

DETERMINACIÓN DE AFLATOXINA TOTAL Y OCRATOXINA A EN MACA SECA Y EN HARINA DE MACA

Vilma J. Reyes D.¹, Fernando Quevedo G.²

¹Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias (UNGP)

²Facultad de Farmacia y Bioquímica de la
Universidad Nacional Mayor de San Marcos (CLEIBA)

RESUMEN

Se ha determinado la concentración de aflatoxina total y ocratoxina A en la maca seca y en harina de maca (*Lepidium meyenii walp*), así como los factores fisicoquímicos y microbiológicos que influyen en su producción. Para ello, se ha recolectado muestras de 4 comunidades productoras y de 4 mercados principales. Los factores extrínsecos como temperatura y humedad relativa promedio son 10 °C y 52,5% en las comunidades y 15 °C y 71% en los mercados; estas condiciones hacen posible el crecimiento y desarrollo de *Fusarium avenaceum*, *Penicillium corylophylum*, *P.commune*, *P.chrysogenum*, *Aspergillus niger*, *A.flavus*, *A.ochraceus*, esclerotia de *A.flavus*, *Rizophus* y levaduras. Se ha determinado una concentración promedio de aflatoxina total, 0,829 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$), cifra que indica buena calidad de maca seca y la concentración promedio de ocratoxina A, 8,703 ppb, cifra que sobrepasa el límite máximo permitido por la legislación de Estados Unidos N.º 123/2005. Los factores que influyen en la producción de ocratoxina A son los azúcares reductores y el pH. El promedio de hongos totales encontrado es 50×10^2 ufc/g, y no es un factor influyente en la producción de esta micotoxina. Las muestras de comunidades tuvieron mayor cantidad de ocratoxina A y número de hongos que las muestras de los mercados. En harina de maca, el promedio de aflatoxina total es 12.453 ppb, encontrándose concentraciones altas en la harina tostada a granel del Mercado Central de Lima y los factores influyentes son humedad relativa, pH y acidez. El promedio de ocratoxina A es de 2.892 ppb, encontrándose concentraciones altas en la harina del Mercado de Chupaca, los factores influyentes son los azúcares reductores y el pH. Por otro lado, el número de hongos en harina de maca es 78×10^2 ufc/g y es un factor influyente en la producción de aflatoxina total pero no en la producción de ocratoxina A.

Palabras clave: ocratoxina A, aflatoxina total, hongos en la maca, hongos en harina de maca, factores extrínsecos, factores intrínsecos.

ABSTRACT

It has been determined the concentration of total aflatoxin and A ochratoxin in dried maca (*Lepidium meyenii walp*) and maca flour and the physicochemical and microbiological factors affecting their production. It has been collected samples from 4 productive communities and 4 main markets. Extrinsic factors such as temperature and relative humidity are 10°C y 52,5% in communities and 15 °C y 71% in markets which are favourable conditions for growing *Fusarium avenaceum*, *Penicillium corylophylum*, *P.commune*, *P.chrysogenum*, *Aspergillus niger*, *A.flavus*, *A.ochraceus*, esclerotia, *A.flavus*, *Rizophus* and yeasts. It was also determined total aflatoxin content average (0,829 $\mu\text{g}/\text{kg}$), which indicates the good quality of dried maca and A ochratoxin content average (8,703 ppb), which exceeds the permissible maximum limit given by USL 123/2005. The factors affecting A ochratoxin production are reducing sugars and pH. Total fungi average is 50×10^2 cfu/g but is not a factor affecting this mycotoxin. The community samples had higher concentrations of A ochratoxin and total fungi than the market samples. In maca flour, total aflatoxin content average is 12.4528 ppb in which the toasted flour in bulk from the Central market in Lima had the highest content and the main influential factors are humidity, pH and acidity, while A ochratoxin content average is 2.8916ppb, in which the flour from Chupaca had the highest concentration and the main influential factors are reducing sugars and pH. On the other hand, the number of fungi in maca flour is 78×10^2 cfu/g affecting total Aflatoxin but not A ochratoxin production.

Keywords: A ochratoxin, total aflatoxin, fungi in maca, fungi in maca flour, extrinsic factors, intrinsic factors.

INTRODUCCIÓN

La maca (*Lepidium meyenii walp*) es una planta herbácea bienal, que se cultiva en los Andes desde la época incaica en altitudes sobre los 3000 msnm.

La maca es utilizada principalmente para la producción de harina de diversos tipos: gelatinizada, precocida, tostada y cruda. En los últimos años, la maca, en sus diferentes formas, ha tenido gran demanda, no sólo en el mercado nacional, sino también en países como Japón y Estados Unidos, por ser considerada un alimento funcional. Sin embargo, el proceso y comercialización de estos productos no siempre tienen un buen control de calidad, lo que ocasiona pérdidas al productor y puede afectar la salud del consumidor.

En la maca y sus derivados, los hongos son un problema que se debe enfrentar, debido a que éstos producen metabolitos secundarios denominados micotoxinas como aflatoxinas y ocratoxinas, las cuales son mutagénicas, teratogénicas, cancerígenas, hepatotóxicas, nefrotóxicas y neurotóxicas (5).

Aspergillus flavus, *A. parasiticus* y *A. nomius*, producen cuatro grupos de aflatoxinas: B1, B2, G1 y G2 y se distinguen por su fluorescencia azul y verde cuando son expuestas a la luz UV de onda larga. Por otro lado, *A. ochraceus* y *Penicillium verrucosum*, principalmente, producen ocratoxina A, que es la más tóxica aún a bajas concentraciones y exhibe fluorescencia azul frente a la luz UV (16).

La producción de estas micotoxinas es afectada por factores extrínsecos: temperatura y humedad relativa, así como por factores intrínsecos: humedad, nutrientes, pH y acidez, además por el género de hongos, el origen de la maca seca y de la harina de maca.

Esta investigación tiene como objetivos:

1. Cuantificar la aflatoxina total y ocratoxina A en la maca seca y en la harina de maca
2. Cuantificar e identificar los hongos toxigénicos presentes en la maca seca y en harina de maca.
3. Evaluar los factores fisicoquímicos y su implicancia en la producción de hongos y micotoxinas en la maca seca y en harina de maca procedentes de centros de producción y comercialización.

El conocimiento de este tema permitirá determinar el grado de contaminación, para un mejor control de calidad y disminuir los riesgos a la salud del

consumidor, así como evitar pérdidas al productor, mejorando los niveles de exportación, que traerán consigo mayores divisas para el país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio fue desarrollado en los siguientes laboratorios: Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias-UNCP; laboratorio de CLEIBA, Facultad de Farmacia y Bioquímica-UNMSM; laboratorio de Cultivo de tejidos vegetales in vitro, Facultad de Ciencias y Filosofía "Alberto Cazorla Talleri"-UPCH.

1. MATERIA PRIMA

La muestra o materia prima es la maca del ecotipo amarillo ccello (13), muestreado según Yamamoto (21) de 4 comunidades productoras: San Pedro de Cajas en Junín, Ninacaca en Cerro de Pasco, Yanacancha en Chupaca y Collpatambo en Huancavelica, además de harinas obtenidas de ellas procedentes de 4 mercados, donde mayormente se comercializa este producto: mercado de Concepción (margen izquierda del río Mantaro), mercado de Chupaca (margen derecha del río Mantaro), mercado mayorista de Huancayo y mercado Central de Lima.

2. MÉTODOS

2.1. Análisis físico químico

- A. Porcentaje de humedad AOAC official methods of analysis: 7.003/84, 930.15/90, 930.04/90
- B. Isoterma de adsorción de agua en harinas AACC International, 2000
- C. Análisis granulométrico Método Tyler Manual del sieve-shaker
- D. Porcentaje de acidez total AOAC 31.231/84, 942.15/90
- E. Determinación de pH: AOAC 10.041/84 e INDECOPI 203.070 (1996)
- F. Porcentaje de azúcares reductores: Método del Ácido Dinitro Salicílico Modificado (DNS) UNALM 1998 descrito por Miller G. 1959 (12)

2.2. Análisis microbiológico

- A. Recuento de mohos y levaduras ICMSF (7)
- B. Identificación de género de hongos: AOAC 984.29 (16.17.01) / 97
- C. Identificación de especies: Microcultivo en cámara húmeda (10), guía de Identificación de Pitt (15), y Burgess et al. (1),

guía de Identificación Klich and Pitt (11) y mediante GABI www.mycobank.org (2)

2.3. Análisis de micotoxinas (Inmuno ensayo enzimático). Método aprobado por Federal Grain Inspection service /USDA 2003-01.

A. Determinación de aflatoxina total

RIDASCREEN Fast total aflatoxin-Art. N.º R5202 r-biopharm 2005

B. Determinación de ocratoxina A

RIDASCREEN Fast Ochratoxin A Art. N.º R5402 r-biopharm 2005

C. Evaluación de datos de concentración de micotoxinas

Método RIDA SOFT win r-biopharm 2005

2.4. Análisis estadístico

Se ha investigado el efecto de la humedad, azúcares reductores, pH, acidez, numeración de hongos, origen y categoría en la maca seca, así como el efecto de la humedad, azúcares reductores, pH, acidez, numeración de hongos, origen, presentación y tipo en la harina de maca, como variables independientes de una REGRESIÓN MÚLTIPLE cuya variable dependiente es la cantidad de micotoxinas: aflatoxina total y ocratoxina A, mediante el programa SPSS para Windows version 12.

RESULTADOS

1. Análisis de aflatoxina total, ocratoxina a y los factores que afectan su producción en la maca seca

Cuadro 1: Variables estudiadas en la maca seca según categorías

Categorías	Medidas de Dispersión	Aflatoxina total (ppb)	Ocratoxina A (ppb)	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	pH	Acidez (%)	Hongos ufc/g
Primera * (tamaño Grande)	Mínimo	0,00000	0,1590	10,9000	6,30400	5,1700	0,1330	3,2E+01
	Máximo	0,61800	287,8900	26,0000	20,20300	5,7900	0,6620	2,6E+04
	Promedio	0,18325	19,6685	18,5329	11,50500	5,4308	0,3815	4,7E+03
	DS	0,25677	58,0251	4,7840	4,24789	0,2081	0,1419	6,7E+03
Segunda * (tamaño mediano)	Mínimo	0,00000	0,7000	11,0100	8,40500	5,0100	0,2010	5,0E+01
	Máximo	0,32500	17,8300	26,7000	20,20300	5,6700	0,7940	2,3E+04
	Promedio	0,03763	3,9690	18,9100	11,65871	5,3562	0,3907	3,7E+03
	DS	0,10157	5,3209	4,4617	4,16828	0,1770	0,1670	6,6E+03
Tercera * (tamaño Pequeño)	Mínimo	0,00000	0,0000	8,8500	7,90200	4,8900	0,1440	<10
	Máximo	0,22600	10,3100	25,0200	18,10200	5,7700	0,8990	3,7E+04
	Promedio	0,02800	2,4734	18,5950	11,28000	5,4263	0,4415	6,5E+03
	DS	0,07306	3,1847	5,2230	3,21544	0,2537	0,2151	1,1E+04

ufc/g: unidades formadoras de colonia por gramo, ppb: µg/Kg,

* Número de muestras por categoría: 24.

Cuadro 2. Variables estudiadas en la maca seca según origen

ORIGEN	Medidas de dispersión	Aflatoxina total (ppb)	Ocratoxina A (ppb)	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	pH	Acidez (%)	Hongos ufc/g
Mercado*	Mínimo	0,00000	0,1590	8,850	8,4050	4,89	0,4050	<10
	Máximo	0,60100	28,8700	25,020	20,2030	5,60	0,8990	2,58E+04
	Promedio	0,08217	4,3340	18,921	11,5858	5,31	0,5465	3,57E+03
	DS	0,17664	7,8285	4,981	3,7056	0,20	0,1287	5,78E+03
Comuni- dad*	Mínimo	0,00000	0,0000	10,900	6,3040	5,19	0,1330	3,20E+01
	Máximo	0,61800	287,8900	26,700	18,5330	5,79	0,3810	3,70E+04
	Promedio	0,83750	13,0733	18,437	11,3767	5,49	0,2625	6,37E+03
	DS	0,18108	47,5571	4,602	4,0454	0,19	0,0730	1,01E+04
Total**	Mínimo	0,00000	0,0000	8,850	6,3040	4,89	0,1330	<10
	Máximo	0,61800	287,8900	26,700	20,2030	5,79	0,8990	3,70E+04
	Promedio	0,08296	8,7036	18,680	11,4812	5,40	0,4045	4,97E+03
	DS	0,17761	34,1246	4,767	3,8533	0,22	0,1768	8,32E+03

ufc/g: unidades formadoras de colonia por gramo, ppb: µg/Kg.

* Número de muestras por origen: 36. **Número total de muestras: 72.

2. Evaluación de aflatoxina total y ocratoxina A presentes en la maca seca con respecto a normas internacionales

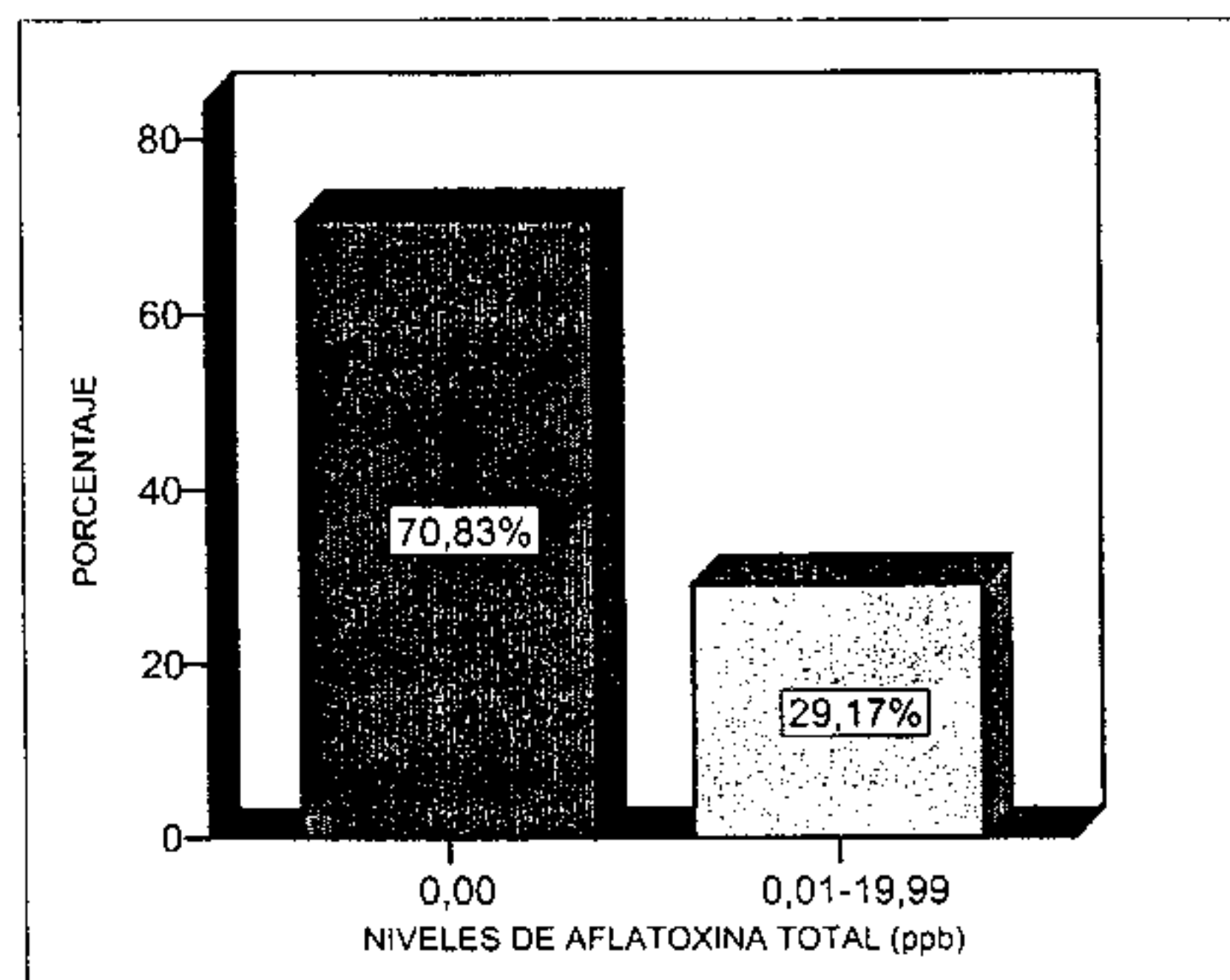


Figura N.º 1. Aflatoxina total en la maca seca comparado a la norma USFDA 1998.

3. Influencia de los factores intrínsecos en la producción de aflatoxina total y ocratoxina A en la maca seca

Considerando humedad, azúcares reductores, pH, acidez y número de hongos como variables independientes y aflatoxina total como variable depen-

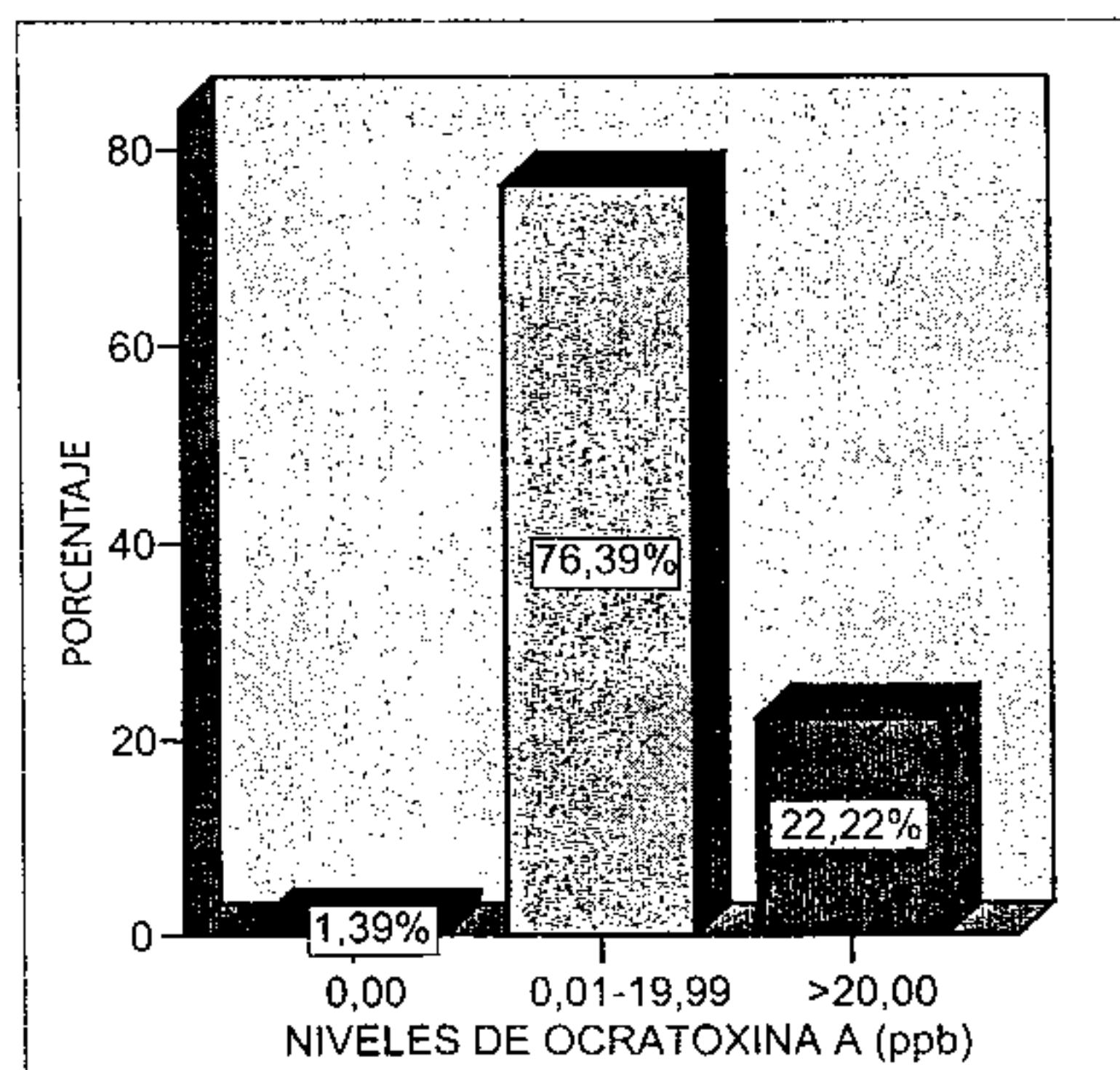


Figura N.º 2. Ocratoxina A en la maca seca comparado a la norma USL 123/2005.

diente, se logra el modelo matemático siguiente mediante regresión múltiple (SPSS versión 12):

- $AFLATOXINA\ TOTAL = 0,662 - 0,11 * HUME\ DAD + 0,039 * AZÚCARES$
- $OCRATOXINA\ A = 98,861 + 1,524 * AZÚCARES\ REDUCTORES - 21,126 * pH + 13,048 * ORIGEN$

4. Análisis de aflatoxina total, ocratoxina A y los factores que afectan su producción en la harina de maca

Cuadro N.º 3. Variables estudiadas en la harina de maca según tipo

Tipo de origen	Medidas de dispersión	Aflatoxina total (ppb)	Ocratoxina A (ppb)	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	pH	Acidez (%)	Hongos ufc/g
CRUDA*	Mínimo	0,199	0,527	3,210	10,001	5,18	0,1480	1,0E+01
	Máximo	13,610	8,803	13,190	18,052	5,96	0,7330	6,3E+04
	Promedio	5,916	2,134	8,695	13,208	5,62	0,4081	1,5E+04
	DS	5,255	2,348	2,742	2,304	0,29	0,2199	2,0E+04
TOSTADA*	Mínimo	4,439	0,369	4,550	11,998	5,21	0,4980	3,0E+01
	Máximo	83,150	10,090	12,580	20,533	6,35	0,8010	4,8E+03
	Promedio	18,990	3,649	8,667	15,338	5,57	0,6126	1,0E+03
	DS	27,731	3,867	2,593	2,1851	0,25	0,1039	1,3E+03
TOTAL**	Mínimo	0,199	0,369	3,210	10,001	5,18	0,148	1,0E+01
	Máximo	83,150	10,090	13,190	20,533	6,35	0,801	6,3E+04
	Promedio	12,453	2,892	8,681	14,273	5,59	0,510	7,8E+03
	DS	0,7579	3,245	2,630	2,462	0,27	0,199	1,5E+04

ufc/g: unidades formadoras de colonia por gramo. ppb: $\mu\text{g}/\text{Kg}$

Número de muestras por tipo de harina: 18. **Número total de muestras: 36

Cuadro N.º 4: Variables estudiadas en la harina de maca según origen

Origen	Medidas de dispersión	Aflatoxina total (ppb)	Ocratoxina A (ppb)	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	pH	Acidez (%)	Hongos (ufc/g)
Concepción*	Mínimo	1,9000	0,5970	8,830	10,597	5,58	0,535	2 E +03
	Máximo	6,8100	0,9850	10,530	12,260	5,62	0,551	2 E + 04
	Promedio	4,3700	0,7895	9,605	11,424	5,60	0,544	9 E + 03
	DS	2,6188	0,2002	0,558	0,796	0,14	0,006	7E + 03
Chupaca*	Mínimo	2,8090	1,0550	9,190	14,005	5,60	0,235	1 E + 03
	Máximo	7,8450	10,0900	11,880	20,533	5,84	0,541	4 E + 04
	Promedio	5,2900	5,5183	10,567	15,731	5,72	0,389	1 E + 04
	DS	2,7062	4,7725	0,958	2,494	0,12	0,162	1 E + 04
Huancayo*	Mínimo	0,1990	0,9090	7,550	12,164	5,24	0,148	3 E + 01
	Máximo	6,9970	1,3970	9,990	14,276	6,35	0,598	8 E + 02
	Promedio	3,6020	1,0795	9,033	13,423	5,82	0,356	4 E + 02
	DS	3,6354	0,1945	0,971	0,984	0,37	0,209	3 E + 02
Lima*	Mínimo	13,5500	1,1110	10,050	10,001	5,21	0,577	8 E + 02
	Máximo	83,1500	2,5400	13,190	15,900	5,48	0,716	6 E + 04
	Promedio	46,3600	1,8700	11,613	13,019	5,30	0,637	3 E + 04
	DS	35,9919	0,6050	1,1298	2,564	0,93	0,472	3 E + 04

ufc/g: unidades formadoras de colonia por gramo.

ppb: µg/Kg

*Número de muestras por origen de harina: 09.

Cuadro N.º 5: Variables estudiadas en la harina de maca según su presentación

Tipo de origen	Medidas de dispersión	Aflatoxina total (ppb)	Ocratoxina A (ppb)	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	pH	Acidez (%)	Hongos ufc/g
Granel*	Mínimo	0,199	0,597	7,55	10,001	5,21	0,148	3,0E+01
	Máximo	83,150	10,090	13,19	20,533	6,35	0,716	6,3E+04
	Promedio	14,905	2,314	10,21	13,399	5,61	0,481	1,2E+04
	DS	25,141	2,963	1,32	2,367	0,27	0,171	1,8E+04
Embolsada**	Mínimo	4,439	0,369	3,21	13,998	5,18	0,148	1,0E+01
	Máximo	12,870	8,803	10,19	18,624	5,96	0,801	7,6E+02
	Promedio	7,547	4,046	5,63	16,021	5,56	0,568	2,1E+02
	DS	3,166	3,600	1,77	1,606	0,27	0,243	2,7E+02

ufc/g: unidades formadoras de colonia por gramo. ppb: µg/Kg

* Número de muestras: 24. **Número de muestras: 12

5. Evaluación de aflatoxina total y ocratoxina A presentes en la harina de maca con respecto a normas internacionales

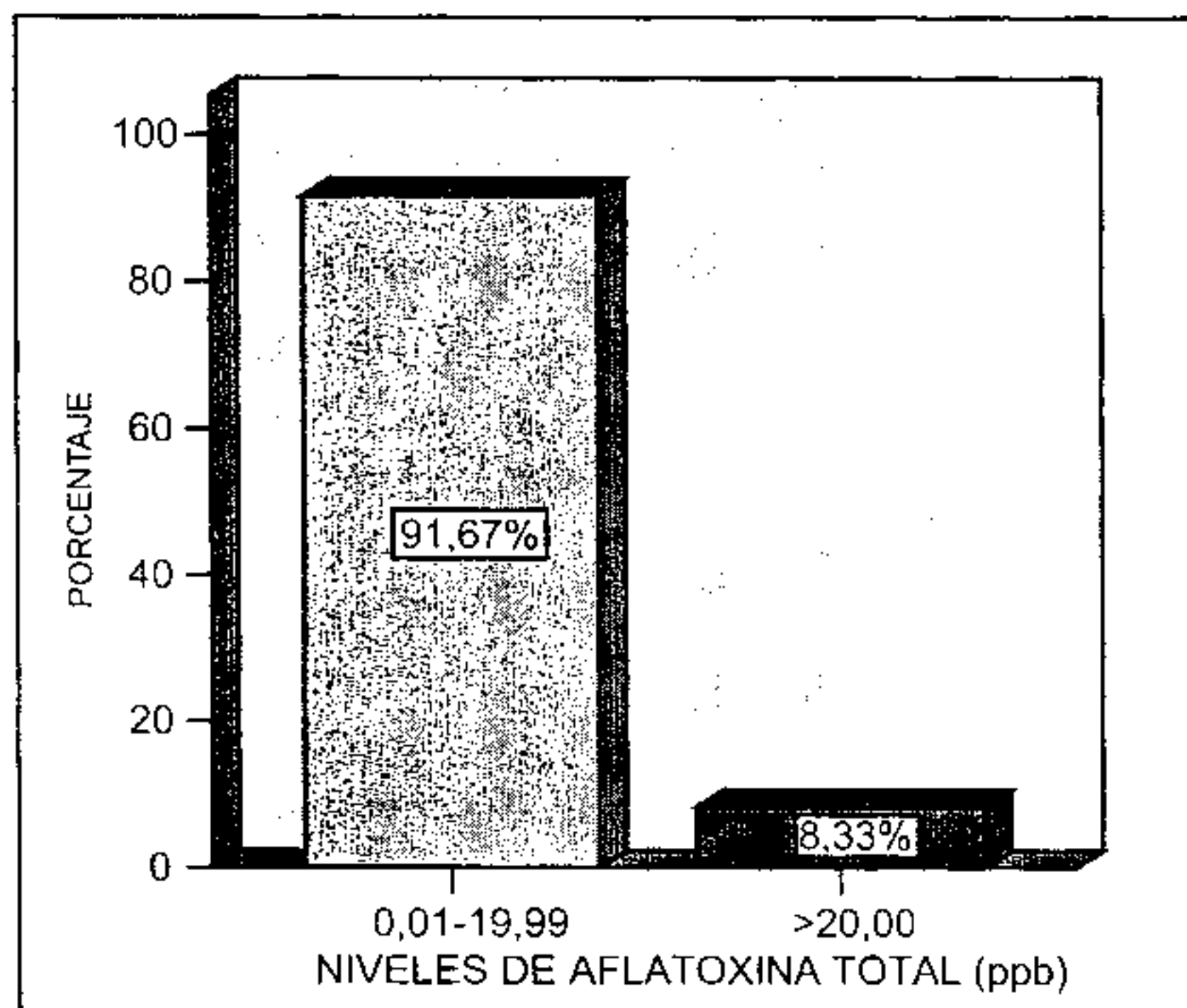


Figura N.º 3. Aflatoxina total en la harina de maca comparado a la norma USFDA 1998

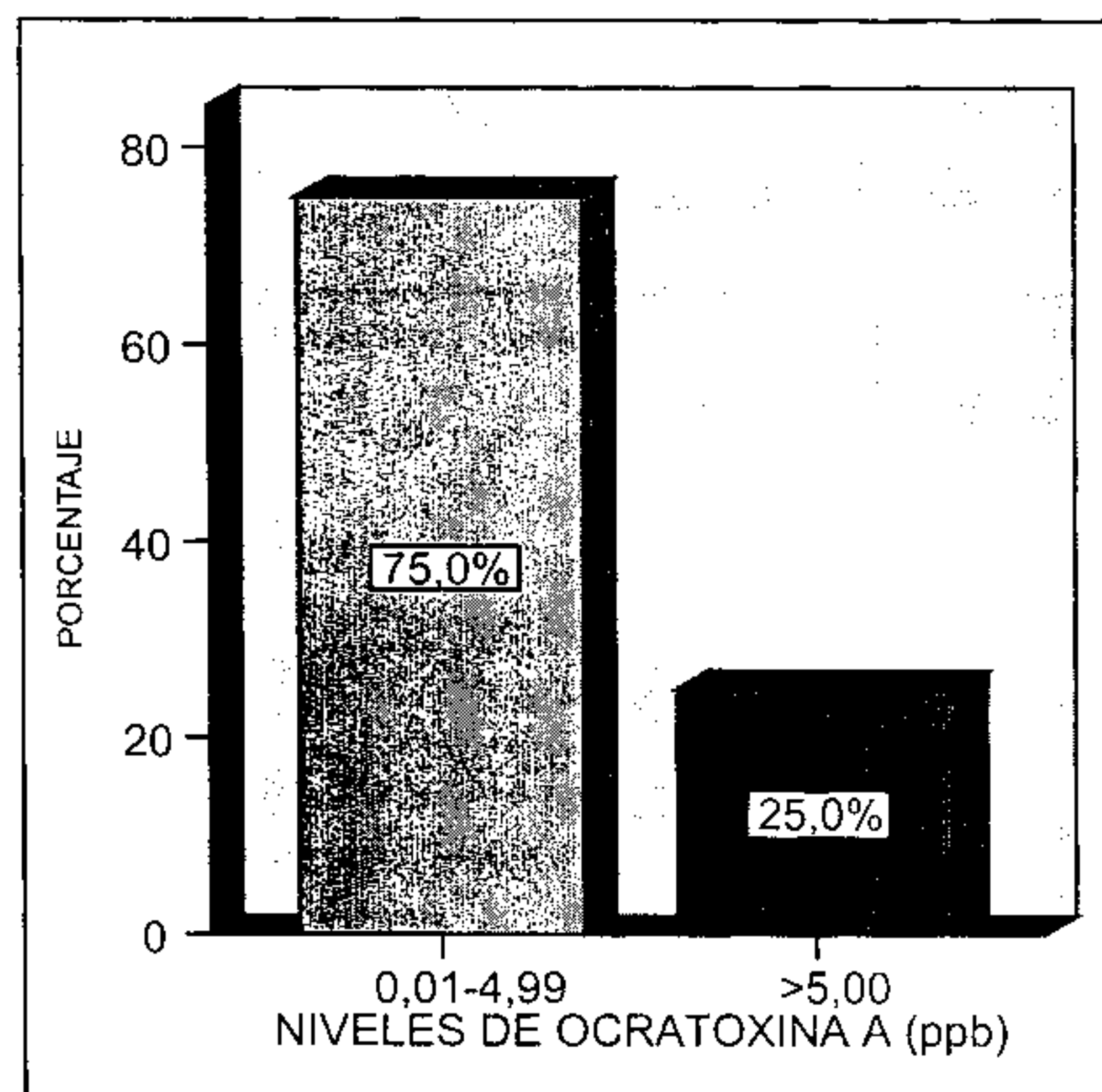


Figura N.º 4. Ocratoxina A en la harina de maca comparado a la norma USL 123/2005

6. Influencia de los factores intrínsecos en la producción de aflatoxina total y ocratoxina A en la harina de maca

- AFLATOXINA TOTAL** = $135,296 + 3,934 \cdot \text{HUMEDAD} - 29,230 \cdot \text{pH} + 20,613 \cdot \text{ACIDEZ} - 0,001 \cdot \text{NÚMERO DE HONGOS}$
- OCRATOXINA A** = $-13,114 + 0,576 \cdot \text{HUMEDAD} + 0,561 \cdot \text{AZÚCARES REDUCTORES} - 1,198 \cdot \text{TIPO DE HARINA}$

DISCUSIÓN

La concentración promedio de aflatoxina total encontrada es 0,83 ppb en la maca seca y 12,45 ppb en la harina de maca, valores que no representan riesgo para la salud del consumidor según la legislación americana (18), cuyo límite máximo es 20 ppb. La harina a granel, tostada, procedente del mercado Central de Lima es la que presenta mayor concentración de aflatoxina total.

La concentración promedio de ocratoxina A es 8,71 ppb en la maca seca, cifra que sí representa riesgo para la salud del consumidor al superar el límite máximo aceptable de 5ppb, según la Legislación Americana (17). La maca seca de primera, procedente de la comunidad de Yanacancha es la que presenta mayor concentración de ocratoxina A. Sin embargo, la concentración promedio de ocratoxina A es 2,89 ppb en la harina de maca, cifra que no representa riesgo en la salud del consumidor. La harina tostada a granel procedente del mercado de Chupaca es la que presenta mayor concentración de ocratoxina A.

Los factores extrínsecos, temperatura y humedad relativa, en las comunidades (10 °C y 52,5%) son menores que en los mercados estudiados (14,5 °C y 61%); sin embargo, se pudo detectar el crecimiento de los hongos *Fusarium avenaceum*, *Penicillium corylophilum*, *P. commune*, *P. chrysogenum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. ochraceus*, esclerotia de *A. flavus*, *Rizophus* sp. y levaduras. Las aflatoxinas se pueden producir a altas concentraciones de esclerotia o conidias de *A. flavus* (9); además, los investigadores han asociado el incremento de producción de aflatoxinas con el incremento de producción de esclerotia (4). Por otro lado, Wicklow and Shotwell (19) demostraron que la esclerotia de *A. flavus* produce aflatoxinas B y G, mientras que las conidias de *A. flavus* producen sólo aflatoxinas B1 y B2; entonces, la presencia de esclerotia en la harina de maca nos indica la presencia de aflatoxinas B y G en forma directa.

El número promedio de hongos en la maca seca es 50×10^2 ufc/g, identificándose principalmente *Fusarium*, *Penicillium* y levaduras. La maca de tercera procedente del mercado de Concepción es la que presenta mayor número de hongos. Por otro lado, el número promedio de hongos es 78×10^2 ufc/g en la harina de maca, identificándose, prin-

principalmente, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rizophus* y levaduras. El número de hongos para harina de maca está ligeramente sobre el límite máximo, según la referencia (3), que es 10^2 ufc/g; sin embargo, la harina de maca cruda a granel procedente del mercado de Lima es la que presenta mayor número de hongos.

No existen normas de hongos para maca seca, pero se han encontrado algunas referencias para maca seca hasta 10^4 ufc/g (20), en semilla de maca (14) y en mandioca (tubérculo) hasta 10^8 ufc/g (8); por lo que el número de hongos encontrado en la maca seca se encontraría en un nivel aceptable. La maca seca procedente de Concepción es la que presenta mayor número de hongos ($8,7 \times 10^3$ ufc/g), seguida de Huancayo, Lima y Chupaca.

Según el modelo matemático obtenido por regresión múltiple, los factores más influyentes en la producción de aflatoxina total y ocratoxina A en la maca seca son azúcares reductores, pH y origen. La humedad influye en la producción de aflatoxina total y no en la producción de ocratoxina A. Así mismo, los factores más influyentes en la producción de aflatoxina total en la harina de maca son: humedad, pH, acidez y número de hongos; mientras que los factores que influyen en la producción de ocratoxina A en la harina de maca son: humedad, azúcares reductores y tipo de harina. Se debe resaltar que el grado fino de la harina de maca incrementa su capacidad higroscópica, entonces incrementa la humedad de la harina expandida a granel; por lo tanto, también es un factor de contaminación (6).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Burgess W, Summerell A, Bullock S, Gott P, Backhouse D. 1994. *Laboratory Manual for Fusarium Research*. 3.rd ed. Sydney: University of Sydney.
2. CABI Bioscience incorporation. Micological scientific society [acceso octubre de 2005], disponible en: <http://www.mycobank.org>
3. CIFARMA S.A. 2005. *Maca powder Premium specification sheet*. Lima 43.
4. Cotty, J. 1990. "Effect of atoxigenic strains of *Aspergillus flavus* on aflatoxin contamination of developing cottonseed". *Plant Dis.* 74: 233-235.
5. Derache, R. 1990. Toxicología y seguridad de los alimentos. Edit. OMEGA S.A., Barcelona.
6. Gimeno, A. [Acceso Oct. 2005]. Revisión genérica del problema de los hongos y de las micotoxinas en la alimentación animal. Consultor técnico de Special Nutrients INC. USA. Disponible en albertogimeno@mail.telepac.pt.
7. ICMSF-Microorganismos de los Alimentos. 1983. Técnicas de análisis microbiológico. Vol. I, 2.^a ed., Edit. Acribia S.A., Zaragoza.
8. ICMSF-Microorganismos de los Alimentos. 2001. Ecología Microbiana de los Productos Alimentarios 6. Edit. Acribia S.A., Zaragoza.
9. ICMSF-Microorganismos de los Alimentos. 1996. Características de los patógenos microbianos. Edit. Acribia S.A., Zaragoza.
10. Japan International Cooperation Agency. 1998. Textbook for group training course in Micotoxin inspection in food. Hyogo International Centre.
11. Klich, M.A, Pitt J.I. 1994. A laboratory guide to common *Aspergillus* species and their teleomorphs. Commonwealth Scientific and Industrial Research organization. Australia.
12. Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal.Chem.* 31:26-31. Citado por Aguilar en Guía de prácticas de Análisis de los Alimentos, UNA La Molina. Lima, 1998.
13. Palomino, M. *Caracterización agronómica y selección de diferentes morfotipos de maca (*Lepidium sp*) fase vegetativa en su habitat natural*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero agrícola]. Lima, Universidad Agraria La Molina, 1998.
14. Pérez, W. "Hongos presentes en semilla sexual de maca (*Lepidium meyenii* Walp)". En: *Fitopatología*. Marzo, 1999; 34(1): 29-34.
15. Pitt, J.I. 1988/1991. Laboratory guide to common *Penicillium* Species. Common Wealth and Industrial Scientific Research Organization CSIRO, Food Research Laboratory. Australia.
16. Takahashi, H. 1998. Introduction to fungi - Mycotoxin Inspection in food. Hyogo International Centre, Japan International Cooperation Agency.

17. **United States legislation.** 2005. EU broaden residue limits for Ochratoxin, (EC) N.º 123
18. **USFDA-United States Food and Drug Administration Limits for Mycotoxins.** 1998. FDA's Compliance Policy Guides CPG 55.400 [acceso Marzo, 2006] disponible en <http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/fdaact.html>
19. **Wicklow, D.T. and Shotwell, O.L.** 1983. "Intrafungal distribution of aflatoxins among conidia and sclerotia of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*". Can. J. Microbiol. 29: 1-5.
20. **Yábar, F y Reyes, V.** 2001. Evaluación y control de la presencia de hongos filamentosos en maca (*Lepidium meyenii* walp) fresca y seca. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
21. **Yamamoto K.** 1998. Sampling for Aflatoxin Analysis. Mycotoxin Inspection in food. Hyogo International Centre; Japan International Cooperation Agency; Hyogo.