

MOHOS Y MICOTOXINAS EN CEREALES PARA DESAYUNO: ESTUDIO PRELIMINAR

GENOVEVA GARCÍA-AGUIRRE, REBECA MARTÍNEZ-FLORES & MA. DE JESUS HERNÁNDEZ DEL ÁNGEL

Laboratorio de Micología, Instituto de Biología, UNAM. Apartado Postal 70-233, México, D.F., 04510.

ABSTRACT

MOLDS AND MYCOTOXINS FROM BREAKFAST CEREALS: PRELIMINARY STUDY. *Rev. Mex. Mic.* 15: 37-40 (1999). Eighteen samples of breakfast cereals from different brands were analyzed for mycotoxins and molds. Neither aflatoxins, ochratoxins, nor zearalenone were detected. The mold profiles were varied, the most abundant were species of the *Aspergilli* and *Penicillia*, and *Fusarium oxysporum*

Key words: Aflatoxins, breakfast cereals, molds, mycobiota, mycotoxins, ochratoxins, zearalenone.

RESUMEN

Dieciocho muestras de cereales para desayuno de diferentes marcas y presentaciones fueron analizadas para determinar aflatoxinas, zearalenona y ocratoxinas, así como su micobiota. No fueron detectadas las toxinas buscadas. La micobiota fue variada siendo las especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium oxysporum* las más abundantes.

Palabras clave: Aflatoxinas, cereales para desayuno, micobiota, micotoxinas, mohos, ocratoxinas, zearalenona.

Introducción

Debido a que en México, y en otros lugares del mundo existen pocos trabajos publicados relacionados con la contaminación con hongos y micotoxinas en los alimentos llamados cereales para desayuno que son importantes por su alto consumo en las zonas urbanas, se consideró conveniente determinar su contaminación con micotoxinas, así como conocer e identificar las especie de mohos que los contaminan, principalmente aquellas que representan un riesgo sanitario potencial para la población consumidora. Entre los cereales que han sido encontrados contaminados en forma natural con micotoxinas están, el arroz, la avena, la cebada, el maíz, el trigo y el centeno (Stoloff, 1976) los que, industrializados, constituyen la base de los cereales para desayuno, esto sugiere la posible contaminación de dichos alimentos con las mismas micotoxinas, o con los mohos que las producen, ya que la actividad de agua de ambos tipos de sustratos es similar (Corry, 1978).

Materiales y métodos

Muestras. En una tienda popular en Tlalpan, D.F., se compraron, seleccionándolos de manera aleatoria, 18 empaques de cereales para desayuno de las diferentes

marcas y presentaciones encontrados ese día, como hojuelas, granos inflados, burbujas y otras formas, naturales y con cubiertas azucaradas o con chocolate.

Determinación de las micotoxinas. Muestras, por duplicado, de 50 g fueron analizadas siguiendo el método de Eppley, 1968, para aflatoxinas, zearalenona y ocratoxinas con las modificaciones sugeridas para cada una de las micotoxinas por la AOAC, 1984.

Determinación de la micobiota. Fueron aisladas, cuantificadas y purificadas, todas las colonias que aparecieron en cajas de Petri con malta, sal, agar, 2, 6, 2 % (MSA) y papa, dextrosa, agar (PDA) (Tuite, 1969) en las que habían sido colocadas e incubadas a 25°C durante 7 días, 25 unidades de cada cereal, todo por duplicado.

Identificación de especies. Los mohos aislados fueron identificados al nivel de género, siguiendo las claves de Barnett y Hunter (1972). *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium*, fueron identificados a especie siguiendo las claves de Pitt (1979), Raper & Fennell (1965) y Booth (1971) respectivamente, usando los medios y condiciones de cultivo recomendados para cada caso.

Resultados y discusión

En el presente trabajo no fueron detectadas aflatoxinas, ocratoxinas ni zearalenona, lo que sugiere un buen control de calidad por parte de las compañías productoras de los

cereales analizados. Con relación a la micobiota, la figura 1 muestra el número total de aislamientos obtenidos de las diferentes especies aisladas de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. A pesar de que *Cladosporium* ha sido relacionado con la aleuquia tóxica alimentaria (Christensen & Kaufmann, 1969; Wogan, 1968), las condiciones ambientales que prevalecen en México no favorecen la formación de ATA, así, la presencia de este hongo se registra como género.

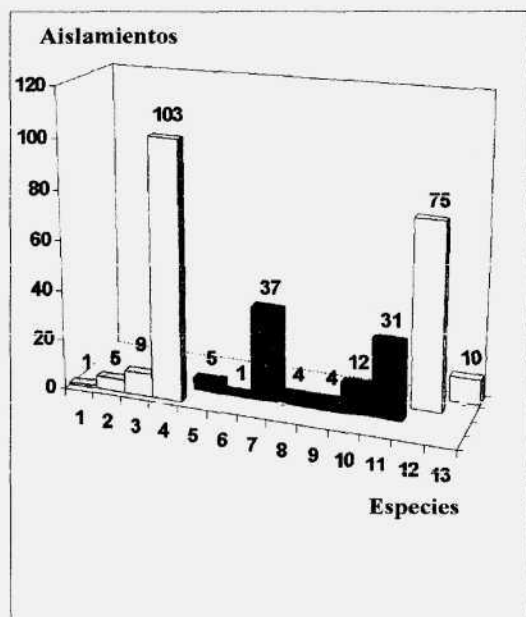


Figura 1. Número de aislamientos por especies de mohos. 1. *A. ochraceus*; 2. *A. niger*; 3. *A. candidus*; 4. *A. flavus*; 5. *P. glabrum*; 6. *P. janthinellum*; 7. *P. waksmanii*; 8. *P. citrinum*; 9. *P. chrysogenum*; 10. *P. puberulum*; 11. *P. claviforme*; 12. *F. oxysporum* y 13. *Cladosporium* sp.

El número total de aislamientos, 297, está repartido en 4 géneros, 118 de *Aspergillus*, 94 de *Penicillium*, 75 de *Fusarium* y 10 de *Cladosporium*. En la tabla 1 se muestra el número de aislamientos de las especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* así como del género *Cladosporium*, aisladas de los diferentes cereales, marcas y presentaciones. Los aislamientos de *Aspergillus* pertenecen a 4 especies: *A. flavus* (103), *A. niger* (5), *A. candidus* (9) y *A. ochraceus* (1); los de *Penicillium* a 7: *P. glabrum* (5), *P. janthinellum* (1), *P. waksmanii* (37), *P. citrinum* (4), *P. chrysogenum* (4), *P. puberulum* (12) y *P. claviforme* (31). Los 75 aislamientos de *Fusarium*, todos fueron de *F.*

oxysporum (Figura 1).

Los tres géneros mencionados representan el 96.6% de los mohos obtenidos. Para hacer las inferencias sanitarias y de biodeterioro del trabajo, se consideró a las 287 colonias de estos géneros como el 100%. Con base en lo anterior, *Aspergillus* representa 41% de los aislamientos y *Penicillium* y *Fusarium* el 33% y 26% respectivamente. La presencia de estos géneros sugiere una actividad de agua (a_w), en los productos analizados superior a 0.80, lo que puede representar problemas de biodeterioro, así como de posible contaminación con micotoxinas, si además de ésta, otras condiciones favorecen su síntesis. *Aspergillus flavus*, cuyos requerimientos mínimos de a_w son 0.85 (Christensen, 1975; Corry, 1978), fue la especie de la que se aislaron el mayor número de colonias, 103, esto es, 87% del total del género, lo que además de biodeterioro, sugiere la posibilidad de encontrar aflatoxinas o que el material corra el riesgo de contaminarse con estas toxinas si las condiciones ambientales lo permiten. En general, los requerimientos mínimos de a_w de *Penicillium* son superiores a 0.80. De las especies aisladas de este género, *P. claviforme*, *P. puberulum*, *P. citrinum* y *P. janthinellum*, han sido registradas como productoras de micotoxinas, por lo menos en condiciones de laboratorio. *P. claviforme*, el más abundante, 31 colonias, representa 33% del total del género. Las 75 colonias de *Fusarium oxysporum* aisladas representan el 100% de los aislamientos del género. Se sabe que *F. oxysporum* sintetiza una gran cantidad de micotoxinas de importancia económica y sanitaria, entre éstas, fumonisinas, tricotecenos y aparentemente también zearalenona (Davis & Diener, 1975).

El número de aislamientos y las especies obtenidas de los diferentes productos varía según la marca, la presentación y el cereal con el que están hechos, tabla 1. Considerando las marcas y tomando en cuenta el número de aislamientos de mohos y productos por marca, la más contaminada en términos relativos fue la marca A, después la marca C y la menos contaminada fue la marca B, con 22, 16 y 10% respectivamente. Con relación al cereal base en la elaboración de los diferentes productos, el maíz fue del que más mohos se obtuvieron, 159; 144 de los cuales fueron obtenidos de los productos de la marca A, el número mínimo de aislamientos en aquellos productos cuya base era este cereal fue 13 y el máximo fue 51. Los productos elaborados con arroz fueron los cereales de los que, después de aquellos de maíz, se aislaron más mohos, 78. De los productos elaborados a partir de centeno, trigo, avena y cebada, el número de colonias de mohos fue 25, 12, 4, y 8 respectivamente. La

mayoría de los productos analizados no están contaminados con la mayoría de los mohos aislados como lo muestra la tabla 1. Se esperaría que la cubierta azucarada y con chocolate tuviese una influencia positiva en los niveles de contaminación, particularmente de especies osmófilas, pero esto no se manifiesta. Sin embargo, es importante destacar la presencia de hongos micotoxígenos, como muchas de las especies aisladas de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

Tomando en cuenta las especies aisladas y su capacidad potencial para producir micotoxinas en condiciones naturales, encontramos que: 103 aislamientos, 35% del total de los mismos, fueron de *A. flavus*, la especie mejor conocida por producir aflatoxinas; *A. ochraceus*, es una especie reconocida por su capacidad de producir ocratoxinas, en el presente trabajo fue obtenida una colonia; *A. candidus*, ha sido reportada como productora de citrinina en trigo, avena, centeno y arroz; en esta inspección fueron aisladas 9 colonias.

De las especies de *Penicillium* aisladas, más de la mitad han sido reportadas como productoras de micotoxinas en condiciones naturales en diferentes productos. *P. claviforme*, puede producir patulina en jugo de manzana y diferentes frutas procesadas, en este trabajo fueron obtenidos 31 aislamientos; *P. puberulum* puede producir ácido penicílico en maíz y frijol, también toxinas tremorgénicas en cacahuate, arroz y piensos enmohecidos, en este trabajo fueron obtenidas 12 colonias; *P. citrinum* puede producir citrinina en trigo, avena, centeno y arroz, en este trabajo fueron obtenidos 4 aislamientos; *P. janthinellum*, ácido penicílico en maíz y frijol, en este trabajo se encontró una colonia. *Fusarium oxysporum*, ha sido reportada como productora de fumonisinas, tricotecenos y zearalenona en maíz y otros granos y piensos. Fue encontrada con una abundancia relativa alta (con 1 a 29 aislamientos por producto) disminuyendo sus poblaciones en las condiciones que prevalecen en los granos después de la cosecha; sin embargo, en este período puede producir una o varias toxinas.

Conclusiones

En los productos analizados no fueron detectadas aflatoxinas, ocratoxinas ni zearalenona, lo que sugiere un buen control de calidad, en este aspecto, por parte

de las compañías productoras de los mismos. El estudio de los hongos registró la presencia de una micobiota variada, representada por las especies *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus*, *A. niger*, *A. candidus*, *Penicillium citrinum*, *P. claviforme*, *P. glabrum*, *P. janthinellum*, *P. waksmanii*, *P. chrysogenum*, *F. oxysporum* y *Cladosporium* sp.

Resulta importante continuar con este tipo de inspecciones de manera continua y constante, ya que las especies aisladas pueden representar problemas de biodeterioro. Por otra parte, a pesar de que la mera presencia de las especies micotoxígenas aisladas, *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus*, *A. candidus*, *Penicillium claviforme*, *P. puberulum*, *P. citrinum*, *P. janthinellum*, *Fusarium oxysporum* no implica contaminación con micotoxinas, su presencia puede significar la síntesis posterior de las mismas.

Literatura citada

- Association of Official Analytical Chemists. 1984. **Natural Poisons**. 14 ed. Association of Official Analytical Chemists Arlington.
- Barnett, H. L., B. B. Hunter. 1972. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. Burgess, Minneapolis.
- Booth, C. 1971. **The Genus Fusarium**. C. M. I. Kew, Surrey.
- Corry, E. L. 1978. Relationships of water activity to fungal growth. In: L.R. Beauchat (ed.) **Food and Beverage Microbiology**. Avi Publ.Co., Westport.
- Christensen, C. M. 1975. **Molds Mushrooms and Mycotoxins**. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Christensen, C. M., H. H. Kaufmann. 1969. **Grain Storage. The role of fungi in quality loss**. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Davis, N. D., V. L. Diener. 1975. Mycotoxins. In: L.R. Beauchat (ed.) **Food and Beverage Microbiology**, Avi Publ.Co., Westport.
- Eppley, R. M. 1968. Screening method for zearalenone, aflatoxin, and ochratoxin. **J. Assoc. Off. Analytical Chem.** 51: 74-78.
- Pitt, J. I. 1979. **The Genus Penicillium and its Teleomorphic States Eupenicillium and Talaromyces**. Academic Press, New York.
- Raper, K. B., D. I. Fennell. 1965. **The Genus Aspergillus**. William and Wilkins, Baltimore.
- Stoloff, L. 1976. Occurrence of mycotoxins in food and feed. In: Rodricks J.V. (ed.) **Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems**. American Chemical Society, Washington.
- Tuite, J. 1969. **Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria**. Burgess, Minneapolis.
- Wogan, G. N. 1968. Aflatoxin risks and control measures. **Geographic Nutrition** 27: 932 - 938.

Recibido: 22 de enero, 1998. Aceptado 15 de diciembre, 1998

Solicitud de sobretiros: Genoveva García Aguirre

Tabla 1. Especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Cladosporium* aisladas de muestras de cereales.

Productos	Especies														
	<i>Aspergillus</i>					<i>Penicillium</i>							Otros		
	1	2	3	4	Total	5	6	7	8	9	10	11	Total	12	13
Marca A															
<u>Maiz</u>															
• Hojuelas	0	1	0	16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Inflado	0	0	0	6	6	0	0	0	0	31	0	0	31	2	0
• Hojuelas ¹	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	12	0	12	0	0
• Hojuelas ²	0	4	0	17	21	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
• Hojuelas ³	0	0	0	13	13	37	0	0	0	0	0	0	37	1	0
Total	0	5	0	53	58	37	0	0	0	31	12	0	80	6	0
<u>Arroz</u>															
• Inflado	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
• Inflado ³	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	4	8	0
• Inflado ¹	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	0	1	8	10	0	0	0	0	0	0	4	4	15	0
Total Marca A	1	5	1	61	68	37	0	0	0	31	12	4	84	21	0
Marca B															
<u>Maiz</u>															
• Hojuelas	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	8	0
• Hojuelas ²	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Reventado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	0	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	2	9	1
<u>Trigo</u>															
• Inflado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
<u>Arroz</u>															
• Inflado ³	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0
• Inflado	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Total	0	0	0	5	5	0	0	1	0	0	0	0	1	29	0
<u>Avana</u>															
• Aros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<u>Maiz99 y trigo</u>															
• Lazos	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	8
Total Marca B	0	0	0	8	8	0	5	1	0	0	0	0	6	54	9
Marca C															
• Arroz ⁴	0	0	6	8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Cebada ⁴	0	0	0	3	3	0	0	0	4	0	0	0	4	0	1
• Centeno ⁴	0	0	2	23	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Marca C	0	0	8	34	42	0	0	0	4	0	0	0	4	0	1
GRAN TOTAL	1	5	9	103	118	37	5	1	4	31	12	4	94	75	10

Especies de mohos. 1. *A. ochraceus*; 2. *A. niger*; 3. *A. candidus*; 4. *A. flavus*; 5. *P. glabrum*; 6. *P. janthinellum*; 7. *P. waksmanii*; 8. *P. citrinum*; 9. *P. chrysogenum*; 10. *P. puberulum*; 11. *P. claviforme*; 12. *F. Oxysporum* y 13. *Cladosporium sp.*

Presentación de los cereales: 1 = con azúcar; 2 = con cobertura azucarada; 3 = con chocolate; 4 = hojuelas