



Evaluación parcial de tres sistemas
agroforestales para la zona Andina

Ocurrencia de micotoxinas en
alimentos para consumo humano

El INIAP en marcha
40 años de investigación



MICOTOXINAS

Susana Espín; Leticia Vivas¹
 Ana Pacín; Gabriela Cano; Daniela Tagliere²
 Silvia Resnik; Gustavo Moltó³

Ocurrencia

de micotoxinas en alimentos para consumo humano y animal en el Ecuador

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, particularmente desde la segunda guerra mundial, se vienen observando grandes problemas a escala nacional y mundial relacionados con la seguridad, comercio y sanidad de los alimentos. La contaminación de alimentos con sustancias tóxicas producidas por hongos y otros microorganismos, constituye un grave problema para la salud humana y afecta la disponibilidad de alimentos de origen animal y vegetal.

En el deterioro de los alimentos, generalmente, están involucrados tres tipos de microorganismos: bacterias, levaduras y hongos. Los hongos producen metabolitos tóxicos llamados micotoxinas, las cuales pueden producir micotoxicosis, enfermedad que afecta a los animales y al hombre. Las micotoxinas se presentan como contaminantes naturales de los alimentos, se encuentran en los cereales, semillas, oleaginosas, frutas, hortalizas y alimentos elaborados. En 1985, la FAO estimó que el 25% de los cultivos que se producen en el mundo están contaminados con micotoxinas.

Estudios realizados sobre las causas que originan la contaminación, han demostrado que ésta puede iniciarse en el campo por condiciones climáticas adversas, por ataque de pla-

gas que facilitan la proliferación de microorganismos y por la susceptibilidad intrínseca que presentan muchos de los productos agrícolas. La contaminación después de la cosecha se puede incrementar considerablemente por deficiencias en el secado y por las condiciones de almacenamiento (1).

Se han identificado centenas de micotoxinas, pero no todas afectan a la salud. Existe evidencia de exposición humana a las aflatoxinas, ocratoxinas, zearalenona y tricotecenos, aunque no se excluye la posibilidad de que otras micotoxinas presentes en el ambiente puedan también presentar riesgos para la salud humana (2).

En el Ecuador, a pesar de que las acciones para monitorear la contaminación de los alimentos por micotoxinas son escasas, se estima que su población tiene un alto riesgo en la salud, debido a una ingesta de 15 a 46 ng de aflatoxina/ kg de peso corporal/ día, la cual es 100 veces más alta que la estimada para los países europeos. La ingesta de tricotecenos no es significativa y la de ocratoxina excede el límite de tolerancia de 0.2 a 4.2 ng/kg de peso corporal/día; la ingesta diaria de fumonisinas (B₁+B₂) alcanza 447 ng/ kg peso corporal/día, mientras que en Suiza está estimada en 30 ng/ kg peso/ día (4, 5).

¹ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

² Centro de Investigación de Micotoxinas (CIM), Universidad de Luján - Argentina

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - Argentina

El presente trabajo se realizó con el propósito de ampliar el conocimiento sobre la contaminación natural por micotoxinas en alimentos de amplio consumo en el Ecuador, como son el arroz y el maíz, información de base que permite evaluar las tendencias de la contaminación, estimar los riesgos en la salud y, a futuro, establecer, con eficiencia, un programa de monitoreo y vigilancia de la calidad de los alimentos. Otros productos como la soya, el sorgo, balanceados de uso animal y semilla de algodón, también fueron analizados.

Se contó con el apoyo financiero del Fondo Argentino de Cooperación Horizontal FOAR, dentro del marco del Proyecto 2904 FOAR-CIM-INIAP "Evaluación de la contaminación con micotoxinas en alimentos". Las muestras fueron recolectadas en el Ecuador y analizadas en el Centro de Investigación en Micotoxinas CIM de la Universidad de Luján y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, de Argentina. De manera paralela y complementaria, se realizó la identificación de los hongos toxicogénicos a fin de establecer la relación entre su presencia y el contenido de micotoxinas detectado, esta información será publicada próximamente.

MATERIALES Y METODOS

a. MATERIALES

Se analizaron 52 muestras procedentes de la Costa y Sierra del país: cinco de arroz, cinco de soya, seis de balanceado (bovinos, porcinos y aves), una de sorgo, una de semilla de algodón y treinta y cuatro de maíz.

Diecisiete muestras de maíz amiláceo con síntomas de pudrición por ataque de fusarium, fueron entregadas por el Departamento Nacional de Protección Vegetal y por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, de una colecta realizada en el norte y centro de la Sierra, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo, durante los meses de junio a septiembre de 1998, entre 2400 y 2900 msnm. Estas muestras fueron tomadas directamente en el campo de los productores.

Cuatro muestras de maíz amiláceo fueron adquiridas en ferias populares de la ciudad de Quito y corresponden a lugares de expendio directo del producto a los consumidores.

Trece muestras de maíz de endospermo duro, fueron tomadas en la provincias de Los Ríos, una de las zonas más representativas de la producción de maíz en el Ecuador y, para tener una idea del efecto del almace-

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Oficina del IICA en Ecuador, organismo especializado en agricultura del sistema interamericano, saluda y felicita al:

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP,

en ocasión de Conmemorarse su Cuadragésimo Aniversario de fructífera labor al servicio del Ecuador.

El IICA renueva su interés por fortalecer los lazos institucionales y cooperar mutuamente con el INIAP y otros organismos oficiales y privados del Ecuador para lograr una agricultura moderna, renovada, con un enfoque integrado y sistémico del desarrollo basado en la competitividad, la equidad y la solidaridad como ingredientes esenciales para alcanzar el desarrollo sostenible de la agricultura y el medio rural.

El IICA coincide con sus Estados Miembros en la necesidad de revalorizar el papel de la agricultura, para que ésta pueda atender con éxito las demandas nacionales, y aprovechar las oportunidades que están presentes en materia de comercio, equidad y preservación de los recursos naturales.

*Dr. Hugo A. Torres Soto
Representante del IICA en Ecuador*

Quito, 11 de julio de 1999

namiento, se analizaron tres muestras de maíz y una muestra de semilla de algodón procedentes de ganaderías ubicadas en Machachi, provincia de Pichincha.

Seis muestras de balanceados para uso animal, fueron adquiridas en bodegas agropecuarias de la ciudad de Quito.

b. METODOS DE ANALISIS

PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Todas las muestras fueron divididas en tres partes: dos submuestras se utilizaron para el análisis de hongos en las Universidades de Río Cuarto y Buenos Aires, respectivamente y, la tercera, se utilizó para el análisis de micotoxinas.

Para la molienda se utilizó un molino Romer Union, MO 63084, calibrado para la obtención de partículas de 200 mesh, tamaño de partícula adecuado para el análisis de las diferentes muestras.

EXTRACCION Y PURIFICACION

Para el análisis de las aflatoxinas (AF), zearalenona (ZEA) y deoxivalenol (DON), se utilizó el método descrito por Wilson & Romer (10). Se pesa 25 g de muestra molienda, se añade 100 ml de mezcla acetone-triloro (84:16 V/V) y se mezcla durante dos minutos en una licuadora a alta velocidad. Se filtra y se transfiere 10 ml del extracto a un tubo de ensayo que contiene 100 µl de ácido acético. La limpieza y purificación de la muestra se realiza por medio de una columna Mycosep 224 (Romer Labs, Inc), se toma 4 ml del extracto purificado y se concentra a sequedad en baño maría a 40°C, bajo vacío.

DETECCION Y CUANTIFICACION DE MICOTOXINAS. Deoxivalenol (DON), aflatoxinas (AF) y zearalenona (ZEA), se identificaron y cuantificaron mediante Cromatografía en Capa Fina (TLC). Se parte del extracto purificado concentrado a sequedad, resuspendido en 100 µl de tolueno: acetone-triloro (95:5). Se aplica 50 µl del extracto sobre placas de Sílica Gel 60 (Merck 1.0553) y 10 µl de cada una de las soluciones estándares de las toxinas mencionadas. El solvente de desarrollo fue tolueno: acetone-triloro (1:1). Las placas se observó a la luz ultravioleta a 366 nm para la detección de aflatoxinas y 254 nm para la zearalenona. Para la confirmación de las aflatoxinas se roció una solución de ácido sulfúrico al 20% y se observó el cambio de coloración de las manchas al amarillo. Para la confirmación de la zearalenona se sumergió la placa en una solución de Cloruro de Alu-



minio Cl_3Al , en etanol: agua (1:1) y observando a la luz ultravioleta el viraje al azul de dichas manchas. Para confirmar el deoxivalenol se calentó la placa por 4 minutos en estufa a 105°C, y se observó bajo luz ultravioleta el viraje al color azul de las manchas.

La concentración de cada toxina se determinó por comparación con los estándares. En las muestras donde se detectó aflatoxinas, se procedió a aplicar en otra placa el extracto junto a estándares, para permitir la cuantificación de las cuatro aflatoxinas B_1 , B_2 , G_1 y G_2 se utilizó como fase móvil una mezcla cloroformo: acetone-triloro (9:1).

La confirmación de la presencia de deoxivalenol (DON) en las muestras positivas, se realizó por cromatografía de gas (8, 9), con un equipo Hewlett Packard modelo 3890 511, provisto de columna capilar HP-5 (25 m x 0.2 mm de diámetro interno) y detector de captura de electrones Ni 63. Se utilizó ACBP como estándar interno.

El análisis de fumonisinas B_1 , B_2 y B_3 , se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución HPLC, de acuerdo con el método oficial 995.15 de la AOAC., 1995. Las fumonisinas son extraídas con una solución metanol -agua, filtradas y purificadas sobre

una columna fuertemente intercambiadora de aniones. Las fumonisinas son eluidas con una mezcla metanol : ácido acético, concentradas a sequedad y disueltas en metanol, para su posterior derivatización mediante adición de OPA/ 2-mercaptoetanol, que forma compuestos fluorescentes que permiten su identificación y cuantificación por HPLC. Se utilizó una columna de fase reversa Li-Chrospher 100 RP-18 y como fase móvil metanol : NaH₂PO₄ (73:23) a pH 3.3 ajustado con ácido ortofosfórico. El detector de fluorescencia (F-1080 Merck-Hitachi) utilizó 335 nm como longitud de onda de excitación y 440 nm de emisión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Del análisis de los datos del Cuadro 1, se observa que, a la cosecha las muestras de maíz procedente de la Sierra y Costa del Ecuador, no presentan contaminación con aflatoxinas B₁, B₂, G₁, G₂, tampoco por deoxinivalenol (DON).

Una muestra procedente de la provincia de Cotopaxi fue positiva, con 1333 µg/ kg de zearalenona, valor que supera el límite permisible de 1000 µg/kg, establecido en varios países. Los animales que ingieren alimentos contaminados con zearalenona, además de

presentar síntomas de hiperestrogenismo, reducen la ingesta de alimentos y poseen en sus tejidos niveles variables de la toxina y sus metabolitos. En el hombre, se ha asociado la pubertad precoz y la telarquia con la ingesta de zearalenona como contaminante (7).

La mayor incidencia de contaminación se observa con las fumonisinas, principalmente en las muestras que proceden de la Costa, provincia de Los Ríos, donde se identificaron niveles que fluctúan de 9 a 744.09 ug/ kg de fumonisina B₁, 4.56 a 446 ug/ kg de fumonisina B₂ y 9.39 a 49.21 ug/ kg de fumonisina B₃.

La presencia de fumonisinas está asociada, en principio, con la presencia de *Fusarium moniliforme*, como contaminante de los alimentos del ganado equino, en el que ha ocasionado severas epidemias de leucoencefalomalacia equina. En la actualidad, se considera que también puede ser producida por otras especies de *Fusarium* como *F. proliferatum*, *F. anthophilum*, *F. dlamini*, *F. napiforme* y *F. nygamai*. El substrato primordial donde colonizan estos hongos y producen micotoxinas es el maíz, por esta razón, la mayoría de la información sobre brotes epidémicos está referida a animales que consumen maíz en su dieta: cerdos, pollos, caballos. Teniendo en cuenta que el *Fusarium*

moniliforme es un contaminante muy frecuente del maíz, Fichan *et al*, sugieren que todos los productos elaborados con maíz deberían ser analizados en su contenido de fumonisinas (7)

Las muestras tomadas en la Región Interandina, que presentaban síntomas iniciales de pudrición ocasionada por el hongo *Fusarium* spp., cuya incidencia se ha incrementado debido a la susceptibilidad de las variedades locales y semillas de mala calidad disponible (3), presentan bajos niveles de contaminación por micotoxinas, lo que indica que la apariencia del grano no es indicativo de la presencia de ésta y de otras toxinas y que las condiciones medioambientales de las zonas no fueron favorables para el desarrollo

de micotoxinas.

El análisis de los niveles de contaminación de las muestras presentadas en el Cuadro 2, con relación a la presencia de aflatoxinas, indica que tres muestras de maíz de endospermo duro contenían altos niveles de aflatoxinas (45.71 a 137.4 µg/kg de aflatoxina B₁ y 7.1 a 14.20 µg/kg de aflatoxina B₂). Este maíz es utilizado para la elaboración de balanceados para uso animal. La concentración encontrada supera los límites permitidos sugeridos por la FAO, de 5 µg/kg. En todas las muestras analizadas no se detectó aflatoxinas G₁ y G₂ ni zearalenona. En las muestras tomadas en Ventanas, provincia de los Ríos, se encontró valores de deoxinivalenol (DON) en un rango de 100 a 370 µg/kg, los

Cuadro 1. Niveles de contaminación natural por micotoxinas (µg/kg) en muestras de maíz de diverso origen y tipo procedentes de la sierra y costa del Ecuador.

Procedencia Región / Provincia	TIPO MAÍZ	Aflatoxinas µg/kg				Zearalenona µg/kg	DON µg/kg	Fumonisinias µg/kg		
		B1	B2	G1	G2			B1	B2	B3
SIERRA										
PICHINCHA										
Tumbaco	Morochillo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	85.76	nd	nd
Calderón	Maíz mishca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	22.11	3.68	nd
Cayambe	Maíz amarillo suave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cutuglagua	Morochillo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pifo	Maíz mishca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cayambe	Morochillo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Checa	Maíz mishca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cutuglagua	Maíz I-122	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CHIMBORAZO										
Licto	Maíz blanco blandito	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quimiag	Maíz blanco duro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Penipe	Maíz suave (mezcla)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
COTOPAXI										
Belisario Quevedo	Maíz suave I-126	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Belisario Quevedo	Maíz blanco blandito	nd	nd	nd	nd	1.333	nd	nd	nd	nd
Latacunga	Maíz suave mishca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Latacunga	Maíz blanco blandito	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
COSTA										
LOS RÍOS										
Pueblo Viejo	Maíz Pacific	nd	nd	nd	nd	nd	nd	17.25	9.85	9.39
La Toquilla	Maíz duro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	744.09	311	39.03
									14	
Baba	Maíz H-551	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9	5.85	nd
Ventanas	Maíz comercial	nd	nd	nd	nd	nd	nd	506.34	446	61.3
Ventanas	Maíz 650	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.17	4.56	0
Babahoyo	Maíz morocho	nd	nd	nd	nd	nd	nd	346.91	158.	49.21
									12	

nd. no detectado

cuales se encuentran por debajo de 5000 µg/kg, que es la recomendación de la FDA para granos que se utilizan como ingredientes de la dieta en proporciones de 20% para cerdos y 40% para otras especies. En el Cuadro anterior, se observa mayor incidencia de las fumonisinas, principalmente en

el maíz de endospermo duro proveniente de la Costa, con niveles de contaminación de fumonisina B₁ en rangos de 55.57 a 652.62 µg/kg, fumonisina B₂ de 33.11 a 362.08 µg/kg y fumonisina B₃ de 5.09 a 58.22 µg/kg. Por otra parte, las muestras de maíz suave y una muestra de morocho blanco, almacena-

Cuadro 2. Presencia de micotoxinas en muestras de maíz almacenado adquiridas en centros de expendio al público y en bodegas de ganaderos.

Procedencia Región / Provincia	TIPO MAÍZ	Aflatoxinas µg/kg				Zearalenona µg/kg	Deoxinivalenol µg/kg	Fumonisin µg/kg		
		B1	B2	G1	G2			B1	B2	B3
SIERRA PICHINCHA										
Machachi	Morochillo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	99.93	33.11	18.42
Machachi	Morochillo	137.1	11.9	nd	nd	nd	nd	55.57	35.98	5.09
Machachi	Morochillo	45.71	7.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (Feria libre)	Morocho blanco	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (Feria libre)	Maíz suave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (Feria libre)	Maíz chaucho	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (Feria libre)	Maíz suave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
COSTA LOS RIOS										
Pueblo Viejo	Maíz criollo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	492.43	247.54	37.71
Ventanas	Maíz comercial	nd	nd	nd	nd	nd	100	160.76	47.01	6.31
Ventanas	Maíz H-551	85.7	14.3	nd	nd	nd	370	652.62	362.08	58.22
Ventanas	Maíz comercial 650 y H551	nd	nd	nd	nd	nd	145	270.19	124.87	nd

nd. no detectado

SUSCRIPCION

DATOS

Nombre

Dirección

Institución

Ciudad Provincia

País

Teléfono Fax

Casilla E-mail

Forma de pago: Efectivo Cheque

Suscripción por un año (3 ejemplares) s/.30.000,00

Pago en efectivo: se receptorá en la Administración Central del INIAP

En cheque: remitir con este formulario de suscripción a la Tesorería General del INIAP, Apartado Aéreo 17-01-2600 Quito - Ecuador

ADMINISTRACION CENTRAL
 Avs. Eloy Alfaro y Amazonas
 Edificio MAG, piso 4
 Telfs.: 567645 / 565963
 Fax: (593-2) 504240
 E-mail: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
 Quito - Ecuador

das en bodegas para expendio al público en la ciudad de Quito y adquiridas en ferias populares, no presentaron contaminación.

Según el Cuadro 3, las muestras de arroz no presentaron contaminación natural por aflatoxinas, zearalenona ni deoxinivalenol. Se observa presencia de fumonisinas en concentraciones menores a algunas registradas en maíz, fumonisina B₁ en un rango que va de 8.23 a 229.04 µg/ kg, fumonisina B₂ de 33.11 a 25.58 µg/ kg y fumonisina B₃ de 0.51 a 18.42 µg/ kg.

La muestra de arroz INIAP- 415 presenta ausencia total de las micotoxinas analizadas.

Las muestras de soya y sorgo que provienen

de la Estación Experimental Boliche del INIAP indicadas en el Cuadro 4, presentan bajos niveles de presencia de fumonisina B₁, 2.43 a 7.1 µg/ kg, ausencia de aflatoxinas y zearalenona. En la muestra de soya I-305 se encontró un bajo nivel de deoxinivalenol, 19 µg/kg.

De acuerdo con el Cuadro 5, las muestras de concentrados para uso en alimentación de bovinos, porcinos y aves, no presentaron contaminación por aflatoxinas ni zearalenona. Deoxinivalenol se identificó en dos muestras de balanceados para bovinos en concentraciones de 132 y 271 µg/kg. Valores bajos de fumonisinas B₁ y B₂ se detectaron

Cuadro 3. Contaminación natural por micotoxinas en muestras de arroz procedentes de la costa del Ecuador.

Procedencia Región / Provincia	TIPO MAÍZ	Aflatoxinas µg/kg				Zearalenona µg/kg	Deoxinivalenol µg/kg	Fumonisinas µg/kg		
		B1	B2	G1	G2			B1	B2	B3
COSTA										
LOS RÍOS										
San Juan	Arroz Donato	nd	nd	nd	nd	nd	nd	51.86	33.11	18.42
Ventanas	Arroz Comercial	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.23	nd	0.51
Ventanas	Arroz Comercial	nd	nd	nd	nd	nd	nd	229.04	125.58	16.27
GUAYAS										
Boliche	Arroz I-415	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd. no detectado



Otras Publicaciones



Uso y manejo de plaguicidas

Manejo integrado de las moscas de la fruta

El Cultivo de Durazno en el Austro Ecuatoriano

El Cultivo del Tomate de Arbol

1.- *DTT: un modelo grupal para la transferencia de tecnología agropecuaria*

2.- *Manual del Cultivo de la Soya*

3.- *Varietades de Papa cultivadas en el Ecuador*

4.- *Guía para el Cultivo de las Vid en el Litoral Ecuatoriano*

5.- *El Cultivo del Manzano en la Zona Alta del Ecuador*

6.- *Manual del Cultivo de la Palma Africana para al Zona Noroccidental del Ecuador*

7.- *La Polilla de la Papa*

8.- *Disfrute cocinando el Chocho*

9.- *Manual del Cultivo de Babaco*

Cuadro 4. Contaminación por micotoxinas en muestras de soya y sorgo ALM.
Acenadas procedente de la costa del Ecuador

Procedencia Región / Provincia	TIPO MATERIAL	Aflatoxinas µg/kg				Zearalenona µg/kg	Deoxivalenol µg/kg	Fumonisinás µg/kg		
		B1	B2	G1	G2			B1	B2	B3
COSTA GUAYAS										
Boliche	Soya I-305	nd	nd	nd	nd	nd	19	7.14	nd	nd
Boliche	Soya INIAP Jupiter I22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	7.71	nd	nd
Boliche	Soya INIAP Júpiter I01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3.55	nd	nd
Boliche	Soya S-55-55	nd	nd	nd	nd	nd	nd	5.97	nd	nd
Boliche	Soya S-55-209	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.43	nd	nd
Boliche	Sorgo I-201	nd	nd	nd	nd	nd	nd	na	na	na

nd. no detectado
na. no analizada

Cuadro 5. Contaminación por micotoxinas en muestras de concentrados de consumo animal y en semilla de algodón.

Procedencia Región / Provincia	TIPO MATERIAL	Aflatoxinas µg/kg				Zearalenona µg/kg	Deoxivalenol µg/kg	Fumonisinás µg/kg		
		B1	B2	G1	G2			B1	B2	B3
PICHINCHA										
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado bovino	nd	nd	nd	nd	nd	271	66	5	nd
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado bovino	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado bovino	nd	nd	nd	nd	nd	132	nd	nd	nd
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado cerdos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado aves	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quito (almacén agropecuario)	Balanceado bovino	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Machachi	Semilla de algodón	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

en una sola muestra de concentrado para bovinos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A pesar de que el porcentaje de muestras identificadas positivas para aflatoxinas representa el 5.76% del total de muestras analizadas, los niveles de contaminación detectados son significativos (45.71 a 137.4 µg/kg de aflatoxina B₁ y 7.1 a 14.20 µg/kg de aflatoxina B₂), estos superan hasta 25 veces los límites permitidos, sugeridos por la FAO. Corresponden a tres muestras de maíz de endospermo duro almacenado, procedentes de la región costa
 - La ocurrencia de zearalenona en las

muestras analizadas es baja; se identificó una muestra positiva con 1333 µg/kg, corresponde a maíz suave blanco blando, procedente de la provincia de Cotopaxi, este dato supera el límite permisible de 1000 µg/kg aceptado por varios países.

- Las fumonisinás fueron analizadas en 51 muestras, a excepción del sorgo, se encontró que el 47.05% de las muestras presentó niveles de fumonisina B₁ en el orden de 2.43 a 744 µg/kg; el 31.37 % fue positivo para fumonisina B₂ en un rango de 3.68 a 362.08 µg/kg y un 25.49% aparece contaminado con fumonisina B₃ con niveles de 0.51 a 58.22 µg/kg. Se observa que la mayor incidencia de contaminación corresponde a muestras de arroz, maíz y soya que proceden de la Costa del Ecuador.



- Los niveles de Deoxinivalenol (DON) encontrados, se encuentran bajo las recomendaciones sugeridas por la FDA y corresponden al 11.5% del total de muestras analizadas.
- Existe diferencia entre los materiales de maíz analizados, se observa que tanto las condiciones medioambientales como la matriz del maíz de endospermo duro presentan alta probabilidad de contaminación con aflatoxinas. El maíz amiláceo a pesar de ser un sustrato más apto para la proliferación de hongos, muestra una moderada contaminación por micotoxinas. Es importante señalar que entre los factores que influyen en la ocurrencia de micotoxinas se incluyen: características de la matriz, variedad, clima, región, condiciones de almacenaje, mercado, apariencia, estación y proceso.
- Un dato interesante se observa con la variedad de maíz H-551 que parece ser muy susceptible a la producción de micotoxinas, ya que se detectó presencia de aflatoxinas B₁ (85.71 µg/kg) y B₂ (362.08 µg/kg) conjuntamente con 370 µg/ kg de deoxinivalenol y contaminación con fumonisina B₁ (652.62 µg/kg), fumonisina B₂ (362.08 µg/kg) y fumonisina B₃ (50.22 µg/kg).
- Se considera que deberían continuar los estudios de ocurrencia de micotoxinas en el país, y ampliar no solo el número de muestras, sino tomar en cuenta sustratos como el arroz, importantes desde el punto de vista del consumo de la población. Es importante señalar que para llevar a cabo con eficacia un programa de gestión de la calidad de los alimentos, se requiere reunir, analizar y evaluar con regularidad, información confiable sobre la calidad de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ARIAS J. C. , 1989. Prevención de pérdidas ocasionadas por hongos y micotoxinas, acciones desarrolladas por la FAO. Jornada Nacional sobre Micotoxinas y Micotoxicosis. Instituto de Investigación Agropecuaria INIA. Santiago de Chile.
- 2.- DE CAMPOS MARIT. ,1991. Condiciones que favorecen el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas. Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y el Caribe. San José Costa Rica. pp115-123.
- 3.- MORA E., 1998. Identificación de especies de Fusarium en Ecuador. Segundo Taller de PREDUZA en Resistencia Duradera en cultivos altos de la Zona Andina. Cochabamba-Bolivia pp 128-130.
- 4.- MUHLEMANN M. , LUTHY J. AND HUBER P. 1997. Mycotoxin contamination of food in Ecuador A: Aflatoxin. Mitt Gebiete Lebensm. Hyg.88,593-612.
- 5.- MUHLEMANN M. , LUTHY J. AND HUBER P. 1997. Mycotoxin contamination of food in Ecuador B: OchratoxinA, Deoxinivalenol, T-2 toxin and Fumonisin. Mitt Gebiete Lebensm. Hyg.88, 593-612.
- 6.- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 1995. Association of Official Analytical Chemists, AOAC. Chapter 49, pp 49
- 7.- PACINA A. , 1993. Importancia sanitaria y económica de las micotoxinas en los granos poscosechados para consumo humano y animal. Simposio Internacional sobre conservación de granos. Canela.RS. Brasil.
- 8.- SCOTT P. , KANHERE S. 1986. Determination of nivalenol and deoxinivalenol in cereals by electron capture chromatography. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 69 pp 889-894.
- 9.- SCOTT P. LAU P. , KANHERE S. , 1981. Gas chromatography with electron capture and mass spectrometric detection of deoxinivalenol in wheat and others grains. Journal of Association of Official Analytical Chemists, 64, 1364-1370.
- 10.- WILSON T. , ROMER T. 1991 . Use of Mycosep multifunctional column for liquid chromatography determination of aflatoxin in agricultural products. 74 , pp 951-956.