.B. Effects of baking and frying on the fumonisin B1 content of maize-based foods. *J. Agric Food Chem*. 45:4800-4805, 1997.
- Katta, S.K.; Jackson, L.S.; Sumner, S.S.; Hanna, M.A.; Bullerman, L.B. Effect of temperature and screw speed on stability of fumonisin B1 in extrusion-cooked maize grits. *Cereal Chem.*, 76, 16–20, 1999.
- Maiorano A, Reyneri A, Sacco D, Magni A, Ramponi C. A dynamic risk assessment model (FUMAGrain) of fumonisin synthesis by *Fusarium verticillioides* in maize grain in Italy. *Crop Protection* 28 (2009) 243–256
- Nayakaa SC, Niranjanaa S.R., Uday Shankara A.C., S. Niranjana Raja SN, Reddy M.S., Prakasha H.S. and Mortensenc C.N. Seed biopriming with novel strain of *Trichoderma harzianum* for the control of toxigenic *Fusarium verticillioides* and fumonisins in maize. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43 (2010), 264-282
- Palencia, E., et al. (2003). Total fumonisins are reduced in tortillas using the tradicional nixtamalization method of mayan communities. Nutrient interacts and toxicity research communication. *The Journal of Nutrition* 133(10), 3200-3203.
- Park, J.W.; Scott, P.M.; Lau, B.P.; Lewis, D.A.; Analysis of heat-processed maize foods for fumonisins and bound fumonisins. *Food Addit. Contam.* 21(12):1168-78, 2004.
- Patel, S.; Hazel, C.M.; Winterton, A.G.M., and Gleadle, A.E.. Surveillance of fumonisins in UK maizebased foods and other cereals. *Food Addit. Contam.* 14(2): 187-191, 1997.
- Pereira, P. et al. Field studies on the relationship between *Fusarium verticillioides* and Maize (*Zea mays* L.): Effect of biocontrol agents on fungal infection and toxin content of grains at harvest. *International Journal of Agronomy*, 2011, p. 7, 2011.
- Pietri A, Zanetti M, Bertuzzi T. Distribution of aflatoxins and fumonisins in dry-milled maize fractions. *Food Addit Contam Part A*, 2009; 26(3):372-380.
- Pitt, J.I., Taniwaki, M.H., Cole, M.B., 2013. Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of Food Safety Objectives. *Food Control* 32, 205-215.
- Resnik, S.L. Food processing to reduce the entry of mycotoxins to the food and feed chains. Conference on "Advances in research on toxigenic fungi and mycotoxins in South America ensuring food and feed safety in a mycoglobe context" Carlos Paz, Cordoba, Argentina, March 2006.
- Scudamore KA, Patel S. *Fusarium* mycotoxins in milling streams from the commercial milling of maize imported to the UK, and relevance to current legislation. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2009 May;26(5):744-53.
- Scott, P.M.; Lawrence, G.A. Analysis of beer for fumonisins. *J. Food Prot.*, 58, 1379–1382, 1995.
- Seefelder, W.; Knecht, A.; Humpf, H.U. Bound fumonisin B1: analysis of fumonisin-B1 glyco and amino acid conjugates by liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem*. 51, 5567-73, 2003.
- Shetty, P.H.; Bhat, R.V. Physical method for segregation of fumonisin-contaminated maize. *Food Chem.*, 66, 371–374, 1999.
- Torelli E, Firrao G, Bianchi G, Saccardo F, Locci R. The influence of local factors on the prediction of fumonisin contamination in maize. *J Scie Food Agr*. 2012, 92:1808–1814.

- Vanara F, Reyneri A, Blandino M. Fate of fumonisin B1 in the processing of whole maize kernels during dry-milling. *Food Control*, 2009, 20: 235-238.
- Voss, K.A.; Riley, R.T. Differential sensitivity of rat kidney and liver to fumonisin toxicity: organ-specific differences in toxin accumulation and sphingoid base metabolism. *Toxicol. Sci.* 92: 335-345, 2006.
- L. van der Westhuizen, G.S. Shephard, J.P. Rheeder, H.-M. Burger, W.C.A. Gelderblom, C.P. Wild, Y.Y. Gong. Optimising sorting and washing of home-grown maize to reduce fumonisin contamination under laboratory-controlled conditions. *Food Control*, 22:396-400.

Anexo
Lista de participantes

Presidente
Brasil

Profesor Eloisa Dutra Caldas
University of Brasilia
College of Health Sciences
Campus Universitário Darci Ribeiro
70910-970 Brasilia

BRASIL
Tel: +556133073671
Fax: +556133073670
E-mail: eloisa@unb.br

Co-Chair
Estados Unidos de América
Nega Beru

Director, Office of Food Safety
Center for Food Safety and Applied Nutrition
U.S. Food and Drug Administration
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
Tel: 1240 403 2021

E-mail: nega.beru@fda.hhs.gov

ARGENTINA

E-mail: codex@minagri.gov.ar

AUSTRIA**Ms DI Elke Rauscher-Gabernig**

Austrian Agency for Health and Food Safety Division Data
Statistics and Risk Assessment
Spargelfeldstr. 191 A-1220 Vienna, Austria
E-mail: elke.rauscher-gabernig@ages.at

BRASIL**Ms Ligia Lindner SCHREINER**

Specialist on Regulation and Health Surveillance
National Health Surveillance Agency
General Office of Food
SIA Trecho 5 Area Especial 57 Bloco D - 2 Andar
71205-050 Brasilia

BRASIL
Tel: +556134625399
Fax: +556134625313
E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br

CANADÁ**Carla Hilts**

Chemical Health Hazard Assessment
Division Bureau of Chemical Safety
Food Directorate Health Products and Food Branch Health
E-mail: carla.hilts@hc-sc.gc.ca

COLOMBIA**Giovanny Cifuentes Rodriguez**

Consultor
Ministerio de Salud y Protección Social
Cra 13 # 32 – 76 – tel 57 1 3305000 ext 1255 cel. 3005589037.
Bogotá, Colombia.
gcifuentes@minsalud.gov.co
E-mail: giomega2000@yahoo.com

Yuly Andrea Gamboa

Bacterióloga
Unidad de Evaluación de Riesgos en Alimentos
Instituto Nacional de Salud - UERIA - INS
Av. Calle 26 No. 51 - 20,
Tel: 05712207700 ext. 1295/6.
Bogotá, Colombia
Ygamboa

COSTA RICA**Adriana Murillo Williams**

Adriana.murillowilliams@ucr.ac.cr
Maria Elena Aguilar Solano
E-mail: maguilar@ministeriodosalud.go.cr

Rosario Rodriguez

E-mail: rrodriguez@meic.go.cr

CUBA**Miguel García**

E-mail: miguelgarcia@infomed.sld.cu

REPÚBLICA DOMINICANA**Matilde Vásquez**

Nutrición
Ministerio de Salud Pública (MSP)
República Dominicana.
E-mail: codexsespas@yahoo.com; codexsespas@gmail.com;
Tel: Direct: + 809-541-0382. Other Tel: +809-541-3121, ext. 2382
Fax: 809-547-2946

UNIÓN EUROPEA**Mr Frans VERSTRAETE**

European Commission
Dirección General de Salud y Consumidores
Tel: ++32 - 2 - 295 63 59
E-mail: frans.verstraete@ec.europa.eu; codex@ec.europa.eu

GRECIA

Dr. Zoe Mousia
Head of Unit of Processed Food
Department of Enterprises Control
Central Service
Hellenic Food Authority (EFET)
124 Kifisias Ave
115 26, ATHENS
GRECIA
Tel: +30 210 6971 602
Fax: +30 210 6971 501
E-mail: zmousia@efet.gr

JAPÓN**Dr Takashi SUZUKI**

Deputy Director
Standards and Evaluation Division,
Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Ms. Keiko AKIMOTO

Associate Director
Plant Products Safety Division
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japan
E-mail: keiko_akimoto@nm.maff.go.jp

Ms. Mikiko HAYASHI

Section Chief
Animal Product Safety Division
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950, Japan
E-mail: mikiko_hayashi@nm.maff.go.jp, codex_maff@nm.maff.go.jp

Mr Wataru IIZUKA

Assistant Director
Standards and Evaluation Division,
Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Mr Ryo IWASE

Section Chief
Standards and Evaluation Division,
Department of Food Safety,
Ministry of Health, Labour and Welfare
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo 100-8916, Japan
E-mail: codexj@mhlw.go.jp

Dr Yoshiko SUGITA-KONISHI

Director
Division of microbiology
National Institute of Health Sciences
1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan
E-mail: ykonishi@nihs.go.jp

Dr Tomoya YOSHINARI

Researcher
Division of microbiology
National Institute of Health Sciences
1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan
E-mail: t-yoshinari@nihs.go.jp

MALASIA**Ms. Fauziah Arshad Deputy Director**

Standard and Codex Branch
Food Safety and Quality Division Ministry of Health Malaysia
Tel: +603 8885 0794
E-mail: fauziaharshad@moh.gov.my

Ms. Raizawani Abdul Rahman Senior Assistant Director

Contaminant Section
Food Safety and Quality Division Ministry of Health Malaysia
Tel: +603 8885 0783
E-mail: raizawani@moh.gov.my, ccp_malaysia@moh.gov.my

MALAWI**Professor Vincent Saka**

Bunda College of Agriculture
P O Box 219
Lilongwe
Fax: + (265) 01277363
Tel: + (265) 01277222
Cell: + (265) 0888832042
E-mail: vwsaka@yahoo.com

NIGERIA**Dr. A. Adegboye**

E-mail: codex@sononline.org; mgeorge@sononline.org.

Dr. Abimbola Adegboye

National Agency for Food and Drug Administration and Control
E-mail: Adegboye.a@nafdac.gov.ng; bimbostica@yahoo.com

SUDÁN

GAAFAR IBRAHIM
CO-CHAIR NATIONAL CODEX COMMITTEE
SUDANESE STANDARD & METROLOGY ORGANIZATION
E-mail: Gaafaribrahim80@yahoo.com

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**Dr. Kathleen D'Ovidio**

Center for Food Safety and Applied Nutrition
U.S. Food and Drug Administration
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
Tel: 1240 402 1529
E-mail: Kathleen.D'Ovidio@fda.hhs.gov

Dr. Henry Kim

Center for Food Safety and Applied Nutrition
U.S. Food and Drug Administration
5100 Paint Branch Parkway
College Park, MD 20740
Tel: 1240 402 2023
E-mail: Henry.Kim@fda.hhs.gov

VIET NAM**Mrs. Nguyen Thi Minh Ha**

Deputy of Director - Vietnam Codex Office
E-mail: nguyen_thi_minh_ha@yahoo.com

Mr. Ha Minh Thanh

Plan Protection Research Institute
E-mail: thanhanipp@yahoo.com

Mrs. Luong Hong Nga

Hanoi Hanoi University of Science and Technology
E-mail: luonghongnga@yahoo.com

Mr. Nguyen Van Thang

Fiel Crops Research Institute
E-mail: Thanglrdc@gmail.com

Mr. Le Son Ha

Plant Protection Department
E-mail: lesonhappd@yahoo.com

ICGMA (International Council of Grocery Manufacturers Associations)

Maia M. Jack, Ph.D.

ICGMA Head Delegate to CCCF

Director, Science Policy - Chemical Safety

1350 I Street, NW, Suite 300, Washington, D.C

E-mail: mjack@gmaonline.org

Secretary General

E-mail: xavierlavigne@isdi.org

ISDI (International Special Dietary Foods Industries)

Mr. Xavier Lavigne

Secretary General

E-mail: xavierlavigne@isdi.org