

**UNIVERSIDAD AUTONOMA
“GABRIEL RENE MORENO”
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE
ZEARALENONA EN GRANOS DESTINADOS A LA
ALIMENTACIÓN DE PORCINOS”**

Tesis de Grado para Obtener el
título de:
Medico Veterinario Zootecnista

Por:
Elizabeth Encinas Justiniano

Asesores:
Dr. Zacarías Flores M.
Dra. Carolina Ardaya V.

SANTA CRUZ DE LA SIERRA – BOLIVIA
2005

INDICE

CONTENIDO	Pág.
TITULO.....	I
INDICE.....	II
INDICE DE CUADROS.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	VII
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Historia	3
2.2 Definición de la Zearalenona.....	4
2.3 Etiología	4
2.4 Características de la Zearalenona.....	5
2.5 Epizootiología	6
2.6 Mecanismos Metabólicos	7
2.7 Signología Clínica.....	8
2.8 Principales Factores Condicionantes para el Desarrollo de los Hongos y la Producción de Micotoxinas.....	9
2.8.1 Factores Físicos	10
2.8.2 Factores Químicos	13
2.8.3 Factores Biológicos	13
2.9 Inmunosupresión	14
2.10 Sinergismo entre Diferentes Micotoxinas de Fusarium	15

CONTENIDO	Pág.
2.11 Niveles Tóxicos de Zearalenona	16
2.12 Diagnóstico Diferencial	17
2.13 Diagnóstico de Laboratorio.....	17
2.13.1 Tipos de Muestras	18
2.13.2 Toma de Muestras.....	19
2.13.3 Pruebas Biológicas	20
2.13.4 Método de Luz Ultravioleta	21
2.13.5 Método del Espectrofotómetro.....	22
2.13.6 Quimioabsorción (6 Minicolumnas).....	23
2.13.7 Método de Zearalatest – 10.....	24
2.13.8 Elisa.....	25
2.14 Control y Prevención de Micotoxina	26
2.15 Detoxificación de los Granos Contaminados.....	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Materiales.....	30
3.1.1. Localización del Área de Trabajo.....	30
3.1.2. Unidad Muestral.....	30
3.2. Métodos.....	31
3.2.1. Método de Laboratorio.....	31
3.2.2. Método Estadístico	32
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. BIBLIOGRAFIA	42
VIII. ANEXO.....	46

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pág.
CUADRO N° 1 N° de Muestras de Granos Destinados a la Alimentación Porcina durante los años 2002, 2003 Y 2004	35
CUADRO N° 2 Niveles Promedios de Zearalenona en Granos durante los años 2002, 2003 Y 2004.....	36
CUADRO N° 3 Niveles de Contaminación con Zearalenona año 2002.....	37
CUADRO N ° 4 Niveles de Contaminación con Zearalenona año 2003.....	38
CUADRO N° 5 Niveles de Contaminacion con Zearalenona año 2004.....	39
GRAFICA N° 1	47
GRAFICA N° 2	48
GRAFICA N° 3	49

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

En especial a mis queridos padres,
Sr. Ángel Encinas y **Victoria Justiniano**, quienes con mucho amor y comprensión hicieron posible la culminación de mis estudios.

A MIS HERMANOS

David, Elcy, Blanca (+), quienes fueron mi consuelo y aliciente para seguir la meta trazada durante mi profesionalización

A MIS SOBRINOS

Armando y Edmundo Vidal Encinas, Gabriela Encinas, que con su cariño he podido superar los obstáculos.

A MIS AMIGOS

Por brindarme su amistad y apoyo, motivándome para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Al Supremo Creador, por su constante iluminación para mi superación personal.

A la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por albergarme y brindarme una profesión y ser mí segundo hogar.

Asociación Departamental de Avicultores de Santa Cruz, Presidente Ing. Mario Justiniano, Gerente Sr. Juan Pablo Martínez por permitirme efectuar este trabajo en su laboratorio.

A mis asesores Dr. Zacarías Flores y Dra. Carolina Ardaya, mi eterna gratitud y reconocimiento, en la culminación de esta investigación.

Al personal de Laboratorio de Patología Aviar, Victoria Rocha, Verónica Alcoba y Sra. Teresa Lobo, por la colaboración prestada en la culminación del presente trabajo.

Al Dr. Jorge Asfura, por la colaboración en la parte estadística.

A mis catedráticos por su apoyo intelectual y moral.

Al Instituto de Investigación de la F. M. V. Z. Dr. Filemón Vallejos por su colaboración prestada.

A mi tribunal: Dr. Armando Peducassé, Dr. Francisco Cuéllar y Dr. Rolando López, por sus acertadas correcciones en el desarrollo de esta investigación.

A la srta. Roxana Carrillo por la ayuda prestada, en la corrección del presente trabajo. Al Sr. Franklin Flores por facilitarme bibliografía a lo largo de mi carrera.

A mis compañeros de la Promo II – 2002, por los momentos vividos durante nuestra estadía la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

“DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE ZEARALENONA EN GRANOS DESTINADOS A LA ALIMENTACIÓN PORCINA”

(AREA INTEGRADA DE SANTA CRUZ)

Encinas M. E.¹, Flores Z.², Ardaya C.³

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (U. A. G. R. M.)

RESUMEN

Se determinó la presencia de zearalenona en granos destinados a la alimentación de porcinos. De un total de 87 muestras de granos (maíz, sorgo y soya), obtenidos de los registros del Laboratorio de Patología Aviar correspondiente a los años 2002, 2003 y 2004 de la Asociación Departamental de Avicultores de Santa Cruz. Los resultados obtenidos fueron sometidos a las pruebas de variables categóricas y medidas de tendencia central. Se puede observar que en el 100% de las 87 muestras obtenidas, correspondientes a granos de maíz, sorgo y soya, se encuentran niveles promedios de 379,97 ppb, 88,50 ppb y 239,65 ppb, respectivamente; niveles que si difieren estadísticamente ($p < 0,05$) de un grano respecto al otro. Al realizar un análisis comparativo de los niveles de zearalenona presente en los granos estudiados, se observó una mayor contaminación en el maíz con relación a los otros. Este estudio demuestra la presencia de la micotoxina zearalenona en los principales granos utilizados en la nutrición porcina, debido a diversos factores que coadyuvan al desarrollo del hongo *Fusarium* productor de esta micotoxina.

¹ Tesis de Grado presentada por Encinas M. Elizabeth para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista.

² Dr. Zacañas Flores - Profesor de la Materia de Producción de Cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U. A. G. R. M.

³ Dra. Carolina Ardaya – Jefe del Laboratorio de A. D. A. del Departamento de Santa Cruz.

I. INTRODUCCION

La producción porcina en el Departamento de Santa Cruz, es una de las principales actividades productivas del sector agropecuario, no solamente por el gran desarrollo y tecnificación que esta alcanzando, sino también por el aumento de la producción. El cerdo después de las aves es considerado como la especie doméstica más eficiente en la transformación de su alimento en carne.

La alimentación en los cerdos u otros animales juega un papel importante para conseguir un buen rendimiento relacionado a la conversión alimenticia, por lo tanto su alimentación es la base de raciones balanceadas con los nutrientes requeridos para cada período.

Además de lo indicado anteriormente merece una especial atención lo relacionado a un buen manejo y almacenamiento de los ingredientes, especialmente los granos, para que la calidad de los mismos no se vea disminuída y no sea más bien la causa de producir una serie de problemas, como una mala conversión alimenticia, graves problemas de reproducción e infertilidad en animales, mortalidad, inmunosupresión, etc.

Estos problemas, causados por la contaminación de los mismos granos o alimentos con micotoxinas, son mas desarrollados en países de clima tropical – húmedo, los cuales reúnen las condiciones ambientales adecuados al desarrollo de los hongos. Numerosas especies de hongos son reconocidos como productoras de una o más micotoxinas y un gran número de éstos metabolitos tóxicos ya fueron identificados y

caracterizados como sustancias producidas en contaminaciones naturales de granos y otros alimentos.

Al existir la presencia de micotoxinas en fuentes alimenticias, es necesario que se tome en cuenta por parte del porcicultor en todo el proceso productivo, manejo técnico de los granos y en el alimento. Ya que se presentan como una amenaza seria socio – económica en la porcicultura de la región. Los objetivos trazados para el presente trabajo fueron: a) Determinar la presencia de zearalenona en granos destinados a la alimentación de cerdos en el área integrada de Santa Cruz. b) Determinar el nivel contaminante de esta toxina en las muestras tomadas, en el área de influencia al área Integrada de Santa Cruz.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 HISTORIA

La palabra micotoxina deriva del griego “*Mykes*” hongo y “*Toxicum*” veneno; son metabolitos secundarios de los hongos que se sintetizan durante el crecimiento de éstos, cuando las condiciones ambientales son apropiadas, como ser humedad, temperatura, almacenamiento, etc., necesarias para su proliferación, estas toxinas ejercen reacciones biológicas indeseables en el organismo de quien las ingiere, unas actúan lentamente y pueden tener un efecto acumulativo, tal como es el caso de la zearalenona, agravando así un cuadro de enfermedad en individuos que pasan por una debilidad; otras actúan rápidamente y producen cuadros agudos de enfermedad denominados “Micotoxicosis”. (AISWORTH, 1976)

Una vez que el desarrollo de hongos ha comenzado, estos producen su propia agua metabólica. Por consiguiente, aun cuando los granos son almacenados en condiciones de baja humedad (menos del 14%); los hongos crecerán apoyados por el crecimiento inicial. Para que los hongos produzcan micotoxinas debe haber un estrés que afecte al hongo, produciéndose tres situaciones simultáneas: 1) se den las condiciones necesarias en el alimento, 2) que existan cepas toxigénicas y 3) se produzca un desbalance nutritivo.

Los ingredientes frecuentemente contaminados son: maíz, sorgo y soya; preferentemente aquellos que poseen un elevado contenido en grasa, los cuales serán utilizados posteriormente en la elaboración de alimentos balanceados. De igual forma, los granos contaminados con

micotoxinas sufren una reducción en la calidad nutricional, conteniendo por ello un menor valor proteico y energético. (SHARBY, 1985)

Hoy se estima que el 25% de los cereales del mundo están contaminados con micotoxinas conocidas, mientras que el mayor porcentaje podría estar contaminado por toxinas que todavía no son identificadas.

2.2 DEFINICIÓN DE LA ZEARALENONA

El nombre de zearalenona se deriva de *Gibberella zeae*, que es el perfecto estado sexual de *Fusarium graminearum*. (KRSKA, 1999)

Es una importante micotoxina tanto en las regiones templadas como de las regiones cálidas, más predominantes en la producción agrícola en relación con los alimentos y piensos, la zearalenona junto con la aflatoxina, deoxinivalenol, ocratoxina, la fumonisina, forman parte de las micotoxinas a nivel mundial. (KRSKA, 1999)

2.3 ETIOLOGÍA

Durante su vida y reproducción ciertos géneros y especies de hongos forman sustancias toxicas las que reciben distintos nombres de acuerdo al hongo que las produce. La toxicidad de estas micotoxinas es variable dependiendo del tipo de hongo vs. producto metabólico (micotoxina), que causaran diferentes trastornos patológicos entre las especies.

Las zearalenonas son metabolitos fúngicos secundarios con efectos estrogénicos, producidos principalmente por *Fusarium roseum* y *Fusarium graminearum*.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ZEARALENONA

La zearalenona es excretada al medio por varios *Fusarium*; aunque esta molécula denominada a veces fitohormonas debido a que posee efectos estrogénicos en mamíferos, la mayor atención se ha concentrado en los derivados que se producen a partir de su metabolización en animales de granja: estos transforman la zearalenona en α y β zearalenol. El α zearalenol posee unos efectos estrogénicos diez veces superior a la zearalenona. Tanto estos productos como otros derivados (zearalenol o zeranol) se han utilizado como promotores del crecimiento en animales de carne debido precisamente a sus efectos estrogénicos y anabolizantes, ya que se ha demostrado que, además estos derivados tienen efectos carcinogénicos. (GALLEGO, 2004)

Químicamente corresponde al ácido beta resorcíclico 6 (10 hidroxil – 6 oxotrans – 1 – undecenil) lactona. La zearalenona es producida por diferentes especies del hongo *Fusarium*, principalmente por *F. graminearum* y *F. culmorum*, además de *F. esquiseti* y *F. semitectum*. Estas especies son capaces de afectar el maíz, avena, trigo, cebada y sorgo; tienden a desarrollarse durante el otoño, cuando existen temperaturas relativamente frías, con humedad ambiental alta, muy próximas al periodo de cosecha. Los hongos *Fusarium spp.*, son capaces de producir el trans – alfa – zearalenol en los cereales.

Después del consumo de granos contaminados con zearalenona, en el organismo de los mamíferos, es posible detectar los metabolitos alfa y beta zearalenol. (MEDINA, 2004)

La zearalenona es producida esencialmente por *Fusarium roseum*, *F. Tricinctum*, *F. roseum* “*Culmorun*”, *F. roseum* “*Equiseti*”, *F. roseum* “*Gibbosum*”, *F. roseum* “*Graminearum*”, *F. Oxysporum* y *F. moniliforme*. (GIMENO, 2004)

2.5 EPIZOOTIOLOGÍA

Los granos de cereales constituyen un medio nutritivo adecuado para el crecimiento de diferentes especies de hongos, especialmente cuando su humedad se encuentra por encima del 14% y la cantidad de oxígeno es suficiente.

La temperatura es también un factor importante, habiéndose comprobado crecimiento de hongos a temperatura desde 4 hasta 40°C. Los límites adecuados de dichos factores presentan variaciones para el desarrollo de los diferentes géneros y especies de hongos.

El daño causado a los granos durante la cosecha o por la acción de insectos durante el almacenaje propicia la implantación y el desarrollo de los hongos, especialmente cuando las condiciones ambientales son adecuadas. Una vez que el crecimiento de los hongos ha comenzado, estos producen su propia agua metabólica por consiguiente, aún cuando los cereales son almacenados en ambientes de baja humedad

(menos del 14%), los hongos crecerán apoyados por el crecimiento inicial. Los ingredientes de las raciones de cerdos más frecuentemente contaminados incluyen: maíz, sorgo y soya. Las toxinas producidas por los hongos resisten el proceso de empastillados. Los granos contaminados con micotoxinas sufren una reducción en la calidad nutricional, pudiendo contener un menor valor proteico y calórico. (MOSQUEDA, 1985)

El moho productor de zearalenona (*Fusarium roseum*), se desarrolla bien entre 24 y 27°C, no obstante solo producirá la micotoxina a temperaturas entre 10 y 12°C. Sin embargo, parece ser que se han encontrado variedades de *Fusarium roseum*, como *F. roseum* “*Gibbosum*” y *F. roseum* “*Semitectum*” que han sido capaces de producir en granos de sorgo a 25°C, cantidades de zearalenona equivalentes a las producidas a la temperatura de 10°C. *Fusarium* es uno de los grupos de mohos con más capacidad genética para producir micotoxinas cuando se tienen las condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas para ello. (GIMENO, 2004)

2.6 MECANISMOS METABÓLICOS

Es conocida que la actividad de las hormonas esteroideas es medida por la unión no covalente de éstas al receptor específico que poseen las células en su interior. Esta unión (zearalenona + receptor) es transportada a los núcleos celulares en donde interactúan con receptores reservados para la cromatina e inducir la transcripción selectiva del ARN. (RODRÍGUEZ, 2001)

La unión de zearalenona a los receptores específicos de estrógenos, esta relacionado a la estructura química de éstos. Esta unión permite la formación de derivados que compiten con los receptores del 17 betaestradiol; en otras palabras, existe una inhibición competitiva entre la zearalenona y el 17 betaestradiol por los receptores específicos, estos receptores se hallan localizados en los núcleos de las células uterinas y hepáticas. Esto determina una acción mimética de la micotoxina con respecto a los estrógenos dentro del organismo animal. (RODRÍGUEZ, 2001)

2.7 SIGNOLOGÍA CLÍNICA

Afecta más frecuentemente al ganado porcino, particularmente a hembras de 6 a 7 meses de edad. Los signos se notan luego de 3 a 6 días postingestión del grano contaminado. (RODRÍGUEZ, 2001)

En cerdas, el cuadro típico de la vulvovaginitis incluye una clara tumefacción de la vulva, aumento del tamaño de las glándulas mamarias y crecimiento, y además aumento del tamaño del útero. La lesión básica es la ingurgitación de la mucosa genital. Algunas veces esta abierto al cervix y entonces se puede observar la existencia de un exudado catarral por los labios vulgares; metrorragias copiosas. En muchos casos la vagina sufre un prolapso parcial (>30%) y en algunos también es dable observar prolapso de recto (>10%). Esta especie es particularmente susceptible al prolapso de este último órgano por la falta de tejido de sostén adecuado para el mismo en la región pélvica. Algunas veces se manifiesta con estros persistentes. (RODRÍGUEZ, 2001)

En cerdas preñadas puede ocurrir la reabsorción de los fetos y entrada ulterior en celo. Pueden llegar a parir una lechigada escasa pero normal o bien con algunos lechones muertos; otras veces el número de animales paridos es normal pero todos muertos; en otros casos existen malformaciones fetales, “patas abiertas”, paresia de los miembros posteriores; alta mortalidad neonatal. (RODRÍGUEZ, 2001)

Algunas veces la tasa de mortalidad puede ser elevada debida a la cistitis secundaria, síndrome urémico y septicemia. Esta micotoxina se elimina por la leche siendo capaz de producir fenómenos de feminización en lechones machos (con cambios degenerativos en los tubos seminíferos) e hiperestrogenismo en lechones hembras. En cerdos machos se puede observar aumento del tamaño del prepucio e incremento de la irrigación de los pezones y las glándulas mamarias primitivas. (RODRÍGUEZ, 2001)

2.8 PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS Y LA PRODUCCION DE MICOTOXINAS

Los principales factores condicionantes para el desarrollo de hongos y la producción de micotoxinas, son:

- ❖ Factores físicos
- ❖ Factores químicos
- ❖ Factores biológicos

2.8.1 FACTORES FÍSICOS

Para el desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas requieren ciertas condicionantes ambientales, entre ellas las siguientes:

➤ **Humedad y Agua Disponible.**- La cantidad de agua existente en el ambiente y en los sustratos es uno de los factores importantes para el desarrollo de los hongos y para la producción de micotoxinas. Sin embargo, no solo influye la cantidad de agua sino también la forma de presentación de la misma. El agua se encuentra en forma libre y combinada.

Para la germinación de las esporas de hongos es necesario que el agua se encuentre en forma libre. Existen dos grandes unidades relacionadas con la cantidad de agua:

☑ ***Humedad Relativa de Equilibrio.***- Es la cantidad de humedad de la que disponen los microorganismos una vez alcanzado el equilibrio entre la humedad libre del producto y el vapor de agua existente en el medio ambiente que lo rodea.

☑ ***Agua Disponible.***- Es la relación existente entre el agua libre en los alimentos y la capacidad de los microorganismos para allí proliferar. El agua disponible nos indica cual es la cantidad de para el desarrollo de los microorganismos una vez

se ha alcanzado el equilibrio hídrico en el sistema – alimento / medio ambiente.

✦ **Temperatura.**- La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 25 y 35°C y el límite máximo entre 40 y 45°C.

A pesar de las temperaturas mínimas necesarias para el crecimiento de algunos mohos, de forma generalizada se dice que son condiciones óptimas para un crecimiento y proliferación fúngica, un agua disponible superior a 0,75, una temperatura superior a 20°C y una humedad del sustrato de 14% o más.

Con una actividad de agua a 20°C del 0,85 que aproximadamente puede corresponder a un 15 – 16% de humedad en el sustrato, las esporas fúngicas germinan en 5 a 12 días en cambio con una actividad de agua de 0,75 correspondiente al 13 – 14% de humedad en el sustrato a la misma temperatura, las esporas fúngicas tardan en germinar de 4 a 12 semanas. Sin embargo, las cosas pueden variar significativamente si especificamos el tipo de semilla de que se trata.

✦ **Zonas de Microflora.**- En un silo pueden existir pequeñas zonas del alimento con alto contenido en humedad susceptibles de desencadenar un desarrollo fúngico, lo cual puede después provocar un aumento general de humedad en el sustrato y consecuentemente una mayor contaminación fúngica y predisposición para la producción de micotoxinas.

Se pueden crear zonas de microflora en el interior de los silos, dentro de las estaciones del año:

☑ **VERANO.**- El aire que rodea al grano almacenado en un silo tiene una temperatura mas elevada en la zona periférica que en la zona central. Así pues el aire frío de la zona central desciende y el aire caliente de la zona periférica absorbe humedad y asciende, creándose de esta forma unas corrientes de convección.

☑ **INVIERNO.**- En invierno, ocurre lo contrario que en el verano, el aire de la zona central tiene una temperatura mas elevada que el de la periferia. El aire que esta caliente y cargado de humedad, cede ésta al ponerse en contacto con las zonas superiores mas frías, debido a que pierde calor y su capacidad de saturación disminuye.

Estas migraciones de humedad que sufren las materias primas y piensos en los silos de almacenamiento tiene una importancia decisiva en el desarrollo fúngico y en la posible producción de micotoxinas.

✚ Integridad Física de los Granos.- Los tegumentos intactos del grano dificultan el acceso del hongo al almidón endospermico. Los granos partidos son mas susceptibles de invasión y desarrollo fúngico, que los granos enteros. Esencialmente esto es debido a un aumento de la superficie de cultivo y una mayor predisposición

para que el hongo contacte con la parte interna del grano, la cual es más vulnerable que la cutícula o parte externa.

2.8.2 FACTORES QUÍMICOS

➤ **pH.**- Los hongos toleran un gran intervalo de pH (2,5 – 7,5), de un modo general soportan mejor el medio ácido que el alcalino. Es de destacar que ellos mismos son capaces de alterar el pH, utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos del alimento o los excretados por bacterias acidificantes que pueden aparecer durante el periodo de deterioro del alimento.

➤ **Composición del Sustrato.**- Los hongos no son exigentes desde el punto de vista nutricional y ellos se nutren de los micro y macro elementos existentes en el sustrato donde se desarrollan. La composición del sustrato está muy ligada a la producción de las micotoxinas.

➤ **Nutrientes Minerales.**- El hierro y el zinc son elementos más importantes para el desarrollo fúngico, tanto estos como otros pueden ser necesarios para la producción de micotoxinas.

2.8.3 FACTORES BIOLÓGICOS

➤ **Presencia de Invertebrados.**- La presencia de insectos actúa como agente de diseminación de la microflora y por lo tanto

contribuye al crecimiento y multiplicación de los hongos. El propio metabolismo del insecto eleva el contenido de humedad del sustrato y además la rotura del pericarpio permite la infección del interior del grano.

➤ **Estirpes Específicas.**- En una misma especie fúngica, no todas las estirpes se comportan de la misma forma.

2.9 INMUNOSUPRESIÓN

El impacto de las micotoxinas sobre el sistema inmunitario es importante por varias razones:

- ❑ Las micotoxinas pueden producir en los animales una baja de defensas y aumentar la susceptibilidad a determinadas infecciones.
- ❑ El aumento de infecciones en el animal puede conllevar la transición de patógenos al hombre.
- ❑ En el hombre, la ingestión de micotoxinas contribuye igualmente a una disminución de las defensas inmunitarias.

La inmunosupresión se manifiesta de diversas formas, como una disminución de los linfocitos T o B, una supresión de los anticuerpos o

un retraso en la actividad de los macrófagos / neutrófilos. También puede disminuir la actividad del complemento. (ALMUDENA, 2001)

2.10 SINERGISMO ENTRE DIFERENTES MICOTOXINAS DE FUSARIUM

De seis especies de *Fusarium roseum* aisladas, cinco de ellas sintetizaron una o más toxinas tricotecenas junto con zearalenona, así pues:

- ❑ *Fusarium roseum* aislado en Finlandia, sintetizó diacetoxiscirpenol, vomitoxina y zearalenona, causando en cerdos el rechazo del alimento, vómitos y heces sanguinolentas.
- ❑ *Fusarium roseum* aislado en Inglaterra, sintetizó vomitoxina y zearalenona, causando en cerdos hiperestrogenismo y abortos.
- ❑ *Fusarium roseum* aislado en Minnesota (USA), sintetizó diacetoxiscirpenol, deoxinivalenol o vomitoxina y zearalenona, causando en cerdos, hiperestrogenismo, abortos y muertes.
- ❑ *Fusarium roseum* aislado en Washington, sintetizó vomitoxina y zearalenona, causando en cerdos hiperestrogenismo.
- ❑ Vomitoxina y zearalenona a 1,8 y 0,25 ppm, respectivamente en granos de maíz (Michigan), provocaron rechazo del alimento.

- ❑ Vomitoxina y zearalenona a 1,0 y 0,175 ppm, respectivamente en granos de maíz (Indiana), provocaron rechazo del alimento.
- ❑ Vomitoxina y zearalenona a 0,10 y 1,75 ppm, respectivamente en granos de maíz (Ohio), provocaron rechazo del alimento.
- ❑ Vomitoxina y zearalenona a 0,04 – 0,06 y 3,60 ppm, respectivamente en alimento paletizado, provocaron rechazo del alimento y heces sanguinolentas.

Posiblemente estas micotoxinas se potenciaron entre si, de forma que ellas individualmente en estas concentraciones, no hubieran provocado estos problemas.

2.11 NIVELES TÓXICOS DE ZEARALENONA

No existe un nivel de micotoxina que se considere seguro, ya que el riesgo depende no solamente de los niveles de una micotoxinas, sino de la presencia de otras. (TORREALBA, 2004)

Según Alberto Gimeno (2004), las concentraciones máximas (ppb, microgramos/Kg.) tolerables en el alimento para cerdos es:

Cerdos de < 34 Kg. p/v	200 ppb
Cerdos de 34 a 57 Kg. p/v	200 ppb
Cerdos de 57 Kg. a acabado	200 ppb
Cerdas	100 ppb
Cerdos machos reproductores	100 ppb

2.12 DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Los alimentos pueden presentar niveles de micotoxinas a partir de la contaminación y desarrollo de los hongos que la producen, esto puede ocurrir antes o durante la cosecha. En términos fisiopatológicos se pueden considerar algunas micotoxicosis como verdaderos síndrome, dependiendo de los órganos afectados. Básicamente son referidas a las aflatoxinas, ocratoxinas y zearalenonas.

Fitoestrógenos naturales. Plantas atacadas por hongos o virus forman más fito – estrógenos. (RODRIGUEZ, 2001)

2.13 DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO

El moho *Fusarium* contamina el cereal en el campo y posteriormente cuando este cereal es sometido a procesos de secado y otros, el moho puede morir y no obstante la micotoxina permanecer en el sustrato. Así pues, no es de extrañar que en los análisis micológicos y de micotoxinas que se realicen posteriormente al cereal almacenado, se encuentre la micotoxina y no el *Fusarium*. (GIMENO, 2004)

Todos los granos (maíz, sorgo, soya), empleadas en la producción de alimentos para cerdos, deben ser examinados por la presencia de micotoxinas antes de ser utilizados. Esto es particularmente importante cuando se reconoce que existe una alta probabilidad de contaminación

por micotoxinas basándose en experiencias anteriores con las fuentes de origen de estas materias primas. Si es posible, debe evitarse la compra de materias primas contaminadas.

Si se identifica contaminación en alguna de las materias primas ya adquiridas o cuya utilización es indispensable, el conocimiento del tipo específico de contaminación y de la concentración de las toxinas indicara la mejor manera de utilizar estos productos.

Además, el conocimiento de que la materia prima de una planta de alimentos se encuentre libre de micotoxinas ofrecerá incentivos para mantener al alimento en un estado libre de micotoxinas. Sin embargo, si la contaminación ocurre luego de la producción del alimento, haciendo análisis del material sospechosos de contaminación se puede identificar el lugar dentro de la empresa donde dicha contaminación ocurrió.

Adicionalmente, otros parámetros tales como semillas rotas, semillas dañadas por insectos, presencia de material extraño y la evidencia de un previo mal almacenaje de la materia prima deben tenerse en cuenta y ser anotados en los archivos de la planta de alimento. (WYATT, 1994)

2.13.1 TIPOS DE MUESTRAS

Se debe expresar una nota de cautela con respecto a cualquier prueba de campo y es referente al muestreo. Sin importar cuan rápido y simple pueda ser un sitio de análisis, nunca se debe comprometer el procedimiento de toma de muestras. La confiabilidad

del resultado de una prueba y la predicción de que el alimento esta limpio o contaminado en ultima instancia, esta limitada por la validez estadística del mismo procedimiento de muestreo.

Cualquier técnica analítica, no importa que tan avanzada esté tecnológicamente hablando, está a merced de las muestras recolectas en el sitio. Los incrementos en el tamaño de la muestra, el número de las mismas y el número de sitios en los que se hace un muestreo, no deben ser vistos como un desperdicio de alimento, sino mas bien como un aumento en la confianza de los resultados y la predicción. (SPAINHOUR, 1995)

2.13.2 TOMA DE MUESTRAS

El aspecto más importante de un análisis es la forma de la muestra. La meta de cualquier método de toma de muestras es la de adquirir una pequeña muestra que refleje con precisión el estado real de todo el lote de donde se realiza el estudio. (WYATT, 1994)

La contaminación de alimentos por micotoxinas no es uniforme. Debido a esta distribución no uniforme, la mayoría de los métodos utilizados para la toma de muestras en materia prima no se pueden aplicar cuando se sospecha de una posible contaminación con micotoxinas. (WYATT, 1994)

En términos generales, deben tomarse varias muestras de diferentes sitios dentro del recipiente donde se encuentra la materia prima, y cada muestra debe mantenerse separada. No deben hacerse muestras mixtas. Cada muestra tomada debe ser analizada inmediatamente después de adquirida, y el método analítico usado deberá ser el que detecte los niveles específicos de micotoxinas y con poco o ninguna oportunidad de dar resultados “falsos positivos” o “falsos negativos”. (WYATT, 1994)

2.13.3 PRUEBAS BIOLÓGICAS

▣ **Test del Alimento con patitos o pavipollos.-** Se utilizan animales de 1 día de nacidos y se les suministra alimento sospechoso en caso de que este contaminado, estos presentaran signos dentro de una semana.

▣ **Ratones.-** Se inocula subcutáneamente una suspensión del alimento sospechoso y en caso de ser positivo, el ratón mostrara necrosis focal.

Entre otras pruebas para la determinación de la zearalenona en granos, subproductos de cereales, sustancias y carnes, se cuentan con diferentes análisis ya sea cualitativo o cuantitativo.

2.13.4 MÉTODO DE LUZ ULTRAVIOLETA

Este método incluye la exposición de granos de maíz partidos a la luz ultravioleta de onda larga en un área de poca luz. Este examen se considera positivo si se observa una fluorescencia amarilla – verdosa brillante por lo menos en uno de los granos de maíz partidos. Un examen positivo indica que hay una alta probabilidad de contaminación por zearalenona en el maíz. Un examen negativo indica que existe una alta probabilidad de que no hay zearalenona en el maíz que esta siendo evaluado. Aunque este método es a veces útil como una prueba preliminar para saber si el maíz esta contaminado con zearalenona, todas las muestras positivas deben ser evaluadas por métodos mas específicos para determinar si hay zearalenona presente y saber la concentración en que se encuentran.

Debe tenerse en cuenta varios puntos cuando se interpretan los resultados obtenidos con éste método:

- Esta técnica fue creada solo para ser usada con granos de maíz partidos. Este método no es apropiado para evaluar granos de maíz enteros ni otros granos.

- Debe utilizarse luz ultravioleta de onda – larga; la luz ultravioleta de onda – corta no es adecuada.

❑ La fluorescencia amarilla – verdosa brillante no se debe a la presencia de la zearalenona sino a la asociación química del ácido Kójico, un producto generalmente producido por el hongo que produce la zearalenona, con un componente del maíz.

❑ Solo se puede identificar la contaminación por zearalenona y no a la contaminación debida a la presencia de otra clase de micotoxinas.

❑ Esta técnica no cuantifica la contaminación con la zearalenona.

❑ Debido a la inestabilidad del material que produce la fluorescencia amarilla – verdosa brillante, la posibilidad de obtener “falsos positivos” y “falsos negativos” es muy alta.

2.13.5 MÉTODO DEL ESPECTROFOTÓMETRO

El efecto de la zearalenona sobre la síntesis de proteínas se puede demostrar fácilmente, mediante el análisis de las proteínas de la sangre generalmente en las aves con zearalenona, la concentración total de proteínas sanguíneas (albúminas, globulinas), se encuentran reducidas. Sin embargo, la albúmina siempre se encuentra mas reducida, por esta razón la concentración de albúmina en sangre se considera un indicador sensitivo a la presencia de zearalenona en el alimento.

Consecuentemente, la hipoalbuminemia puede servir para sustentar un diagnóstico de zearalenona en aves. Este análisis es un método colorimétrico que implica la combinación específica de la albúmina con un colorante (verde de bromocresol) con la producción subsecuente de un cambio en el color del colorante, este cambio de color se detecta midiendo la densidad óptica.

2.13.6 QUIMIOABSORCIÓN (6 MINICOLUMNAS)

El método de la mini columna para el análisis de micotoxinas en productos agrícolas se desarrolló por primera vez para detección y la semi cuantificación de zearalenona.

Esta técnica incluye la extracción de solvente de la materia prima y luego pasar este extracto a través de una corta columna que contiene un material absorbente que concentra químicamente a la zearalenona en una región específica de la columna. Cuando la columna se observa bajo luz ultravioleta, la zearalenona aparecerá como una “banda” de color azul de fluorescencia. Esto conduce a la detección de zearalenona, basado en la cantidad de extracto inicial, esta técnica puede ser semi – cuantitativa.

Recientemente esta técnica de quimioabsorción se ha expandido para permitir la detección de otras micotoxinas tales como la vomitoxina y la aflatoxina.

Las ventajas de la quimioabsorción son:

- 1) La detección se basa en la presencia de micotoxinas en si y no en algún otro producto.
- 2) Los resultados pueden interpretarse de una manera semicuantitativa.
- 3) No requieren refrigeración.
- 4) Pueden utilizarse tanto en el laboratorio como en el campo.
- 5) Se observa que tiene mayor sensibilidad para detectar concentraciones íntimas de zearalenona en grados tal como 0,05 ppb.
- 6) Puede ser usado en diferentes granos y alimentos terminados para cerdos.
- 7) Es un método que proporciona una evaluación del nivel real de contaminación con zearalenona del alimento dentro de límites de error del 20%.

2.13.7 MÉTODO DE ZEARALATEST – 10

Es un análisis basado en las propiedades naturalmente fluorescente de la molécula de zearalenona, que puede medirse en un fluorómetro Standard, proporcionando una prueba sensitiva y

muy rápida para detectar la presencia de zearalenona en “partes por billón” usado en granos y alimentos balanceados a mas de otros ingredientes, provee resultados que eliminan el elevado costo y tiempo de otros procedimientos de análisis.

Sin ser necesario ningún tratamiento especial para realizar un test cuyo anticuerpo monoclonal es reactivo hacia todas las especies principales de zearalenona concentradas en el maíz y otros cereales.

2.13.8 ELISA

En años recientes el desarrollo de la prueba ELISA para la detección de varios químicos se ha desarrollado rápidamente. En términos generales, se han creado pruebas ELISA para la detección de micotoxinas incluyendo zearalenona, vomitoxina, aflatoxinas y fumonisina.

Estas pruebas son específicas para la micotoxina analizada y puede utilizarse para cuantificar la contaminación. Generalmente se utilizan en un ambiente de laboratorio y no bajo condiciones de campo, sin embargo, su uso en el campo puede hacerse posible con una adaptación singular que es la “Prueba de la Tarjeta”. Dependiendo del objetivo final que se desee del examen empleado, puede ser necesario hacer una inversión moderada para la adquisición de equipo especial.

No obstante, la prueba ELISA parece ser la innovación mas reciente para un análisis cuantificable, rápido y seguro de micotoxinas.

2.14 CONTROL Y PREVENCIÓN DE MICOTOXINA

Debido a su alta actividad biológica y su frecuente presencia en cereales, es que se ha establecido niveles de orientación o niveles máximos tolerables de zearalenona en alimentos que varían de 0 a 1.000 $\mu\text{g} / \text{Kg}$. Por otra parte, cuando se trata de alimentos para animales, especialmente para cerdos, no se debe superar un nivel en la dieta de 1.000 $\mu\text{g} / \text{Kg}$., aunque varios estudios recomiendan un nivel de zearalenona mas bajo. (RUDOLF, 1999)

CONTROL

El control de micotoxinas requiere establecer medidas de control preventivo:

- a) Selección de variedades de cultivos resistentes a los hongos.
- b) Practicas agronómicas para contrarrestar el crecimiento de los hongos en el campo.
- c) Cosecha cuidadosa para evitar dañar los granos.
- d) Adecuado secado de los granos cosechados.

- e) Mantenimiento de los depósitos de granos y alimentos, particularmente con relación a la impermeabilización y a la exclusión de roedores y de insectos.
- f) Limpieza frecuente de los comederos para eliminar alimentos dañados, especialmente en los planteles que utilizan los alimentos húmedos.
- g) Análisis frecuentes de todo el alimento para detectar presencia de micotoxinas.
- h) Incorporación de un inhibidor de hongos en la formulación del alimento.
- i) Los inhibidores de hongos basados en ácido propiónico son los de hongos más efectivos porque tienen un poder residual más prolongado.

Una vez que las micotoxinas han contaminado un ingrediente o un alimento terminado para cerdos, son difíciles de eliminar, destruir o neutralizar. El tratamiento de ingredientes contaminados con amoníaco o con ozono puede reducir la actividad de ciertas micotoxinas. (DEVEGOWDA, 2004)

PREVENCION

La presencia de mohos y micotoxinas puede reducirse mediante la aplicación de diversas medidas preventivas. Actualmente a nivel

mundial, esta bien fundamentado el hecho de que la formación de micotoxinas puede ocurrir durante las diferentes etapas del proceso de manejo de los alimentos; es decir en la precosecha, cosecha y poscosecha. (DEVEGOWDA, 2000)

La prevención a través del manejo de la precosecha es el mejor método para controlar la contaminación por micotoxinas; sin embargo, la contaminación puede ocurrir o persistir después de esta fase. Una vez que la micotoxicosis es evaluada, confirmada e identificado su tipo y el nivel de micotoxina diagnosticado; es necesario implementar medidas correctivas en aquellos cultivos que serán utilizados para el consumo humano y animal. (DEVEGOWDA, 2000)

Durante la cosecha pueden ocurrir daños mecánicos a los granos. Cuando este daño es mínimo, el riesgo de contaminación se reduce significativamente. Adicionalmente, el campo de cosecha debe ser sembrado en un tiempo adecuado con el fin de reducir la humedad o los niveles de agua libre disponible hasta el punto en que la formación de hongos y micotoxinas no pueda ocurrir. (DEVEGOWDA, 2000)

En la etapa de almacenamiento se debe monitorear constantemente que los productos almacenados no estén expuestos a condiciones ambientales tales como la humedad. En esta etapa es necesario implementar labores de monitorización y prueba. Bajo este esquema de control de micotoxinas, una vez que los niveles diagnosticados sobrepasan a los permitidos, es prioritario poner en marcha procedimientos que conduzcan a la descontaminación y detoxificación. (DEVEGOWDA, 2000)

2.15 DETOXIFICACIÓN DE LOS GRANOS CONTAMINADOS

Se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- a.** Deben ser procedimientos que estén preparados para el tratamiento de grandes cantidades de alimento, del orden de cientos de toneladas diariamente. La aplicación de estos procedimientos debe ser capaz de conseguir la inactivación de contaminaciones que puedan ser elevadas del orden de 1 a 7 mg de micotoxina / kg de alimento.
- b.** Se debe tener en cuenta que la micotoxina no está repartida uniformemente en la masa del alimento. Esto se debe normalmente al problema de la existencia de zonas de microflora.
- c.** La micotoxina puede estar protegida por alguno de los constituyentes del alimento.
- d.** Un tratamiento de inactivación y detoxificación, debe ser eficaz, barato y evidentemente no debe modificar significativamente los valores nutritivos del alimento.
- e.** El tratamiento en cuestión no debe producir productos secundarios que después tengan influencia en el animal en cuanto a toxicidad y/o en cuanto a interferencia en el buen aprovechamiento de los elementos nutritivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El presente trabajo de investigación fue realizado en el área integrada del Departamento de Santa Cruz, en la provincia Andrés Ibáñez; la cual se encuentra localizada a 17°47' de latitud sur y 63°10' longitud oeste con relación al meridiano de Greenwich, con una altitud aproximada de 417 m.s.n.m.. (FEGASACRUZ, 1987)

Posee un clima subtropical, temperatura media anual de 22,9°C, humedad relativa media anual del 80% y una precipitación pluvial media anual de 1.200 mm.

3.1.2. UNIDAD MUESTRAL

Considerando que el objetivo del presente trabajo es el de determinar la presencia y niveles de zearalenona en granos que es parte de la ración del alimento de los cerdos.

Se realizará un muestreo probabilístico de los registros de muestras obtenidas en el Laboratorio de A. D. A., se tomara en cuenta los registros desde el año 2002 al 2004 de maíz, sorgo y soya, procedentes de las diferentes granjas porcinas del área

integrada de Santa Cruz, que han sido analizadas en el laboratorio de referencia A. D. A.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. MÉTODO DE LABORATORIO

El método que se utiliza es el descrito por VICAM llamado Zearalatest. El cual consiste en lo siguiente:

PREPARACIÓN

1. Sistema de calibración, use los estándares de calibración.
2. Instrumento VICAM – VI – SERIE 4.
3. Calibrar el fluorómetro en la lectura de 300 segundos.
4. Blanco 1ml, de revelador de zearalatest.
5. 1 ml, de metanol puro = 0.
6. 1 ml, de agua destilada = 0.

EXTRACCION DE LA MUESTRA

1. Pesar alrededor de 40g. de la muestra con 4g., de sal (NaCl) y vaciar en una licuadora.
2. Añadir 100ml de metanol al 80%, licuar en 2 minutos y filtrar.
3. Tomar 10ml, de filtrado en un vaso limpio y diluirlo en 40 ml de Twen PBS Buffer al 0.1%, mezclar bien.

4. filtrarlo con papel filtro 1,0 con micro fibra VICAM 2005.
5. Transferir 10ml de este filtrado a la columna de zearalatest 1 – 2 gotas / segundo.
6. Pasar 10ml de PBSTween al 0,1% gotas / segundo.
7. Lavar con 10ml de agua destilada 2 gotas / segundo.
8. Pasar 1ml de metanol puro por la columna de zearalatest y recibir este contenido en una cubeta (tubo de vidrio limpio).
9. Agregar 1ml de zearalatest revelador, mezcle bien y lea en el fluorómetro calibrado en 300 segundos.

LIMITE DE DETECCIÓN

El método de VICAM, nos permite detectar como limite mínimo 0,10 ppm. (VICAM, 1999)

3.2.2. MÉTODO ESTADÍSTICO

El presente trabajo será realizado a partir de los registros del Laboratorio de Patología Aviar (A. D. A.), obtenidos desde el año 2002 hasta el 2004, serán evaluado y expresados a través de medidas de tendencia central como la media y medidas de dispersión como la desviación estándar, índice de correlación y regresión.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación fue realizado para determinar la presencia y niveles de zearalenona en granos maíz, sorgo y soya, destinados a la alimentación de porcinos.

Se analizaron a través del método de zearalatest 30 muestras de maíz, 28 de sorgo y 29 de soya, haciendo un total de 87 muestras; las cuales fueron obtenidas de los registros del Laboratorio de Patología Aviar (A. D. A.) de los años 2000, 2003 y 2004. (CUADRO 1)

De este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

En un 100% de las muestras analizadas se detectó la presencia de zearalenona en los diferentes granos, con niveles que fluctuaron entre 379,97 ppb, 88,50 ppb y 239,65 ppb, respectivamente; llegando a la conclusión de que sí difieren estadísticamente ($P < 0,05$). (CUADRO 2)

Según Santurio (1.999), indica que no existen niveles seguros de contaminación en alimentos para cerdos, pues todo depende no solamente de los niveles de contaminación de una micotoxina (zearalenona), sino también de la presencia de otras micotoxinas.

Para Alberto Gimeno (2.004), los niveles de contaminación tolerables en el alimento de cerdos son de 100 a 200 ppb. De acuerdo al análisis realizado, se puede observar:

- En el análisis realizado al maíz, se puede observar que en los años 2002, 2003 y 2004; en un 40%, 25% y 37,5% respectivamente, se encontraron niveles de contaminación por encima de lo tolerable, es decir mayor a los 200 ppb. (CUADRO 3, 4 Y 5)

- Para el caso del sorgo se puede ver que en el año 2002, las muestras analizadas, es decir, el 100% se encuentra dentro de los niveles de contaminación tolerable. Y no así en el año 2003 y 2004, que se puede ver que hay un 16,67% y 12,5% fuera del margen permisible. (CUADRO 3, 4 Y 5)

- En cuanto a la soya, observamos que al igual que el sorgo en el año 2002 no se encuentran muestras fuera del nivel tolerable de contaminación. (CUADRO 3)

Asimismo, en los años 2003 y 2004 se observa que el 7,69% y el 33,33% respectivamente se encuentran fuera del nivel tolerable de contaminación que indica Alberto Gimeno. (CUADRO 4 y 5)

CUADRO Nº 1

Nº DE MUESTRAS DE GRANOS DESTINADOS A LA ALIMENTACION PORCINA DURANTE LOS AÑOS 2002,
2003 Y 2004

AÑO	MAÍZ	SORGO	SOYA
2002	10	8	7
2003	12	12	13
2004	8	8	9
TOTAL	30	28	29

CUADRO N° 2

NIVELES PROMEDIOS DE ZEARALENONA EN GRANOS DURANTE LOS AÑOS 2002, 2003 Y 2004

GRANO	#MUESTRAS	NIVEL PROMEDIO (PPB)
MAÍZ	30	379,97
SORGO	28	88,50
SOYA	29	239,65

CUADRO Nº 3**NIVELES DE CONTAMINACION CON ZEARALENONA (%) AÑO 2002**

GRANO	CANTIDAD	MUESTRAS POSITIVAS (PPB)		
		1 – 100	101 – 200	201 – 500
MAÍZ	10	50,00	10,00	40,00
SORGO	8	87,50	12,50	0,00
SOYA	7	57,14	42,86	0,00

CUADRO N° 4**NIVELES DE CONTAMINACION CON ZEARALENONA (%) AÑO 2003**

GRANO	CANTIDAD	MUESTRAS POSITIVAS (PPB)		
		1 – 100	101 – 200	201 – 500
MAÍZ	12	66,67	8,33	25,00
SORGO	12	83,33	00,00	16,67
SOYA	13	76,92	15,39	7,69

CUADRO Nº 5**NIVELES DE CONTAMINACION CON ZEARALENONA (%) AÑO 2004**

GRANO	CANTIDAD	MUESTRAS POSITIVAS (PPB)		
		1 – 100	101 – 200	201 – 500
MAÍZ	8	50,00	12,50	37,50
SORGO	8	87,50	00,00	12,50
SOYA	9	55,56	11,11	33,33

V. CONCLUSIONES

Se efectuó un estudio para determinar y cuantificar los niveles de zearalenona en granos destinados a la alimentación para porcinos, en las diferentes granjas del área integrada de Santa Cruz de la Sierra, éste fue realizado en base a las muestras tomadas de los registros del Laboratorio de Patología Aviar durante los años 2002 – 2004, obteniéndose un total de 87 muestras que fueron sometidas a la prueba denominada “zearalatest”. Bajo las condiciones en que se realizó este estudio, se concluye lo siguiente:

- Se determinó la presencia de zearalenona en maíz, sorgo y soya destinados a la fabricación de alimentación para porcinos.

Al realizar un análisis comparativo de los niveles de zearalenona presente en los granos estudiados, se observó:

- En el maíz, los niveles de contaminación de zearalenona encontrados son altamente tóxicos, por cuanto el cerdo solo tolera niveles de hasta 200 ppb.
- En el caso del sorgo, en el año 2002 el 100% de las muestras se encuentran dentro de los niveles tolerables de contaminación. Pero en el año 2003 y 2004, se pudo observar que existe un leve porcentaje fuera del margen permisible. De igual manera pasa con la soya.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las anteriores conclusiones, se recomienda:

- A los productores porcinos en nuestro medio, mejoren su técnica de manejo en la etapa de la precosecha; en la cosecha, el campo debe ser sembrado en un tiempo adecuado con el fin de reducir la humedad; en la etapa de almacenamiento se debe monitorear constantemente que los granos almacenados, es prioritario poner en marcha procedimientos que conduzcan a la descontaminación y detoxificación. Con la finalidad de que la calidad de sus productos y subproductos no se vean disminuidas, causándole pérdidas económicas e impacto negativo en la salud pública.

- Se recomienda realizar un estudio del alimento balanceado ofrecido a los cerdos en sus diferentes etapas para determinar el grado de contaminación de zearalenona.

- El manejo correcto de los cultivos y cosechas de granos y hortalizas, y el control de la calidad de los alimentos para los animales de la granja constituyen los únicos medios de prevención.

- También se recomienda continuar el estudio de esta toxina en los cerdos, para así determinar los grados de afección en los diferentes órganos.

VII. BIBLIOGRAFIA

AISWORTH, G. C. 1976. Introduction to the history of Micology; Cambridge; Rdt. University Press; New York USA; p – p. 140 – 295.

ALMUDENA, A. y LIZASO J. 2001, Hongos y Micotoxinas. Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria. www.fundisa.org

BARRON, L. T. 1993. Identificación e incidencia de hongos que afectan el arroz almacenado en la zona Chane Piraí. Facultad de Ciencias Agrícolas – Carrera de Ingeniería Agronómica. U. A. G. R. M. Santa Cruz – Bolivia. Pp. 9 – 13.

CARTER, G. R. 1968. Procedimientos de Diagnóstico de Bacteriología y Micología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pp. 189 -191.

DEVEGOWDA, G. 2000, 2004. Panorama Mundial sobre micotoxinas Soluciones Novedosas para Controlarlas. In Pasaporte para el año 2000. Edit. Altech Inc. www.altech.com. Kentucky – USA pp. 69 – 80. El Efecto de las Micotoxinas en la Producción Porcina. www.acontece.com.ar

ENCICLOPEDIA ENCARTA, 1996. “Hongos”. Edit. Microsoft Corporation, CD ROM. www.micotoxinas.com

ENSIMINGER, M. E. y OLENTINE, C. G. 1983. Alimentos y Nutrición de los animales. Edit. El Ateneo. California – USA, pp. 85 – 87.

FEGASACRUZ, 1987. Minimonografía del Departamento de Santa Cruz. Pp 17 – 20.

GALLEGO B. L. M., 2004. Micotoxinas, www.analizacalidad.com.

GIMENO, A. 2004. Micotoxinas. Sinergismo entre Diferentes Micotoxinas de Fusarium. Recomendaciones en cuanto a las Concentraciones Máximas para algunas Micotoxinas. Fusariomicotoxicosis Comparativa entre pollos, gallinas, cerdos, vacas lecheras y conejos, www.engomix.com

KRSKA, R. 1999. Micotoxinas de Interés Creciente – Zearalenona. Tercera Conferencia Internacional Mixta FAO / OMS/ PNUMA sobre Micotoxinas.

KRABBE, et al. 1994. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos sobre el desenvolvimiento fúngico y las alteraciones del valor nutritivo del maíz. Conferencias Apinco 95. Curitiba – Brasil. pp. 13 – 14.

MARTIN, D. E. M. 1997. I Congreso Nacional de Porcinocultura. Lima – Perú pp. 69 – 71.

MEDINA, J. C. 2004. La Zearalenona en Alimentos para Cerdos y para Consumo Humano, <http://www.midia.com>

MENENDEZ, J. A. F. 1987. Cría, Explotación, Enfermedades e Industrialización del Ganado Porcino. 4° Ed. Editorial Limusa – México D. F. pp. 903 – 911.

MERK, & Co. 1988. El Manual Merk de Veterinaria. Edit. Centrum. Barcelona – España pp. 1574 – 1575.

MILLER, B. Ph. D. 2002. Zearalenona. Edit. Al Tech. www.altech.com.br Sao Paulo – Brasil.

MYCO – AD, 2002. La Solución Contundente y más Rentable a los problemas de Micotoxinas. Manual Técnico. Edit. Special Nutrients INC. www.specialnutrients.com. Florida – USA pp. 1 – 25.

NELSON, C. R. 1989. Implicaciones del Crecimiento de Hongos en Alimento para Cerdos – Información General sobre Inhibidores de Hongos. 890123 vlm. Edit. Kemin Industries, Inc. www.kemin.com USA pp.1 – 12.

RODRIGUEZ R. 2001. Micotoxicosis.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y1390S/y1390s03.htm

ROSA, C. A. 1997. II Congreso Latinoamericano de Micotoxicología.
Maracay – Venezuela pp. 28 – 29.

SAINZ, M. L. 1982. Factores Bióticos de Posible Responsabilidad en las
Alteraciones de los Alimentos. Enciclopedia Sistemática de los
Alimentos. Edit. Aedos. Barcelona – España pp. 54, 155 – 156.

SHARBY, T. 1985, Molds y Micotoxins; Dawes Laboratory's of Canadá
LTDA, Chicago; p.p. 1049 – 1057.

SPAINHOUR, C. B. y POSEY D. 1995. Micotoxinas: Un Enemigo
Silencioso. In Prescripción para cerdos Rentables. Edit. Large
Animal Veterinarian, Illinois – E. U. A. pp. 22 – 26.

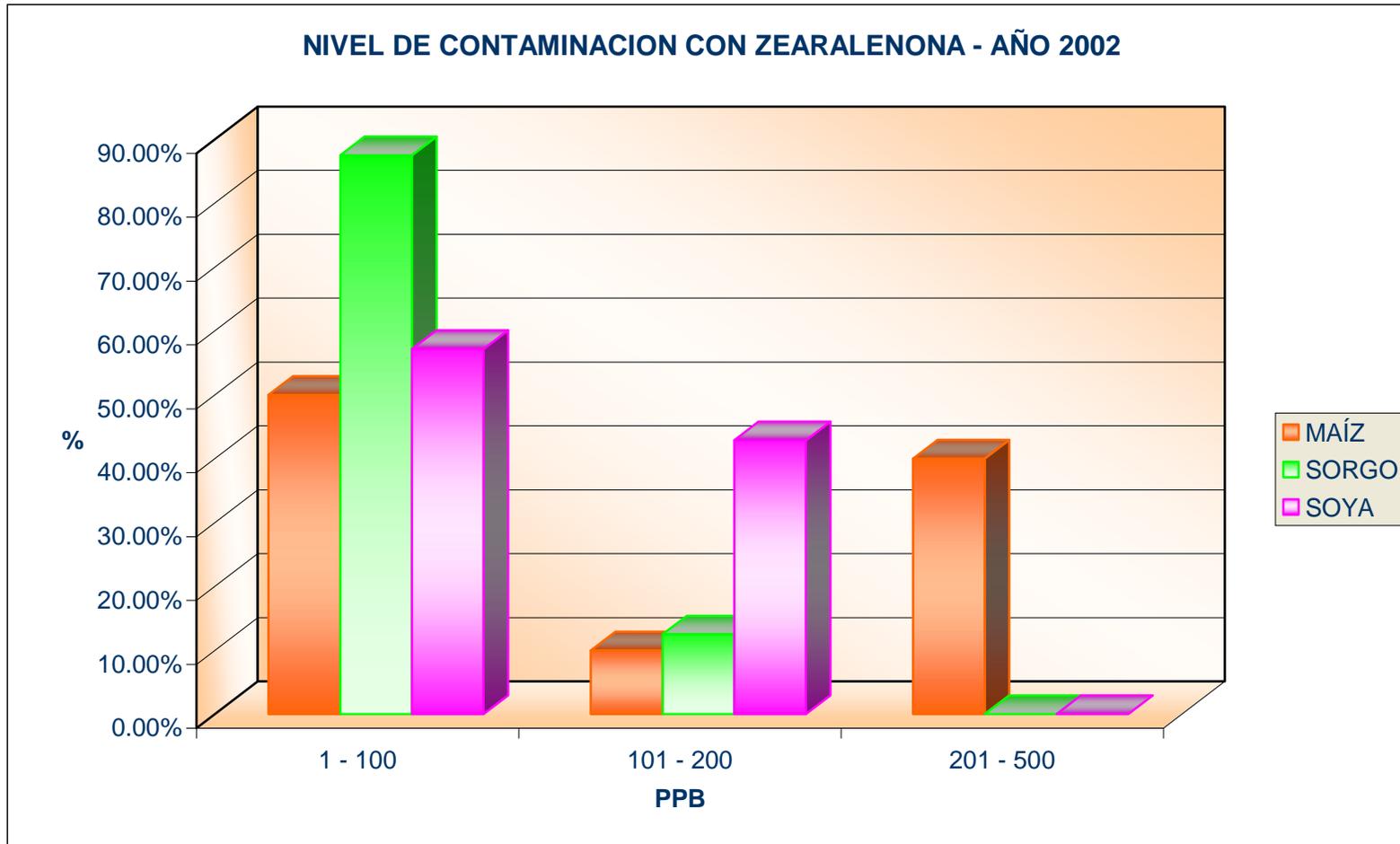
TORREALBA, H. 2004. Una Arma Biotecnológica en la Batalla contra las
Micotoxinas – www.pcca.com.ve. VENEZUELA. pp. 19.

VICAM, L. P. 1997. Instrucción Manual. Ed. Vicam y Co. Watertown –
USA pp. 27 – 28.

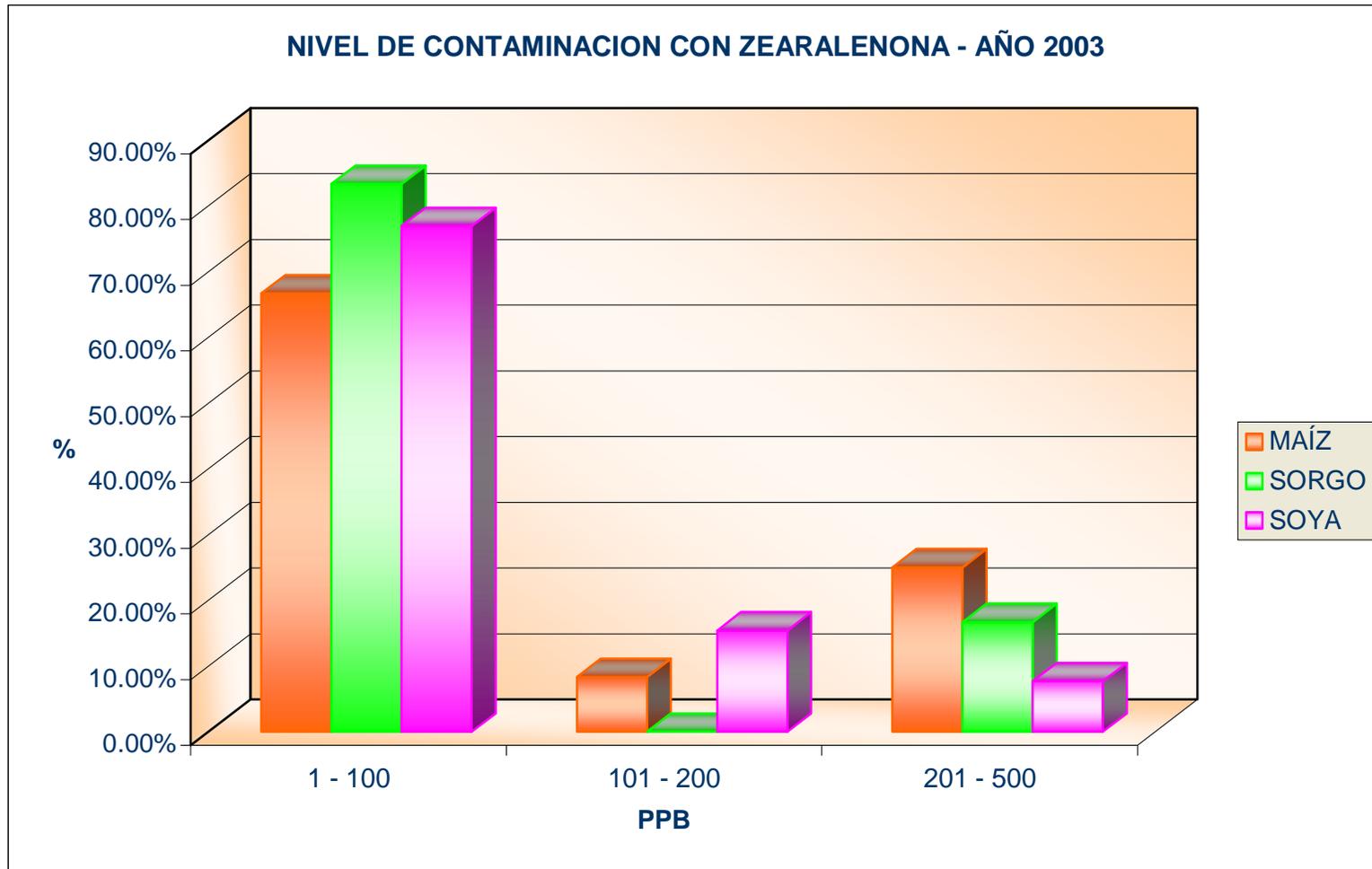
WYATT, R. D. 1994. Métodos Empleados para la Detección de
Micotoxinas. Athen – Georgia – E. U. A. pp. 35.

VIII. ANEXO

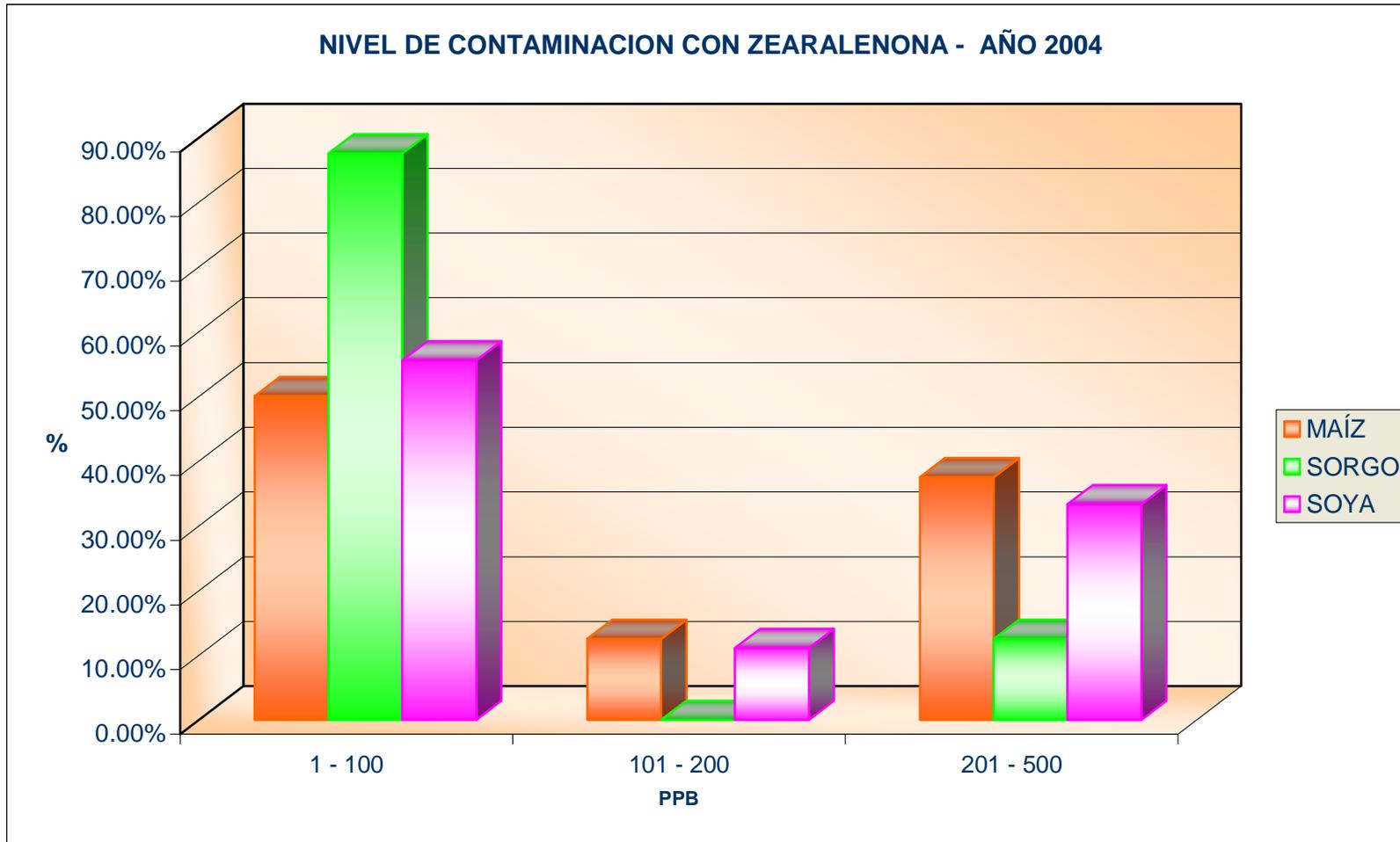
GRAFICA Nº 1

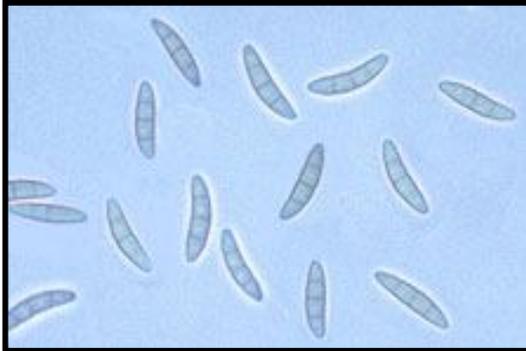


GRAFICA Nº 2

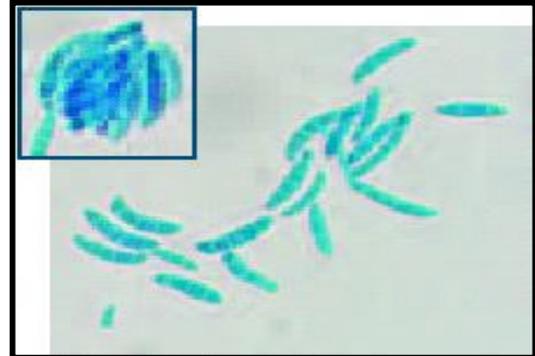


GRAFICA N°





Gibberella Zeae



F. R. Culmorum



Fusarium Roseum



Maíz con G. Z.