



**PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS
COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS**

Décima reunión

Rotterdam, Países Bajos, 4 – 8 de abril de 2016

CUESTIONES DE INTERÉS PLANTEADAS POR LA FAO Y LA OMS

**ANÁLISIS ULTERIOR DE LOS DATOS PROPORCIONADOS
POR EL PROYECTO FAO/OMS SOBRE MICOTOXINAS EN EL SORGO**

Introducción

1. El proyecto FAO/OMS sobre micotoxinas en el sorgo se aplicó de 2012 a 2014 en Burkina Faso, Etiopía, Malí y Sudán. El objetivo del proyecto era proporcionar datos sobre la presencia de micotoxinas, así como informar sobre la agricultura y las prácticas de producción a lo largo de la cadena de valor. Este proyecto es el resultado de los debates en el Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) en torno a la posible necesidad de un nivel máximo para las micotoxinas en el sorgo. Un informe final sobre el proyecto (ref. CX/CF 15/9/3-Add.1) se presentó a la 9.^a reunión del CCCF, para comunicar los principales resultados del proyecto al Comité.
2. En su 9.^a reunión, el Comité examinó este informe del estado final y llegó a la siguiente conclusión: "*El Comité convino en pedir a la FAO y la OMS que analizaran los datos y proporcionarían recomendaciones al Comité en su próxima reunión sobre las micotoxinas de importancia y la posibilidad de establecer NM para estas micotoxinas, y proponer cambios al Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas.*" (REP15/CF, párr. 25).
3. En respuesta a esta solicitud, el presente documento resume los resultados de nuevos análisis estadísticos realizados con los datos recogidos, así como un análisis de la información recopilada sobre buenas prácticas durante la ejecución del proyecto, en relación con el contenido actual del proyecto de revisión del *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas* (CAC/RCP 51-2003) y sus proyectos de anexos.

Principales resultados del proyecto del sorgo

4. Se recogió un total de 1 533 muestras de sorgo en los cuatro países, entre diciembre de 2012 y diciembre de 2013, en tres rondas (inmediatamente después de la cosecha; inmediatamente antes de la estación lluviosa y antes de que se terminaran las existencias del año). Se analizó un total de 23 micotoxinas¹ con un método multianálito validado de LC-MS/MS² en un laboratorio con acreditación ISO 17025 (Laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad de Gante).
5. De las 23 micotoxinas analizadas, se detectaron 16 diferentes micotoxinas en por lo menos una muestra en niveles por encima del LOQ, (aflatoxinas, altenueno, fumonisinas, toxina HT-2, ocratoxina A, deoxinivalenol, zearalenona, alternariol, alternariol monometil éter, esterigmatocistina, diacetoxiscirpenol). El cuadro siguiente muestra un resumen de los resultados:

¹ Nivalenol, deoxinivalenol, fusarenon X, neosolaniol, 3-acetildeoxinivalenol, 15-acetildeoxinivalenol, aflatoxina G2, aflatoxina G1, aflatoxina B2, aflatoxina B1, diacetoxiscirpenol, altenueno, roquefortin C, toxina HT-2, fumonisina B1, fumonisina B2 y fumonisina B3, alternariol, toxina T-2, ocratoxina A, zearalenona, esterigmatocistina y monometil éter alternariol.

² E. Njumbe Ediage, J. Diana Di Mavungu, C. Van Peteghem, S. De Saeger. (2011). A validated multi-analyte LC-MS/MS method for the quantification of 25 mycotoxins in cassava flour, peanut cake and maize samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 5173-5180.

Cuadro 1: Datos resumidos de los resultados analíticos de las micotoxinas identificadas en las muestras de sorgo

Micotoxinas	LOQ (µg/kg)	Máx. (µg/kg)	% de muestras>LOQ
Aflatoxinas B1	7,5	359	7,11
Aflatoxinas B2	2,5	49	3,59
Aflatoxinas G1	2,5	714	3,06
Aflatoxinas G2	7,5	32	0,39
Altenueno	25	44	0,06
Fumonisinias B1	25	3 419	11,87
Fumonisinias B2	35	1 606	3,78
Fumonisinias B3	40	589	1,82
Toxina HT-2	10	11,9	0,06
Ocratoxina A	3	163	2,15
Deoxinivalenol	40	112	0,45
Zearalenona	6,5	382	2,74
Alternariol	80	1 090	3,06
Alternariol monometil éter	10	257	2,34
Diacetoxiscirpenol	2,5	109	11,29
Esterigmatocistina	2,5	1 189	16,05

6. A fin de elaborar más análisis estadísticos para la respuesta de la FAO/OMS a la petición del CCCF, sólo se seleccionaron micotoxinas importantes.
7. Las micotoxinas de importancia se definen como aquellas que fueron detectadas en al menos un 1% de todas las muestras. Estas micotoxinas son: aflatoxinas, fumonisinias, esterigmatocistina; diacetoxiscirpenol, zearalenona, ocratoxina A, alternariol y alternariol monometil éter.
8. El análisis estadístico se realizó de la siguiente manera:
 - Se analizaron los siguientes parámetros: porcentaje de muestras con niveles de contaminación por encima del LOQ para una determinada micotoxina, nivel mínimo, media aritmética, desviación estándar, mediana, percentil 95^o, percentil 97,5^o, nivel máximo.
 - Estos cálculos se realizaron en todas las muestras, incluidas aquellas con resultados inferiores al LOQ; para éstas, el resultado <LOQ se reemplazó con el valor numérico del LOQ de la micotoxina considerada (método del límite superior). Si bien se observa que este método sobrestima el valor de la media y la mediana, con el fin de establecer niveles máximos.
 - Todas las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 se sumaron como "total de aflatoxinas" y las fumonisinias 1, 2 y 3 se sumaron como "total de fumonisinias" para facilitar el análisis de los datos. El LOQ del total de fumonisinias resultó ser de 100µg/kg y el LOQ del total de aflatoxinas observado fue de 20 µg/kg.
9. Cabe señalar que:
 - No se observó diferencia significativa en los niveles de micotoxinas dentro y entre los países. Por lo tanto, todos los datos de los cuatro países se agruparon para su elaboración y análisis estadístico para cada micotoxina.
 - El diacetoxiscirpenol es la única micotoxina que presentó una diferencia estadística observada en los niveles entre las rondas 1 y 3, en un único país. No se pudo determinar un efecto causal de las prácticas.

El cuadro 2 que figura a continuación resume los principales resultados para facilitar su consulta por el CCCF:

Cuadro 2: Resumen de los principales resultados estadísticos sobre los parámetros de distribución (todos los valores figuran en µg/kg)

Micotoxinas	Percentil 95 ^o	Percentil 97,5 ^o	Máx.	LOQ
Total de aflatoxinas	27,6	46	1 092	20
Total de fumonisinas	181	383	5 421	100
Esterigmatocistina	25	56,6	1 189	2,5
Diacetoxiscirpenol ³	4,7	7,7	109	2,5
Zearalenona	6,5	11,8	382	6,5
Ocratoxina A	3	3	163	3
Alternariol	80	93,6	1 090	80
Monometil éter alternariol	10	10	257	10

10. Los detalles completos de la distribución estadística de los parámetros de cada micotoxina se proporcionan en los cuadros y las curvas de distribución estadística en el anexo de este documento.

Información de los estudios de la cadena de valor y las buenas prácticas en la producción de sorgo

11. El proyecto reunió información relacionada con las prácticas a lo largo de la cadena de valor del sorgo en los cuatro países. Estas prácticas se presentaron en la 9.ª reunión del CCCF en CX/CF 15/9/3-Add.1. Se llevó a cabo un nuevo examen de estas prácticas con el fin de compararlas con las disposiciones del proyecto de revisión del *Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación de los cereales por micotoxinas* (CAC/RCP 51-2003) y sus proyectos de anexos.

12. Los siguientes resultados no se reflejan en el actual proyecto de código revisado de prácticas (que no es específico del sorgo):

- **Semillas:** los resultados preliminares indican que los genotipos rojos y de elevados taninos pueden estar asociados a una mayor resistencia a la infestación fúngica.
- **Prácticas postcosecha inmediatas:** una aventadora adicional/mejorada puede ser adecuada para reducir la concentración de micotoxinas en el sorgo mediante una limpieza adicional del cereal.

13. Cabe señalar que la falta de diferencias significativas en los niveles de contaminación observados entre las rondas (excepto en un país para el diacetoxiscirpenol) podría indicar que una intervención adicional para mejorar a mediano plazo y a largo plazo las prácticas postcosecha puede repercutir poco en la contaminación y que debe prestarse una gran atención a las prácticas precosecha y postcosecha inmediatas.

Conclusiones

14. En respuesta a la petición de la 9.ª reunión del CCCF, los resultados del proyecto y el posterior análisis estadístico son una buena base para señalar que:

- Las **micotoxinas importantes** se definen como aquellas que estuvieron presentes en niveles superiores al LOQ en al menos un 1% de todas las muestras analizadas. Estas micotoxinas fueron: total de aflatoxinas, total de fumonisinas, esterigmatocistina; diacetoxiscirpenol, zearalenona, ocratoxina A, alternariol y alternariol monometil éter.
- El diacetoxiscirpenol y la esterigmatocistina fueron las micotoxinas más frecuentes en niveles superiores al LOQ, y las fumonisinas, la esterigmatocistina y el alternariol se observaron en los niveles numéricamente más altos de concentración. Cabe señalar que, en ausencia de una evaluación de riesgos, estas medidas de prevalencia y concentraciones no se pueden correlacionar con ningún riesgo. Se observa además que las aflatoxinas, las fumonisinas, la esterigmatocistina y el diacetoxiscirpenol se examinarán durante la próxima 83.ª reunión del JECFA (noviembre de 2016).

³ Para los fines de este cuadro sólo se proporcionan valores resumidos

Respecto a la cuestión específica sobre la **factibilidad de establecer niveles máximos**, es necesario tener en cuenta un número de factores, inclusive la información generada en la próxima 83.^a reunión del JECFA. En el caso de las micotoxinas con datos de presencia por encima del 1%, los niveles al final de la curva de distribución demostraron una relación (nivel máximo/percentil 95^o) que va de 8 a 60 (véanse los cuadros del Anexo). Se deberá seguir trabajando para evaluar la eficacia de la exposición y el riesgo para los consumidores, inclusive en los 4 países del proyecto, para entender las estimaciones de la exposición alimentaria a estas diferentes micotoxinas. De hecho, cualquier trabajo para establecer niveles máximos deberá tener en cuenta el riesgo comprobado mediante una evaluación de riesgos según la política del Comité sobre Contaminantes de los Alimentos para la evaluación de la exposición a contaminantes y toxinas presentes en alimentos o grupos de alimentos (*Manual de procedimiento, CAC*).

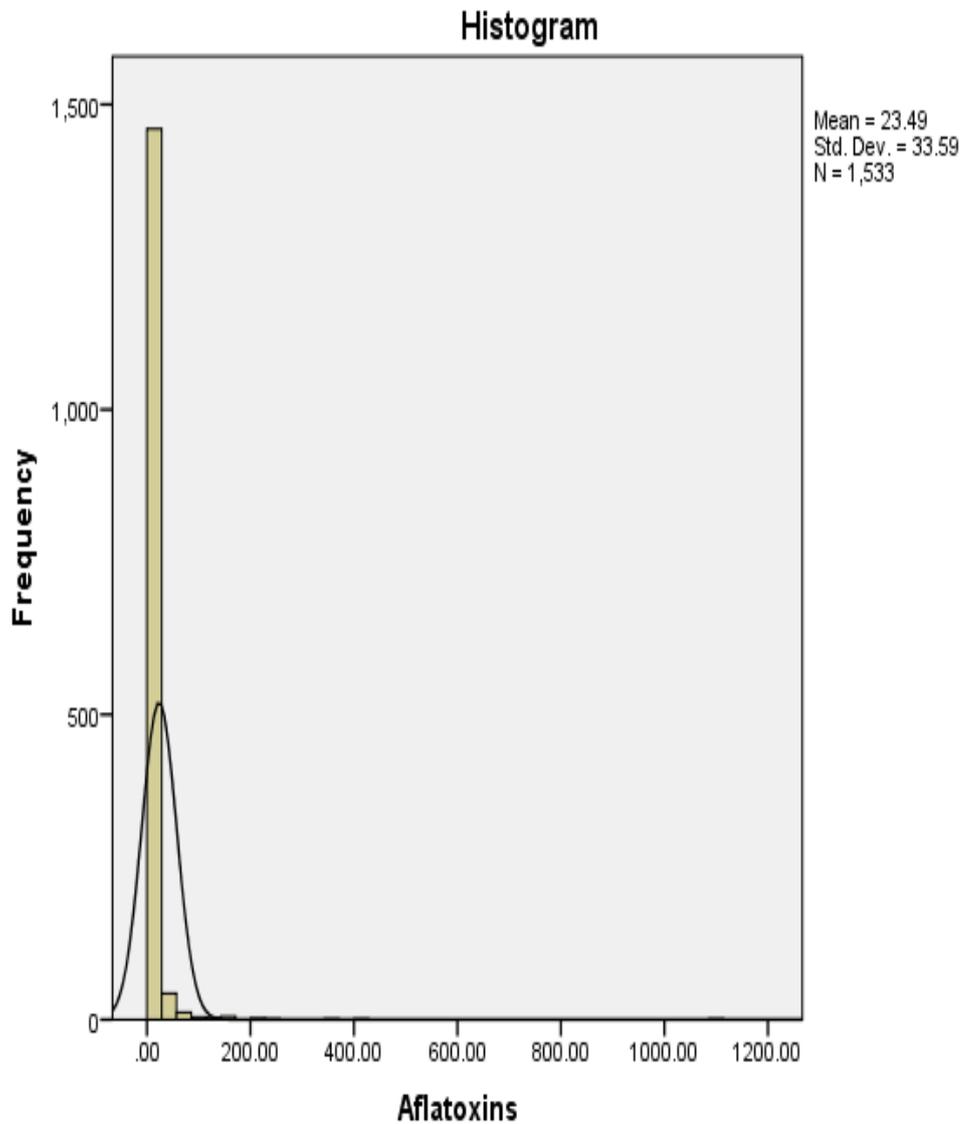
- Del examen cruzado de los resultados de los estudios de la cadena de valor y el proyecto de código de práctica, el CCCF puede examinar dos consideraciones específicas del sorgo, relacionadas con las semillas y las prácticas poscosecha inmediatas, como se indica en el párrafo 12.

Anexo

Cuadro 3: Parámetros de distribución estadística del total de aflatoxinas
(suma de las aflatoxinas B1, B2, G1, G2, ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	116	7,6	20	23,5	33,6	20	27,6	46	1 092	40

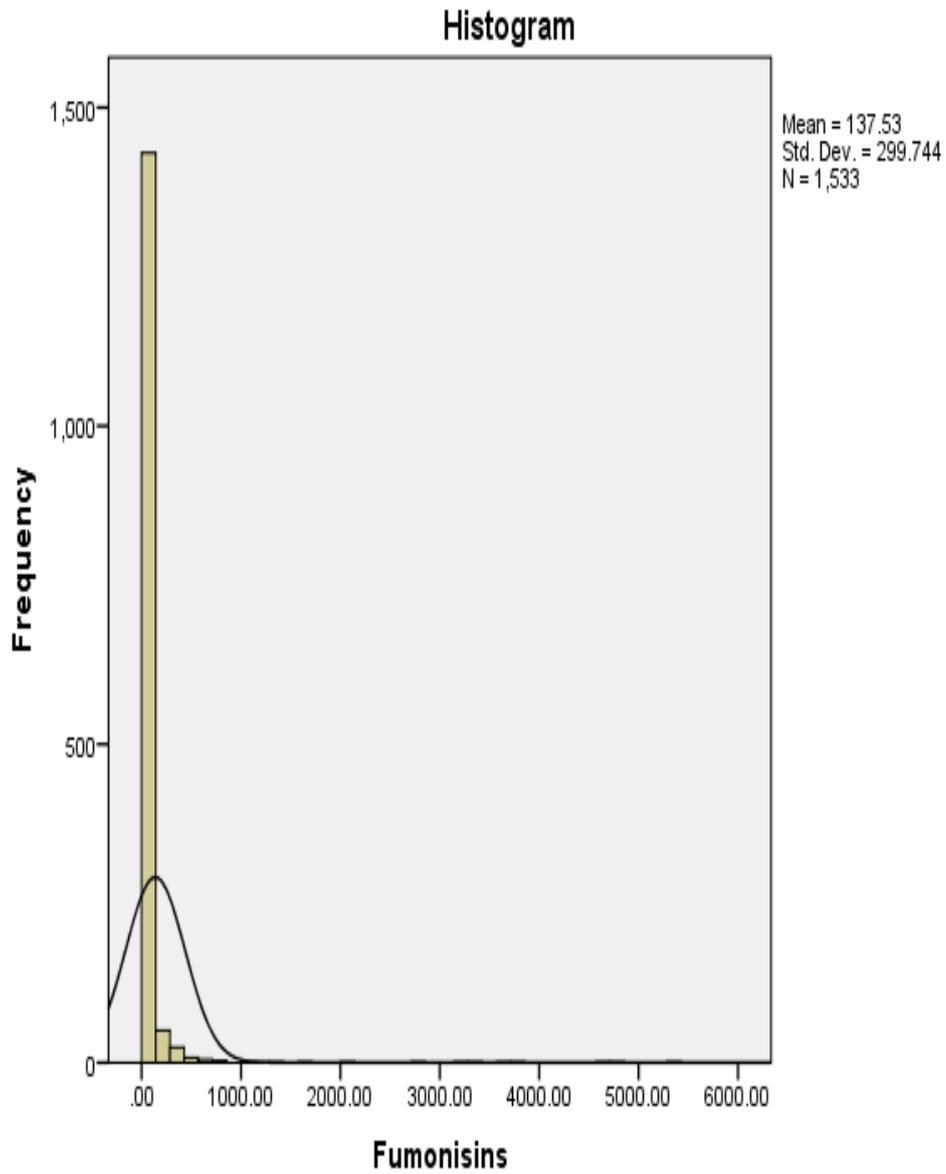
Gráfico 1: Curva de distribución del total de aflatoxinas
(N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 4: Parámetros de distribución estadística del total de fumonisinas (suma de B1, B2, B3, ND=LOQ, µg/kg)

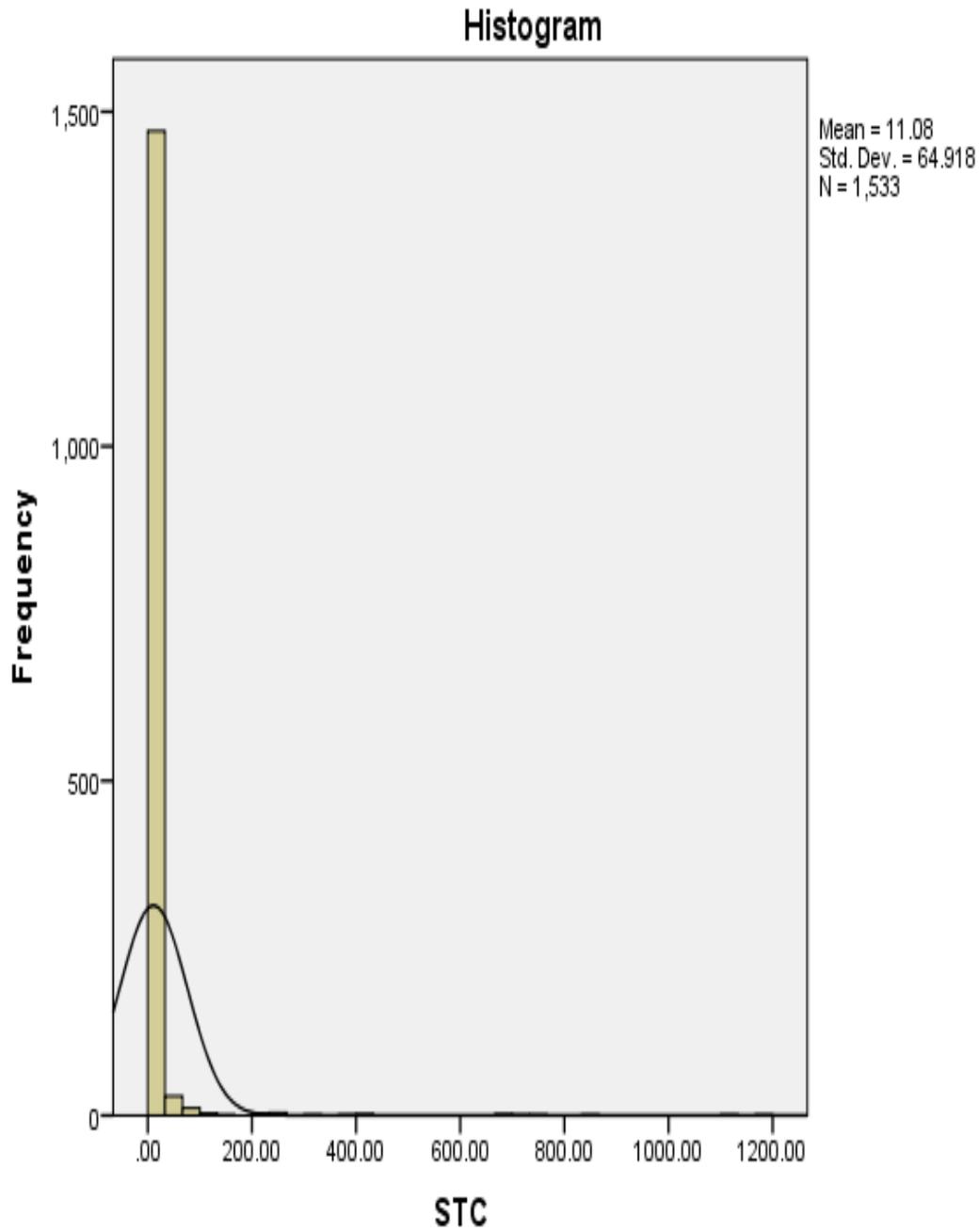
N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97-5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	179	11,7	95	137,5	300	100	181	383	5 421	30

Gráfico 2: Curva de distribución del total de fumonisinas (N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 5: Parámetros de distribución estadística de la esterigmatocistina (ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	246	16,1	2,5	11,1	64,9	2,5	25,0	56,6	1 189	50

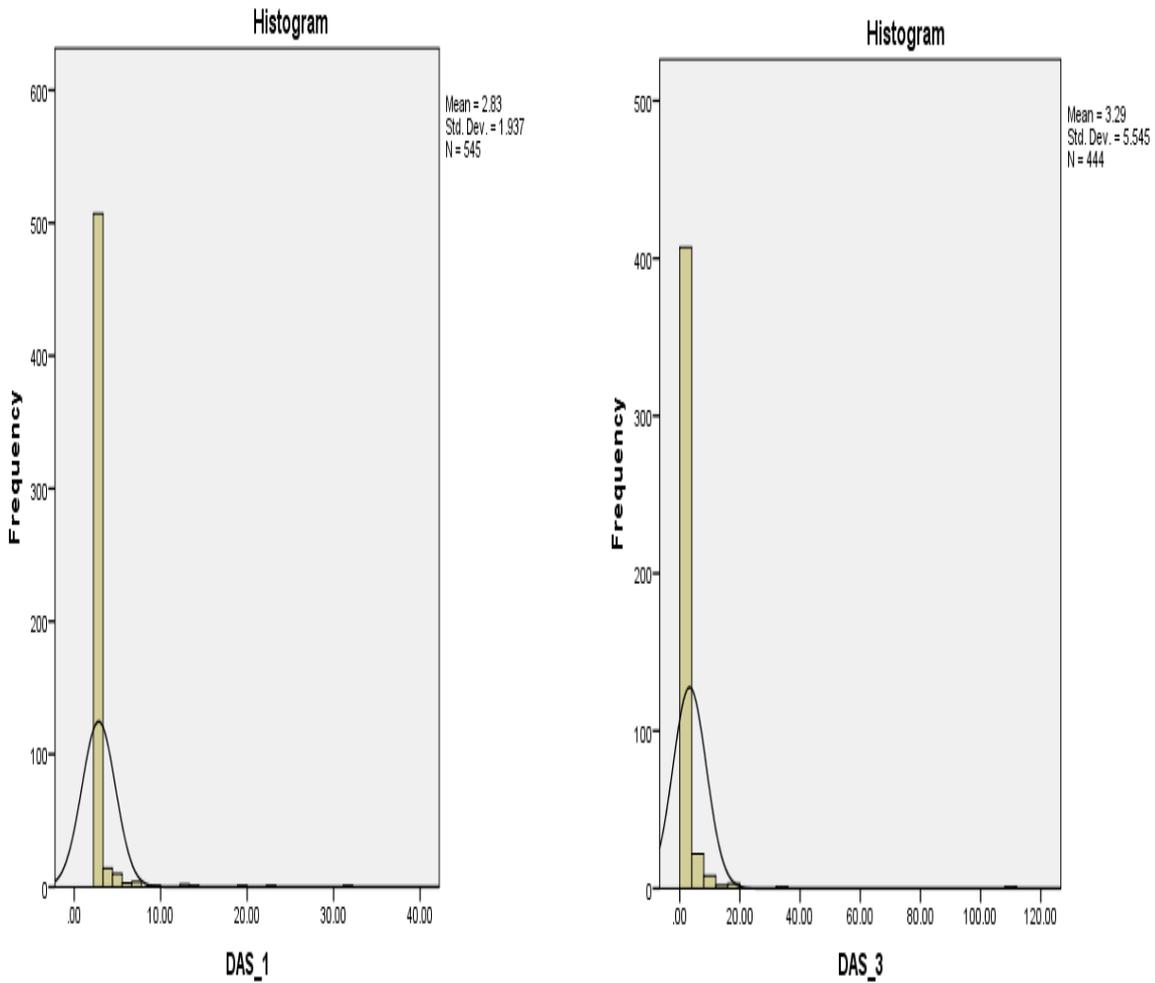
Gráfico 3: Curva de distribución de la esterigmatocistina (N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)

Cuadro 6: Parámetros de distribución estadística del diacetoxiscirpenol (DAS) (ND=LOQ, µg/kg)

Rondas	N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
Ronda 1	545	44	8,1	2,5	2.83†	1,9	2,5	4,1	5,8	31,3	8
Ronda 2	544	65	12	2,5	2,89	2,1	2,5	4,4	7,3	33,9	8
Ronda 3	444	63	14,2	2,5	3.29†	5,5	2,5	7,8	8,8	109	14
Total	1 533	172	11,2	2,5	2,98	3,4	2,5	4,7	7,7	109	23

† Diferencia significativa en el nivel medio de DAS entre la ronda 1 y la ronda 3 (p<0,037)

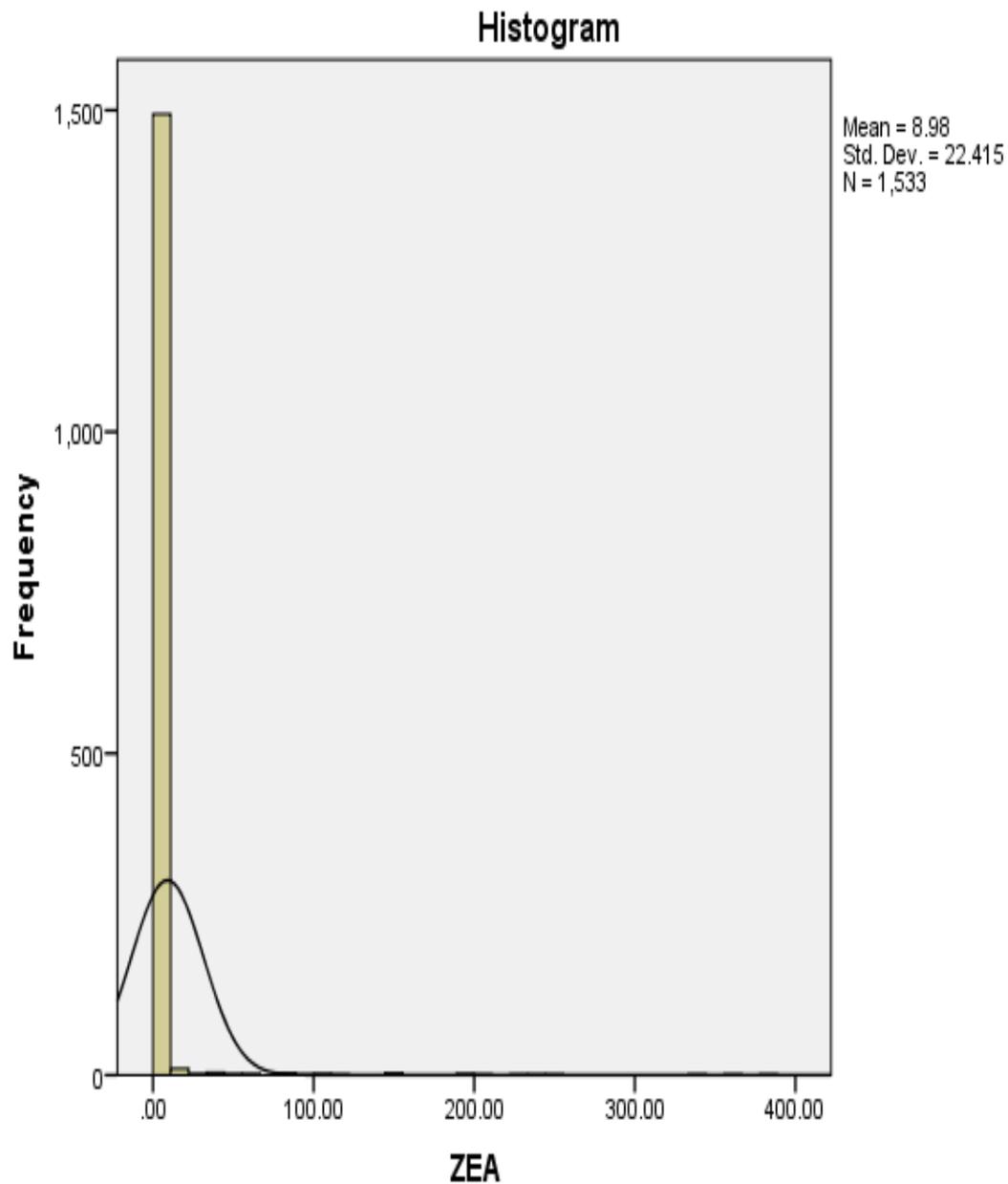
Gráfico 4: Curvas de distribución del diacetoxiscirpenol (DAS) de las rondas 1 y 3 (ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 7: Parámetros de distribución estadística de la zearalenona
(ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	41	2,67	6,5	9,0	22,4	6,5	6,5	11,8	382	60

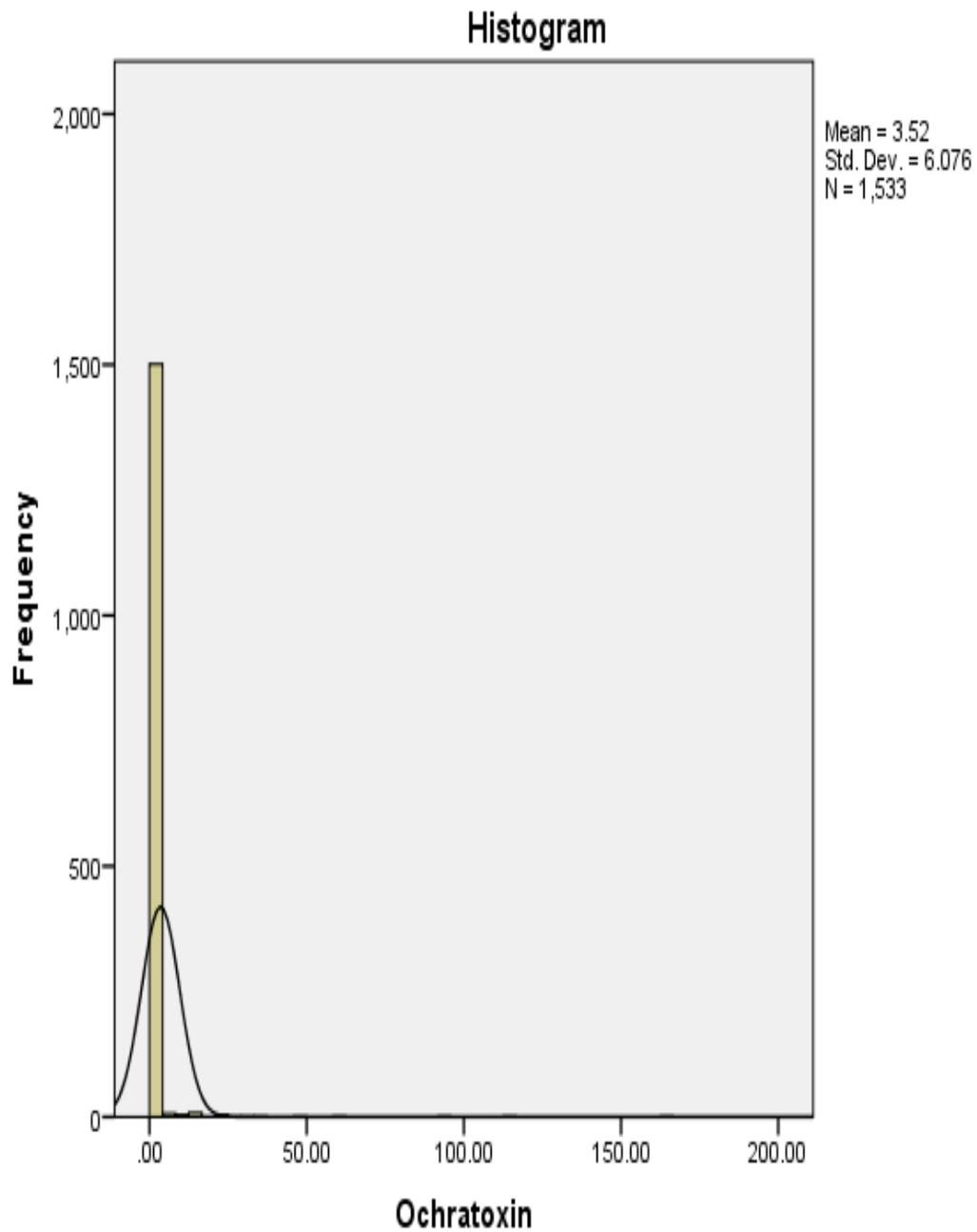
Gráfico 5: Curva de distribución de la zearalenona (ZEA)
(N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 8: Parámetros de distribución estadística de la ocratoxina A
(ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	33	2,15	3,0	3,5	6,1	3,0	3,0	3,0	163	50

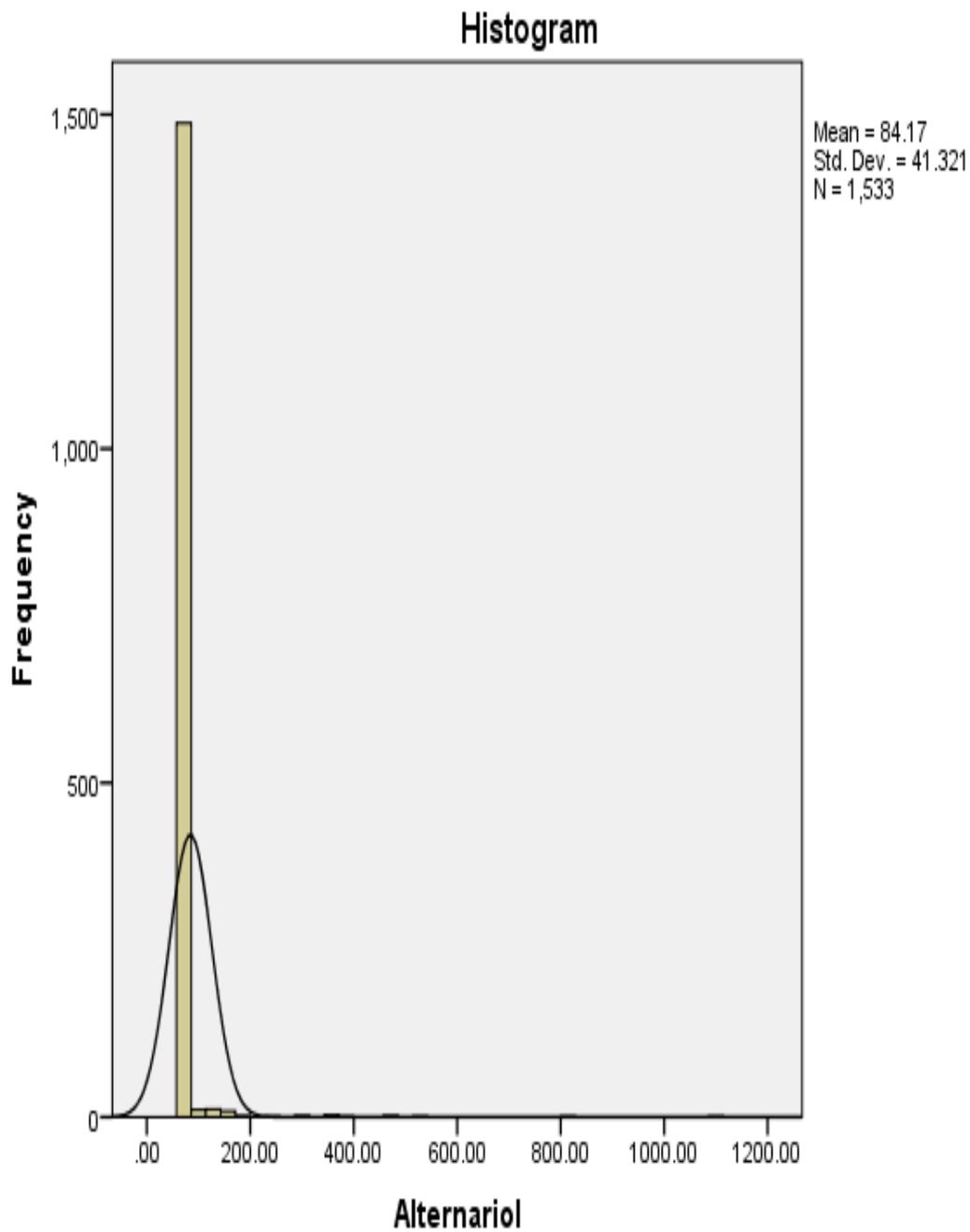
Gráfico 6: Curva de distribución de la ocratoxina A (OTA)
(N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 9: Parámetros de distribución estadística del alternariol
(ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1 533	47	3,1	80,0	84,2	41,3	80,0	80,0	93,6	1090	14

Gráfico 7: Curva de distribución del alternariol
(N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)



Cuadro 10: Parámetros de distribución estadística del alternariol monometil éter
(ND=LOQ, µg/kg)

N	N>LOQ	Perc. (%)	Mín.	Medio	STD	Mediana	95°	97,5°	Máx.	Relación máx./95°
1533	35	2,3	10,0	11,3	12,5	10,0	10,0	10,0	257	26

Gráfico 8: Curva de distribución del alternariol monometil éter
(N=1533, 4 países, ND=LOQ, en µg/kg)

