

IMPACTO DE LAS MICOTOXINAS EN LA PRODUCCIÓN PORCINA

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE UN
ESTABLECIMIENTO PROBLEMA**



Autora: Fiana Aihelen, Fornies

Tutora: M.V. Sabrina María Martínez

Evaluadora: Dra. María Pía Beker

Informe final de la orientación práctica Profesional en Producción Porcina
realizado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario.

Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial

Sede Alto Valle/Valle medio

Choele Choel-2021

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Río Negro por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A la MV. Sabrina Martínez por ser mi tutora, quien con sus conocimientos y apoyo me guió en la elaboración de este trabajo.

A la Dra. Pía Beker por su compromiso y buena predisposición a la hora de evaluar mi trabajo final.

A todos los docentes de la UNRN que han compartido amablemente su tiempo y experiencia para ayudar a mi formación académica.

A todo el personal no docente de la sede y del HEMEVE, por los buenos momentos compartidos y el apoyo en épocas y momentos complicados.

A la persona que más amo en este mundo, mi madre, por su apoyo, guía y confianza en la realización de mi sueño. Gracias por creer en mí siempre y darme una carrera para mi futuro.

A mi hermano Hugo, por su amor incondicional y palabras de aliento a la distancia.

A mi hermana Tatihana, por ayudarme, alentarme, aconsejarme y acompañarme siempre. Gracias por tu enorme fe en mí.

A mi abuela María, por sus sabios y enriquecedores consejos a lo largo de mi vida. Gracias por acompañarme tantos años y compartir conmigo mis triunfos, alegrías y fracasos.

A mi pareja Gastón, por alentarme en los días grises y por compartir conmigo este momento tan importante en mi vida.

A todos mis amigos/as y compañeros/as de la vida y de la facultad, que me acompañaron en todo mi camino por la universidad. Gracias por su apoyo, paciencia y compañía en los días difíciles.

A aquellos que ya no están y me miran desde el cielo. Gracias por iluminar mi camino. En mi corazón los llevo a donde voy.

A todos y cada uno de ellos

¡Gracias infinitas!

Prólogo

En el presente informe se realizará una revisión bibliográfica de las principales micotoxinas que afectan al ganado porcino, comenzando por las nociones básicas de sus agentes causales. Se mencionarán sus efectos en la producción animal, como así también los factores propicios para su desarrollo y los límites máximos de referencia para la especie en estudio.

Se complementará con la caracterización de un establecimiento porcino, haciendo hincapié en los sectores más afectados (servicio, gestación y lactancia). Por último, se llevará a cabo un análisis de riesgo donde se determinarán los factores que inciden en la generación de micotoxinas dentro del establecimiento y se establecerán, en base a ello, las medidas de control y prevención necesarias para mitigar los efectos de estos metabolitos en la unidad productiva.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
ANTECEDENTES	4
HONGOS: GENERALIDADES	6
MICOTOXINAS	11
GENERALIDADES	11
CLASIFICACIÓN	13
TOXICIDAD.....	14
FACTORES PROPICIOS PARA LA FORMACIÓN DE HONGOS Y SUS MICOTOXINAS	17
<input type="checkbox"/> Factores físicos.....	19
<input type="checkbox"/> Factores químicos	25
<input type="checkbox"/> Factores biológicos	26
<input type="checkbox"/> Prácticas de manejo.....	27
ESTRATEGIAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS	28
MUESTREO	31
MÉTODOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN, DETOXIFICACIÓN E INACTIVACIÓN	32
<input type="checkbox"/> Métodos físicos	32
<input type="checkbox"/> Métodos químicos.....	33

<input type="checkbox"/> Métodos microbiológicos.....	34
<input type="checkbox"/> Métodos fisicoquímicos	34
 PRINCIPALES MICOTOXINAS Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN	
PORCINA	39
<input type="checkbox"/> Aflatoxinas	39
<input type="checkbox"/> Ocratoxinas	43
<input type="checkbox"/> Tricotecenos	45
<input type="checkbox"/> Zearalenona.....	47
<input type="checkbox"/> Fumonisinias	51
<input type="checkbox"/> Ergotamina.....	53
 LÍMITES RECOMENDADOS	57
 ANÁLISIS DEL CASO EN ESTUDIO	59
<input type="checkbox"/> Caracterización del productor	59
<input type="checkbox"/> Ubicación Geográfica	60
<input type="checkbox"/> Perfil productivo	60
<input type="checkbox"/> Evaluación de los recursos de la zona.....	61
<input type="checkbox"/> Recurso humano.....	62
<input type="checkbox"/> Tipo de producción porcina	63
<input type="checkbox"/> Antecedentes	65
<input type="checkbox"/> Manejo de la alimentación	67
<input type="checkbox"/> Calidad de las materias primas	68
<input type="checkbox"/> Preparación del alimento.....	69
<input type="checkbox"/> Comederos	70
<input type="checkbox"/> Almacenamiento del alimento	71

<input type="checkbox"/> Sanidad.....	73
<input type="checkbox"/> Sectores afectados.....	75
<input type="checkbox"/> Análisis de laboratorio.....	78
<input type="checkbox"/> Diagnóstico general.....	79
<input type="checkbox"/> Análisis FODA.....	81
<input type="checkbox"/> Propuestas de mejora.....	82
CONSIDERACIONES FINALES.....	87
CONCLUSIÓN FINAL: EXPERIENCIA OPP.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las micotoxinas según su estructura química.....	14
Tabla 2: Interacciones de micotoxinas comprobadas en cerdos.....	17
Tabla 3: Condiciones propicias de producción de micotoxinas de los principales hongos que afectan la producción porcina.....	22
Tabla 4: Concentraciones máximas en µg/kg (ppb) tolerables para diferentes micotoxinas en el alimento completo.....	58
Tabla 5: Niveles límite para micotoxinas en maíz.....	58
Tabla 6: Límites máximos para aflatoxinas en cereales.....	58
Tabla 7: Circuito cerrado del establecimiento.....	64
Tabla 8: Circuito abierto del establecimiento.....	64

Tabla 9: Diferencia entre periodos, año 2019.	66
Tabla 10: Raciones diarias para cada categoría	70
Tabla 11: Análisis FODA del establecimiento EL CHANGO.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Tipos de esporas asexuales	8
Figura 2:Formación de una colonia, por un hongo filamentoso.....	9
Figura 3: Fases de crecimiento fúngico y localización de la síntesis de micotoxinas	12
Figura 4:Factores que afectan al crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas.	19
Figura 5:Clasificación de los diferentes detoxificadores de micotoxinas.	38
Figura 6:Estructura química de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2.	40
Figura 7: Estructura química de ocratoxina A.	44
Figura 8:Estructura química de toxina T2.....	46
Figura 9:Estructura química de la vomitoxina.	46
Figura 10: Estructura química de la Zearalenona.....	48
Figura 11:Estructura química de Fuminisin B.	52
Figura 12:Estructura química de Ergotamina y LSD.....	54
Figura 13:Sintomatología causada por las principales micotoxinas en cerdos.	57
Figura 14:Organigrama del establecimiento.	63
Figura 15:Medición de contenido de humedad	84

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1:Mazorcas de maíz dañadas por aves.	24
Imagen 2:Granos dañados por <i>Sitophilus granarius</i> (Gorgojo del grano).....	25
Imagen 3:Tonalidad amarillenta en órganos y tejidos del cerdo, luego de la necropsia.....	42
Imagen 4:Bazo de cerdo reducido de tamaño.	43
Imagen 5:Riñones de cerdo con manchas blanquecinas.	45
Imagen 6:Vómito de cerdo.....	47
Imagen 7:Lechona con vulvovaginitis.	50
Imagen 8:Prolapso uterino.	51
Imagen 9:Lechón con síndrome de Splay leg.	51
Imagen 10:Pulmón de cerdo, edema interlobular sin presencia de neumonía.	53
Imagen 11:Lesión necrótica en pabellón auricular.	56
Imagen 12:Necrosis en cola.	56
Imagen 13:Imagen satelital del establecimiento El Chango.	60
Imagen 14:Distribución de los canales de riego.....	61
Imagen 15:Bolsones de expeller de soja a la intemperie.	68
Imagen 16:Maiz apelmazado, fermentado y con presencia de hongos.	68
Imagen 17:Planta elaboradora de alimentos.....	69
Imagen 18:Tipos de comederos para las distintas categorías dentro del criadero.	71
Imagen 19:Galpón de almacenamiento.....	72
Imagen 20:(A)Bolsas big bag de 500kg; (B)Silos de almacenamiento.....	73
Imagen 21:(A)Aplicación de Ivermectina a hembras preparto (B)Castración.....	75
Imagen 22:Sangrado para Aujeszky.....	75
Imagen 23:Feto momificado.	76
Imagen 24:Camada recién nacida.	76

Imagen 25:Lechones con Splay leg.....	77
Imagen 26:Prolapso en cerda.	77
Imagen 27:(A)Lechón con lesiones en piel; (B)Necrosis de la cola.	78
Imagen 28:Cerda con laminitis.	78
Imagen 29:Alimento apelmazado en bolsón big bag.	80
Imagen 30:Restos de maíz.	80

Introducción

El hospital Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Negro (HEMEVE), Sede Alto Valle-Valle Medio, se sitúa en la localidad de Choele Choel, provincia de Río Negro, Argentina.

La Carrera de Medicina Veterinaria tiene como objetivos, capacitar y formar profesionales con un perfil integral, competentes para proponer alternativas de solución a las necesidades sociales en el campo de la medicina veterinaria, y la producción de alimentos de origen animal para consumo humano. Promueve la adquisición de actitudes científicas y tecnológicas para contribuir al desarrollo sustentable. Además, fomenta el pensamiento lógico, crítico y creativo como una actitud de aprendizaje permanente.

El plan de estudio posee una duración de seis años, está compuesto por 56 materias y cuatro orientaciones.

∩ Medicina de Grandes Animales.

∩ Medicina de Pequeños Animales.

∩ Producción Animal.

∩ Medicina preventiva, Salud Pública y Bromatología.

La orientación y práctica profesional (OPP) es un requisito que debe cumplir el estudiante para acceder al título de Médico Veterinario, se cursa en el último cuatrimestre de la carrera y para su aprobación se debe realizar la presentación de un informe final.

El propósito que persiguen las OPP, es que el estudiante sea capaz de poner en práctica conocimientos, habilidades y destrezas propias de la profesión que tengan afinidad con el futuro entorno de trabajo, permitiendo al estudiante reconocer sus fortalezas y debilidades.

He optado por la OPP, en Producción Animal, puntualmente, la Producción Porcina. Dichas prácticas se llevaron a cabo en dos establecimientos con una duración total de 78 horas.

Las primeras 24 horas, se realizaron en el “Matadero Municipal” de la localidad de Luis Beltrán, empresa que actualmente fue habilitada por el Registro Único de la Cadena Agroalimentaria (RUCA), para faenar animales porcinos. Las 54 horas restantes se desarrollaron en el establecimiento agropecuario “El Chango”, de la firma BINAGO S.A, ubicado en la localidad de Coronel Belisle, provincia de Río Negro.

Objetivos

Generales:

- ❖ Identificar cuáles son las micotoxinas que más impactan en la producción porcina.
- ❖ Explicar cuáles son los factores químicos, biológicos y físicos que influyen en el desarrollo y la contaminación por parte de estos metabolitos fúngicos.

Específicos:

- ❖ Describir la clínica y las lesiones anatomopatológicas generadas por las micotoxinas en porcinos.
- ❖ Mencionar los métodos de descontaminación, detoxificación e inactivación utilizados en la actualidad para combatir la presencia de micotoxinas.
- ❖ Analizar los factores que inciden sobre la generación de micotoxinas en el alimento destinado a la alimentación de los cerdos en el establecimiento “El Chango”, ya que el establecimiento en estudio, cuenta con antecedentes de pérdidas productivas por esta problemática.
- ❖ Hacer hincapié en la importancia de la prevención y el control sobre estos compuestos.

Antecedentes

El conocimiento de la existencia de enfermedades en el hombre y en los animales, asociadas al crecimiento de hongos en los alimentos han sido reconocidas o sospechadas durante siglos.

Dentro del reino Fungi existen organismos que pueden ser clasificados como levaduras o mohos, son estos últimos los responsables de formar metabolitos secundarios tóxicos que enferman o matan a los animales que los consumen. Estas sustancias se conocen bajo el término de micotoxinas y la afección resultante se llama micotoxicosis.

Los primeros casos de micotoxicosis ocurrieron en Europa durante el siglo XVI, y fueron causados por el consumo de harinas derivadas de granos de cereales contaminados por *Claviceps purpurea*. Sus toxinas se caracterizan por producir una enfermedad conocida como ergotismo (Serrano-Coll & Cardona-Castro, 2015).

En 1912 Quevedo en Argentina, describió la acción de los metabolitos tóxicos de un *Aspergillus* del maíz sobre varias especies animales. Sin embargo, la implicancia de las micotoxinas se reconoció recién en 1960, en Inglaterra, con el descubrimiento de las Aflatoxinas, las cuales causaron la muerte de 100.000 pavos alimentados con grano de maíz contaminados (Leonor & Audisio, 2007, p. 90).

Entre 1960 y 1970, fueron identificadas otras dos micotoxinas producidas por el género *Fusarium*, la Zearalenona y el Deoxinivalenol. La primera caracterizada por su efecto estrogénico, responsable de diversos problemas reproductivos y la segunda por ser una vomitoxina que reduce el consumo de alimentos en las especies sensibles, como los porcinos (Castillo, 2007).

En la década de 1980, se informaron las primeras epidemias causadas por Fumonisin, cuyos efectos, resultaron fatales en especies tan sensibles como los equinos. Esta toxina

produce en los équidos, leucoencefalomalacia, lesión destructiva que cursa con somnolencia y muerte, debido al deterioro del sistema nervioso (Martínez, 2009).

En la actualidad, existe un importante nivel de conocimiento sobre estas micotoxinas, por lo que debemos estar alertas ante la presencia de partidas de granos o piensos contaminados, siendo las de mayor impacto en la industria pecuaria, las generadas por especies de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* (Clemente, 2007).

El impacto en la producción ganadera engloba tanto el costo de eliminación de los alimentos y piensos contaminados como la reducción de la productividad de los animales, el incremento en los costos de atención veterinaria, y el conjunto de esfuerzos económicos y técnicos dirigidos a reducir sus efectos negativos (Denli & Pérez, 2006).

Hongos: generalidades

Los hongos son organismos eucarióticos (eucariotas) que, por su especial reproducción asexual y sexual, heterotrofismo y características evolutivas (polifiléticos) pertenecen al Reino Fungi (protistas superiores) (Heredia, 2020). Vulgarmente se conoce como levadura al hongo unicelular y moho u hongo filamentoso, al pluricelular.

Su cuerpo denominado micelio o talo, puede estar formado por una o más células alineadas, llamadas hifas. No obstante, no conforman nunca un tejido verdadero. Las hifas pueden, o no, presentar septos (perforados) (Stanchi, 2007).

De acuerdo a su función, el micelio puede ser clasificado en: micelio vegetativo, responsable de la nutrición, sostén, resistencia y diseminación; y el micelio de fructificación vinculado a la reproducción (Alexopoulos & Mims, 1985).

Poseen una membrana nuclear y otros organelos rodeados de membrana, como mitocondrias, vacuolas, retículo endoplasmático, aparato de Golgi y ribosomas 80 S. El núcleo contiene en su interior uno o dos nucleolos pequeños y varios cromosomas lineales (Kenneth J. Ryan, 2017).

El mayor componente celular que distingue a los hongos de otros organismos es su pared celular, cuyo principal constituyente es la quitina (polímero de N-acetil glucosamina) y no la celulosa, como en la célula vegetal (Pontón, 2008).

La pared está constituida por dos componentes principales, un retículo más o menos organizado de microfibrillas que le confiere rigidez a la célula y una matriz polimérica geliforme rica en glucano (polímero de glucosa) y glicoproteínas, donde están inmersas las microfibrillas. Los polisacáridos fibrilares, quitina, quitosano y complejos quitina-glucano-celulosa, en asociación con pequeñas cantidades de proteínas y lípidos forman la capa interna

y la matriz, que se extiende hacia fuera para otorgarle la forma a la capa externa de la pared (Stanchi, 2007, p. 465).

Su función principal es la de proteger contra factores ambientales, tales como el estrés, la lisis osmótica y los daños por acción de la luz ultravioleta y productos químicos, además de servir como una barrera física contra la acción de otros organismos (Pontón, 2008).

La carencia de cloroplastos y clorofila es condicionante en su actividad biológica, debido a ello, no tienen la capacidad de realizar fotosíntesis ni de fijar carbono, por lo que necesitan carbohidratos complejos como fuente de energía (Heredia, 2020).

La obtención de los nutrientes se lleva a cabo por digestión extracelular, para ello, segregan diversas enzimas que degradan y transforman el material orgánico en pequeñas moléculas, capaces de ser absorbidas por la pared y las membranas de las hifas. Según las enzimas que producen, los hongos son capaces de vivir de formas muy distintas y sobre sustratos muy variados (Cubas, 2007).

Durante su ciclo de vida, pueden presentar dos tipos de reproducción, asexual (anamorfa) y sexual (teleomorfa), mediante esporas. Algunos pueden reproducirse en estas dos formas, mientras que otros solo se limitan a una de ellas (Salazar & Galeano, 2019).

La reproducción asexual es la más importante para la diseminación o multiplicación de las especies, ya que es más rápida y se repite varias veces al año, produciendo una gran cantidad de individuos. La misma se puede dar, por fragmentación del soma, fusión de células somáticas, gemación y producción de esporas (Fuentes, Carreras, & Lovey, 2005).

Las esporas son los elementos de perpetuación de la especie. Se producen en hifas especializadas, que se denominan de diferentes formas según su morfología y según la ubicación relativa pueden ser internas o externas (Cepero de Garcia et al., 2012).

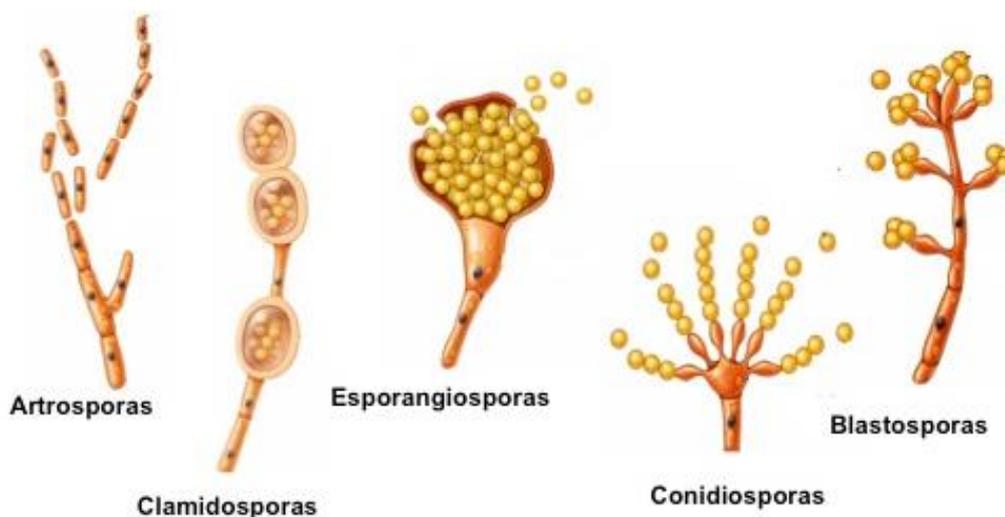


Figura 1: Tipos de esporas asexuales.

Fuente: <https://www.diversidadmicrobiana.com/index.php>

La reproducción sexual, en cambio, aumenta la diversidad genética de la especie y se produce como consecuencia de la unión de dos núcleos compatibles. Generalmente ocurre una vez al año o una vez cada cinco o diez años (Salazar & Galeano, 2019).

Esta acción se produce en tres etapas fundamentales, definidas como: Plasmogamia (fusión de dos protoplastos, que reúne los núcleos en el interior de una misma célula); Cariogamia (unión de los dos núcleos) y Meiosis (reducción del número de cromosomas hasta un estado haploide).

Para la unión de dos núcleos compatibles (gametas o células con función de gametas), existen distintos mecanismos de copulación, siendo los más comunes: copulación gametangial, contacto gametangial, espermatización y somatogamia (Stanchi, 2007).

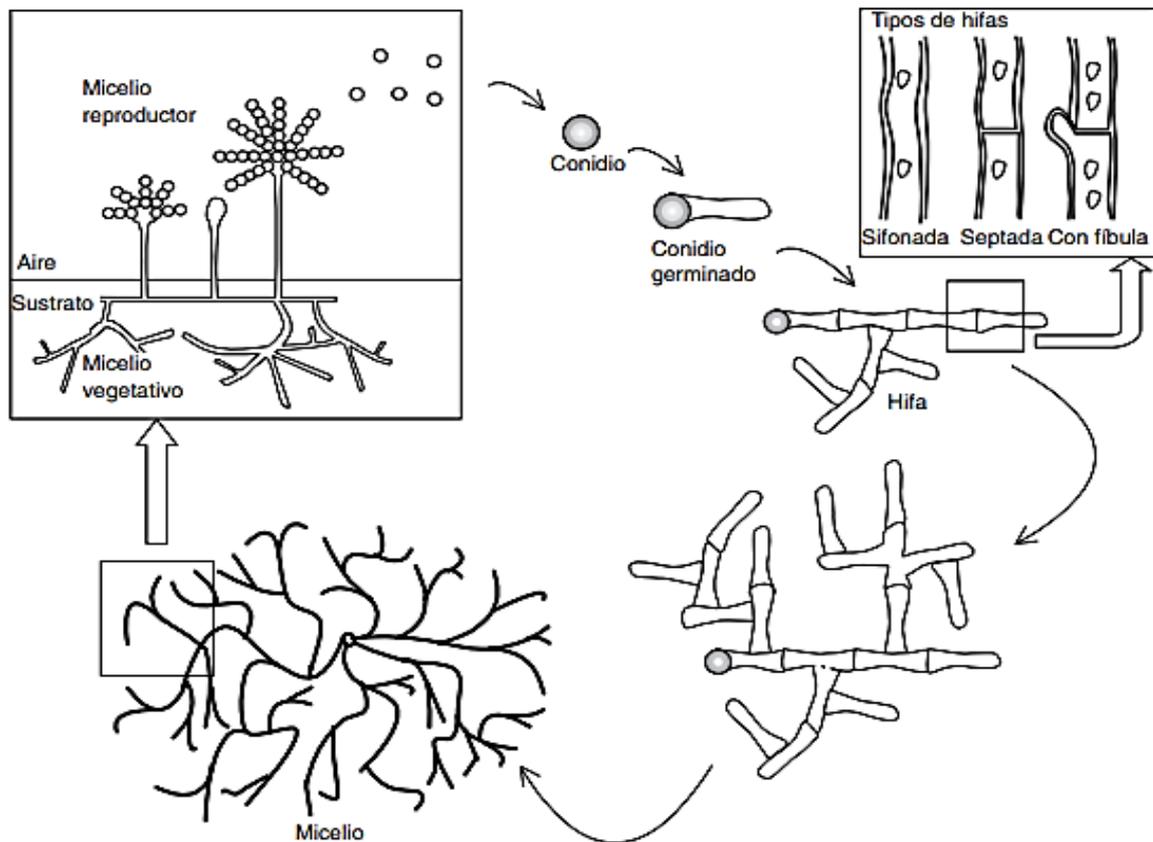


Figura 2: Formación de una colonia, por un hongo filamentosos. En los cuadros se muestran los tipos de hifas y el micelio vegetativo y reproductor.

Fuente: https://d1wgtxts1xzle7.cloudfront.net/57941433/microbiologia_oral.pdf

La mayor parte de estos organismos, necesitan para crecer una temperatura óptima (20°C a 35°C) y un medio ácido con un pH óptimo de 5,6 a 6,8 (Alexopoulos & Mims, 1985).

En cuanto a su hábitat, los hongos han conquistado muchos ambientes, y se encuentran distribuidos por todo el mundo. La mayoría crece en terrenos terrestres, pero varias especies solo viven en un hábitat acuático.

En general, los hongos tienen una importancia ecológica vital. Ellos son los descomponedores de la materia orgánica, al igual que las bacterias, insectos y gusanos, reciclan nutrientes en la naturaleza y liberan estas sustancias que van a emplear otros organismos (Valle, 2006).

Para encontrar, descomponer y absorber compuestos orgánicos, los hongos poseen diferentes estrategias, así los hongos saprófitos colonizan material orgánico muerto, como madera o animales muertos.

Otros hongos se desarrollan y llevan a cabo su existencia sobre tejidos vivos, por lo que son considerados parásitos, estos a menudo causan daño sobre el hospedante en el que se desarrollan, recibiendo el nombre de patógenos. Algunos, establecen una simbiosis mutualista con otros organismos, mediante el cual el microorganismo ofrece un beneficio a su huésped a cambio de recibir otro, un ejemplo de esto, serían las micorrizas (hongo en asociación con la raíz de un árbol o plantas en general). En esta simbiosis, la planta suministra al hongo fuentes de carbono procedentes de la fotosíntesis y el hongo le facilita la obtención de agua y nutrientes como fósforo y nitrógeno, recursos del suelo que en condiciones extremas la planta difícilmente obtendría sin la ayuda del hongo.

Por último, existen otros denominados comensales, que viven en asociación con otro organismo vivo sin causarle daño, ni beneficio (Heredia, 2020).

Al ser microorganismos ampliamente diseminados y capaces de crecer sobre una gran variedad de sustratos, se encuentran frecuentemente como contaminantes en productos alimenticios, generando pérdidas importantes.

De acuerdo con Gimeno & Martins, (2011) algunos de los efectos que generan los hongos sobre el alimento son:

- Modificación de las características organolépticas del alimento, originando mal olor, sabor y aspecto.
- Deterioro y reducción de las características nutritivas del alimento.
- Producción masiva de enzimas, que provocan reacciones de lisis fuertemente exotérmicas con producción de calor, metano y otros gases inflamables.
- Reducción del peso del producto.

- Aumento del deterioro de las materias primas (insumos) y los alimentos, por crecimiento subsecuente de microorganismos secundarios, que utilizan la temperatura y humedad generada por los hongos.
- Contaminación de los granos, alimentos y forrajes por metabolitos tóxicos, denominados micotoxinas. Estos metabolitos son producidos por diversas cepas de hongos filamentosos bajo la influencia de determinadas condiciones físicas, químicas y biológicas.

Existen materias primas y alimentos que se contaminan más fácilmente que otros por hongos, como: el maíz, cebada, trigo, maní y sus subproductos. Entre los que se contaminan con menor frecuencia se encuentran la harina de soja y de girasol.

Micotoxinas

Generalidades

El término micotoxina, deriva de las palabras griegas “*mikes*” y “*toksicons*”, que significan hongo y veneno, respectivamente.

Son metabolitos secundarios producidos por hongos toxigénicos que tienen efectos nocivos sobre la salud animal. Se trata de sustancias policetónicas que se producen cuando se interrumpe la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos por parte de los hongos al utilizarlos como fuente de energía (Sotillo, 2013). Existen otras rutas biosintéticas, pero son más complejas y esa complejidad se relaciona con un menor número de especies fúngicas capaces de elaborar micotoxinas (Manzanares, 2013).

La producción de micotoxinas tiene lugar, cuando la fase de crecimiento llega a su etapa final y durante la fase estacionaria (Castillo, 2007).

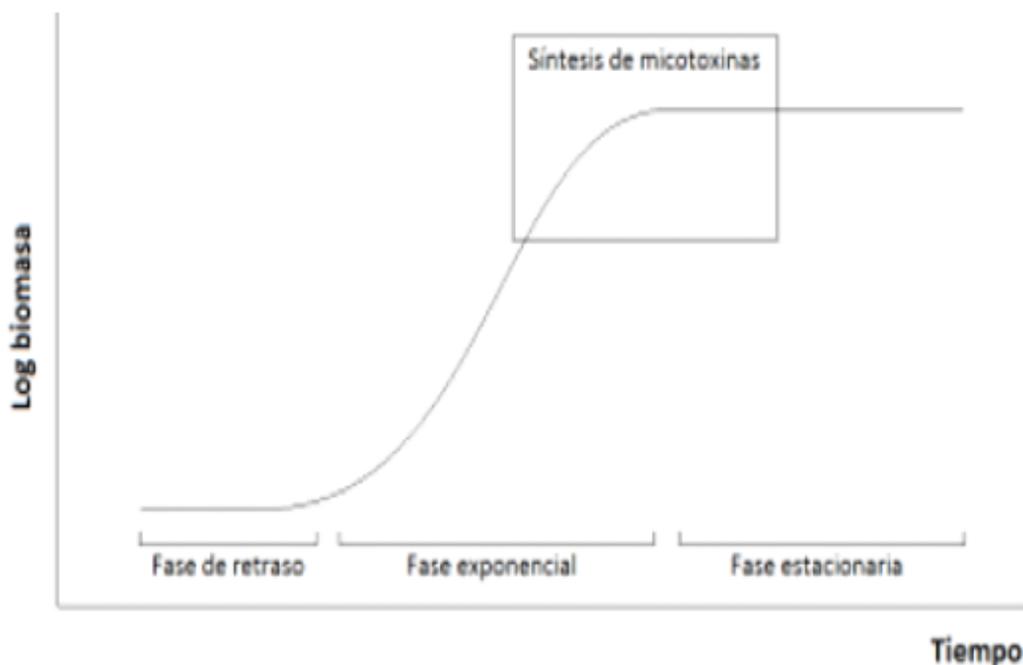


Figura 3:Fases de crecimiento fúngico y localización de la síntesis de micotoxinas.
(Castillo, 2007)

Hasta el momento se han identificado más de 300 micotoxinas químicamente diferentes, sin embargo, las que cobran una mayor relevancia en la alimentación porcina son aquellas producidas por las especies de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Aunque también pueden aparecer *Claviceps*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Dreschlera* (Triviño, 2013).

La contaminación por estos hongos y la producción de micotoxinas se puede producir durante el periodo de crecimiento de la planta o bien durante el proceso de almacenamiento, en los silos de almacenaje e incluso en los propios circuitos de alimentación de las granjas cuando las condiciones de humedad o estancamiento lo facilitan (Sotillo,2018).

Diversos factores como el tiempo, temperatura, humedad, pH, constitución del sustrato, presencia de plagas, madurez del grano al momento de cosecharlo, daño mecánico/térmico y condiciones de almacenamiento influyen en su producción (Romagnoli & Silva, 2006).

Granos con un alto contenido de humedad son particularmente inestables y propensos a la proliferación de hongos y posible producción de micotoxinas. Un exceso de lluvias al momento de la cosecha y en períodos claves durante el crecimiento de las plantas puede ser un gran promotor de la contaminación de alimentos por micotoxinas (Valles, 2016).

La presencia visible del hongo en el alimento, materia prima o pienso no necesariamente implica la presencia de micotoxinas, ya que pueden o no darse las condiciones adecuadas para su desarrollo. Por otro lado, la ausencia del hongo no implica la ausencia de micotoxinas, ya que se puede haber eliminado el hongo, pero no las micotoxinas, ya que estas pueden resistir a los diversos tratamientos químicos y físicos a los que son sometidos un alimento. Otra situación que puede ocurrir es la presencia de cepas de hongos no toxigénicos, razón por la cual no se observara metabolitos tóxicos (Castillo, 2007).

Estas sustancias tóxicas ingresan al sistema de producción animal a través del alimento por ingestión, pero también pueden ser inhaladas o absorbidas por piel (contacto cutáneo).

Además, pueden incorporarse en la cadena trófica con los diferentes subproductos (Ramos, Sanchis, & Marín, 2015).

Clasificación

La clasificación más utilizada de estas sustancias ha sido en base al género del hongo productor, y/o etapa de producción de la micotoxina, ya sea en campo o bien durante el almacenamiento, pero conforme avanza la investigación en la materia, se descubre que esta clasificación es demasiado flexible, ya que un género puede producir diversos tipos de micotoxinas y lo puede hacer tanto en campo como durante el almacenamiento. Actualmente, la clasificación utilizada es en base a su estructura química y polaridad, existiendo 7 grupos (Triviño, 2013).

Tabla 1: Clasificación de las micotoxinas según su estructura química.

Grupo	Micotoxinas	Principales hongos productores	Estructura química
Aflatoxinas	Aflatoxina B1 Aflatoxina B2 Aflatoxina G1 Aflatoxina G2	<i>Aspergillus sp</i>	Dihidro o tetrafuranos
Ocratoxinas	Ocratoxina A Ocratoxina B	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i>	Derivados Isocumarínicos
Tricotecenos tipo A Tipo B	DAS, T2, TH-2 DON, nivalenol	<i>Fusarium sp</i>	Esqueleto tetracíclico
Fumonisinias	Fumonisinina A Fumonisinina B	<i>Fusarium sp</i>	Cadena Hidrocarbonada
Zearalenona	Zearalenona	<i>Fusarium sp</i>	Lactonas Macroclínicas
Alcaloides	Ergot	<i>Claviceps sp</i>	Alcalenos
Otros	Patulina Roquefortina	<i>Penicillium sp</i>	Varias

Adaptado de (Triviño, 2013)

Toxicidad

En cerdos, los efectos pueden ser clínicos o subclínicos, agudos, subagudos y crónicos; siendo estos dependientes del tipo de micotoxina, la dosis recibida y del tiempo de exposición (Accensi, 2020).

La intoxicación aguda se da tras una elevada ingestión de la toxina, mientras que la subaguda y crónica tras una prolongada exposición a niveles bajos de micotoxina (Denli & José Francisco Perez, 2006).

La intoxicación crónica suele ser la más prevalente, caracterizándose por la reducción en la eficiencia productiva, disminución en la conversión alimenticia, disminución en la tasa de crecimiento y en la ganancia de peso.

La sintomatología y el cuadro anatomopatológico a su vez puede estar influenciado por la edad, estado nutricional y sanitario del individuo, tipo de producción, receptibilidad, susceptibilidad genética y de los posibles efectos sinérgicos con otros agentes químicos a los que este expuesto.

Los órganos afectados son principalmente los encargados del metabolismo (hígado, riñón y pulmón), pero también afectan al sistema nervioso central, sistema inmunitario y reproductor (Triviño, 2013).

Las micotoxinas pueden afectar el sistema inmune, con la capacidad de causar tanto una estimulación como una supresión. La estimulación suele provocar la producción de citoquinas proinflamatorias, que tienen efectos locales y sistémicos (inflamación, fiebre y reducción del consumo de alimento, entre otros).

La inmunosupresión, da lugar a que, los mecanismos de resistencia inmunitaria a los agentes infecciosos se vean afectados negativamente a nivel de motilidad, fagocitosis, reconocimiento del antígeno, producción de anticuerpos, complemento e interferón. La fagocitosis de los macrófagos libres, monocitos y polimorfonucleares de la serie blanca, se ve substancialmente reducida al igual que se produce una disminución de la locomoción espontánea y quimiotáctica de los heterófilos y monocitos (Gimeno, 2009).

La inmunidad adquirida en el curso de la vacunación, se puede ver comprometida por las micotoxinas. Un ejemplo de esto es la aflatoxina B1 que disminuye la inmunidad adquirida con la vacunación contra el mal rojo (Cysewskial, 1978).

Se ha demostrado también que la ingestión de dosis bajas de otra micotoxina, la fumonisina B1, disminuye la respuesta específica de anticuerpos desarrollada en relación con la vacunación (Taranu et al., 2005).

El aumento de infecciones en el animal puede conllevar a la transmisión de patógenos al hombre, como es el caso de la *Salmonella* y la *Listeria* (Castillo, 2007).

En las últimas décadas, varios países han incorporado a su legislación regulaciones dirigidas a establecer los niveles máximos autorizados de micotoxinas en los piensos y alimentos destinados a los animales y al hombre, con el fin de salvaguardar su salud y los intereses económicos de los sectores involucrados (Denli & Pérez, 2006).

Por último, hay que tener en cuenta la posible interrelación entre las distintas micotoxinas consumidas conjuntamente, ya que pueden presentar efectos combinados, entre los cuales, se encuentra el sinérgismo, antagonismo, aditividad o potenciación sobre la salud animal y humana.

En la siguiente tabla se mencionaran las interacciones más comunes que existen en la producción porcina.

Tabla 2: Interacciones de micotoxinas comprobadas en cerdos.

Micotoxina	Tipo de interacción
Aflatoxina B1 x Ocratoxina A	Aditiva
Aflatoxina B1 x Toxina T2	Aditiva
Aflatoxina B1 x Fumonisina B1	Aditiva
Ocratoxina A x Toxina T-2	Aditiva
Ocratoxina A x Ácido Penicilico	Sinérgica
Ocratoxina A x DON	Sinérgica
Ocratoxina A x Fumonisina B1	Sinérgica
DON X Fumonisina B1	Aditiva
DON x Ácido Fusárico	Sinérgica
Moniliformina x Fumonisina	Aditiva
Moniliformina x Deoxinivalenol	Aditiva
Fumonisina B1 x Diacetoxiscirpenol	Aditiva
Fumonisina B1 x Toxina T-2	Aditiva

Adaptada de:

[https://cdn2.hubspot.net/hubfs/745395/01Spanish/Booklet Swine Practical Issues 2020 V5.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/745395/01Spanish/Booklet_Swine_Practical_Issues_2020_V5.pdf)

Factores propicios para la formación de hongos y sus micotoxinas

Para que la infección tenga lugar y con ello aumenten las probabilidades del crecimiento fúngico en el campo y la posterior generación de micotoxinas, los cultivos deberán estar expuestos a condiciones ambientales extremas, tales como: estrés térmico o hídrico; daños físicos producidos por granizos, insectos u otros factores bióticos; prácticas de manejo inapropiadas (fechas de siembra y de cosecha incorrectas, excesivas densidades, ineficientes controles de las malezas y de los insectos, etc.) o presentar características genéticas (susceptibilidad o resistencia) y/o morfológicas (por ej.: maíces con chalas que no recubren la

espiga, con falta de compacidad) que le otorguen una mayor o menor protección frente a la invasión fúngica (Romagnoli & Silva).

En el campo, los sistemas de siembra directa, monocultivo o siembra de cultivos muy similares de un año al otro, aumenta el riesgo de colonización por hongos y sus micotoxinas al favorecer la persistencia o transferencia de las esporas.

Los sistemas de secado y el almacenamiento contribuyen a la evolución del problema, muchas veces la temperatura en el interior de los silos sobrepasa los 18 °C recomendados, permitiendo el crecimiento fúngico intenso, favorecido especialmente por la deficiente aireación de la mayoría de las unidades de almacenamiento.

Adicionalmente también puede influir un exceso de impurezas. Dentro de las impurezas, se encuentran polvo, piedras, restos vegetales y semillas silvestres, estas últimas pueden ser tóxicas o proporcionar olores objetables (Robledo, 1986).

Para poder establecer medidas preventivas y/ o de control en un criadero o establecimiento, primero se deben conocer los factores que condicionan el desarrollo de los hongos tóxicos y sus diversas micotoxinas.

Según Gimeno & Martins (2011), los factores más relevantes son los siguientes:

-Factores físicos: temperatura; humedad, agua libre y actividad del agua (aw); zonas de microflora y la integridad física de los granos.

-Factores químicos: comprende el pH, la composición del sustrato (granos, enteros o fraccionados, alimentos procesados y piensos), nutrientes y minerales; y potencial oxidación O₂/CO₂.

-Factores biológicos: presencia de invertebrados, cepas específicas.

Algunos autores mencionan como factores biológicos el estrés de la planta, llámese sequía, exceso de agua, heladas y la resistencia de la cutícula de los granos.

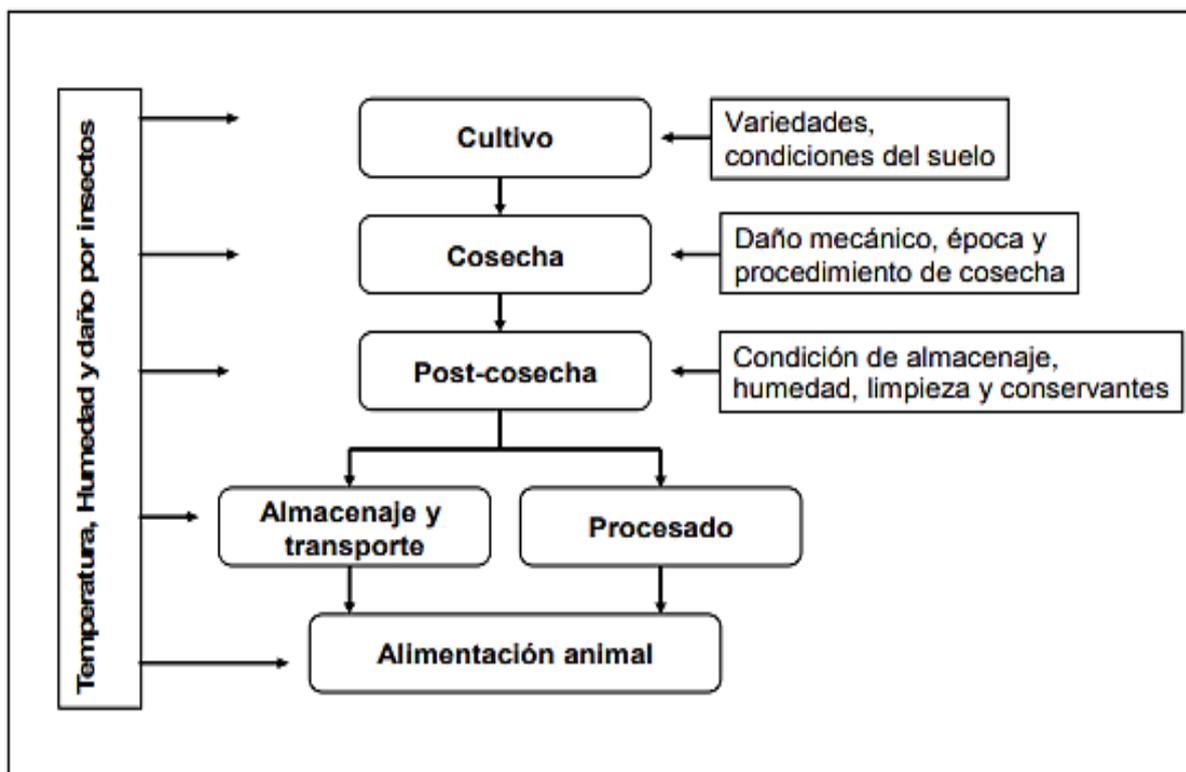


Figura 4: Factores que afectan al crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas.
(Denli & Pérez, 2006)

❖ Factores físicos

Los niveles de temperatura y humedad son factores determinantes para el crecimiento de los hongos y la subsiguiente producción de micotoxinas, el clima juega un papel clave en el desarrollo de las mismas (Mayer, 2016).

• Temperatura

La temperatura es un factor muy importante a la hora de hablar de crecimiento fúngico, sin embargo, este parámetro es menos restrictivo que la humedad en relación al desarrollo fúngico y a la producción de micotoxinas.

Los diversos procesos fisiológicos que tienen lugar durante el desarrollo del cultivo, están muy influenciados por la temperatura. Es por ello que, para cada especie agrícola y para cada etapa fenológica dentro de su ciclo existen temperaturas consideradas óptimas. Cuando dichos

cultivos se desarrollan bajo condiciones térmicas que no son las adecuadas, el crecimiento y desarrollo se ve alterado y el cultivo se torna más susceptible a los factores bióticos, entre ellos a los hongos mico toxicológicos (Valles, 2016).

La gran mayoría de los hongos no crecen por debajo de 5 °C, ni tampoco por encima de 45 °C, siendo el rango óptimo de temperatura de crecimiento y producción de micotoxinas de 25-35 °C.

Sin embargo, existen hongos “fríos” (contaminantes o toxigénicos de campo), pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Alternaria* o *Cladosporium*, que producen toxinas a partir de 20-22 °C, mientras que algunas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* necesitan temperaturas superiores a 30 °C (contaminantes o toxigénicos de almacenaje). Excepcionalmente, algunos hongos pueden crecer a 0 °C (algunas especies del género *Penicillium*) y otros a 45 °C (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*) (Sánchez, Martorell, & Baldoví, 2012, p. 54).

• Disponibilidad del agua

La cantidad de agua del sustrato o del ambiente de producción y/o de almacenamiento, es un parámetro muy importante a tener en cuenta al analizar las condiciones que favorecen el crecimiento fúngico. Sin embargo, no solo influye la cantidad de agua sino también la forma de presentación en la que está se encuentra, si combinada o libre.

El agua libre existe dentro y alrededor de los tejidos vegetales o de las células y puede ser eliminada sin interferir seriamente con los procesos vitales. Mientras que la forma combinada es aquella que se encuentra en unión con proteínas y glúcidos, además de formar parte integral de tejidos vegetales y animales (Gimeno & Martins, 2011).

Para la germinación de esporas es necesario que el agua se encuentre en forma libre, por lo tanto, es esta fracción la que determinará si una espora podrá germinar, y con qué rapidez lo hará.

De los microorganismos que colonizan los granos, los hongos filamentosos son los que toleran menor disponibilidad de agua, razón por la cual, son los principales causantes del deterioro de los granos.

Existen dos criterios que se toman en cuenta para medir la disponibilidad de agua. Estos son: Humedad relativa de equilibrio (HRE) y la actividad del agua (a_w).

La HRE, se define como la cantidad de humedad, que cuentan los microorganismos una vez alcanzados el equilibrio entre la humedad libre del producto y el vapor de agua existente en el medio ambiente que lo rodea. La HRE se expresa en porcentaje y varía de semilla a semilla, conforme esta sea amilácea u oleaginosa.

La actividad del agua (a_w) hace referencia a la relación existente entre el agua libre en los alimentos y la capacidad de los microorganismos para allí proliferar. Esta nos indica cual es la cantidad de agua disponible para el desarrollo de los microorganismos una vez que se ha alcanzado el equilibrio hídrico en el sistema (alimento/medio ambiente). La a_w se expresa como la relación existente entre la tensión del vapor de agua en el sustrato (P) y la del agua pura (P0), a la misma temperatura, ($a_w = P/P0$).

Si la humedad del alimento está en equilibrio con la humedad relativa de equilibrio (HRE) de la atmósfera que lo rodea, la a_w en el alimento es numéricamente equivalente a esta, ($a_w = HRE/100$). Los cambios en la temperatura del ambiente, modifican esta relación haciendo que el agua pueda “ingresar” o “salir” del grano, promoviendo de esta manera el desarrollo fúngico.

El valor mínimo de actividad de agua (a_w) sobre el cual observamos crecimiento fúngico es 0,61 aunque la mayoría de las especies toxigénicas necesitan un mínimo de 0,78.

Por encima de 1,0 las bacterias son muy competitivas y se convierten en la microflora predominantes, por lo tanto, inhiben el desarrollo de otros microorganismos como hongos y levaduras.

Los hongos de campo requieren para su crecimiento un elevado porcentaje de humedad libre de sustrato, la cual oscila entre el 20 y el 25% y una HRE mayor al 70%. En cambio, los hongos clasificados como de almacenamiento pueden desarrollarse sobre sustratos que poseen porcentajes de humedad entre el 12 y el 18% (Cabrera, 2017).

Tabla 3: Condiciones propicias de producción de micotoxinas de los principales hongos que afectan la producción porcina.

Especie	Temperatura °C		PH		Actividad Agua (aw)	
	Rango de crecimiento	Producción Máxima de Micotoxinas	Rango de crecimiento	Producción Máxima de Micotoxinas	Rango de crecimiento	Producción Máxima de Micotoxinas
<i>Aspergillus</i>	12-40	27-33	2,2-8,0	5-6	0,77-0,88	0,82-0,99
<i>Fusarium</i>	0-31	22-28	2,0-6,0	3-4	0,85-0,97	0,85-0,87
<i>Penicilium</i>	-3-40	15-30	2,1-10,0	5-7	0,80-0,95	0,80-0,86

Adaptada de (Denli & Pérez, 2006)

• Tiempo de almacenamiento

Con el envejecimiento de las materias primas y de los piensos se incrementa la contaminación, el crecimiento de los hongos y bacterias, y la producción de micotoxinas.

Para determinar el tipo y el tiempo de almacenamiento, es fundamental conocer el porcentaje de humedad que contiene cada grano.

En silos de chapa, el % de humedad óptimo seguro de almacenamiento para el maíz ronda el 14 %, mientras que para la soja es de 10% (Roskopf, 2019).

• Ventilación o aireación

Las corrientes de aire que se establecen entre los espacios intergranulares ayudan a mantener niveles correctos de temperatura y humedad, evitando el recalentamiento del sustrato. Por esta razón es imprescindible trabajar siempre con granos y semillas limpias, sin roturas, sin polvo, almidón u otras materias pulverulentas, que obstruyan y obstaculicen las corrientes de aire por las cavidades que se establecen entre los granos.

En la práctica, los silos y bolsas de almacenamiento están expuestos al sol lo cual incrementa la temperatura, produciendo movimientos de masa de aire húmedo y caliente.

Durante la noche, al enfriarse las paredes del silo, se condensa el agua en algunas zonas generando “hot spots” (puntos calientes) dando condiciones ideales para el desarrollo de los hongos (Mayer, 2016).

• Integridad física de los granos

Los granos están formados por una capa protectora (pericarpio), una reserva de alimento (endosperma) y el embrión. En su estado entero, sano y limpio presentan resistencia a la descomposición ocasionada por microorganismos e insectos. Pero cuando su capa protectora se encuentra dañada o el grano está quebrado, estos se deterioran fácilmente, convirtiéndose en focos de actividad microbiana, que actuarán sobre los granos sanos. Esto se debe a que los granos, en estas condiciones, respiran mucho más rápido que los granos enteros, tienen mayor superficie de acceso para los hongos y bacterias, y son una fuente más accesible para los insectos (Greiffenstein, 1998).

Durante el cultivo, la cosecha, el transporte, el secado y/o el almacenamiento, se pueden producir daños mecánicos o térmicos, los cuales ocasionan grietas o fragmentaciones. A esto se le suma también los daños producidos por el ataque de insectos, ácaros, pájaros y/o roedores.

Dentro de los agentes mencionados, las aves son citadas como las de mayor impacto en la zona del valle medio, Río Negro. Algunas especies de aves son declaradas plaga y otras son

consideradas como perjudiciales, por producir daños de forma ocasional al alimentarse de semillas o granos (INTA 2016).

Dentro del primer grupo, se mencionan las especies: paloma torcaza (*Zenaida auriculata*), paloma grande de monte (*Patagioenas picazura*), paloma de ala manchada (*Patagioenas maculosa*) y cotorra (*Myopsitta monachus*); en el segundo grupo se encuentran las especies: misto (*Sicalis luteola*), dorado (*Sicalis flaveola*) y el chingolo (*Zonotrichia capensis*).

En segundo lugar, se encuentran los insectos, estos no solo destruyen la protección natural de los granos, sino que pueden actuar como vehículos en el transporte de las esporas de los hongos (Valles, 2016).

Por último, los roedores (lauchas y ratones), consumen y destruyen grandes cantidades de granos, siendo el mayor peligro, la contaminación de los productos alimenticios con olor, saliva, pelos, excremento, orina y microorganismos patógenos (Robledo, 1986).

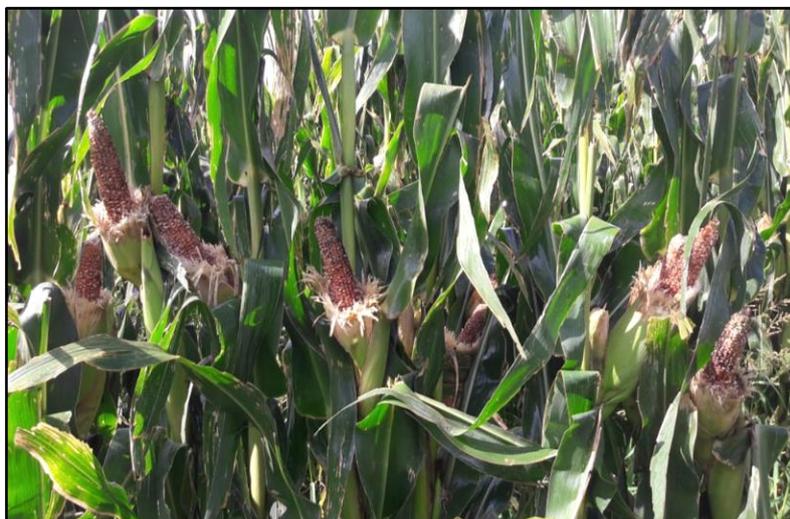


Imagen 1: Mazorcas de maíz dañadas por aves.

(Fuente propia)



Imagen 2: Granos dañados por *Sitophilus granarius* (Gorgojo del grano).

Extraída de: <https://www.ragscorp.com/5-peores-plagas-de-granos-almacenados/>

❖ Factores químicos

• pH

En general los hongos toleran mejor el medio ácido que el alcalino. No obstante, cada género posee requerimientos específicos, tanto para su crecimiento como para la producción de micotoxinas. Según Gimeno (2002), 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.

• Tipo de sustrato

Los sustratos, considerados como tales, a los granos enteros o fraccionados, a los alimentos procesados y a los piensos, presentan diferentes grados de susceptibilidad a la contaminación, lo que implica que no todos son igualmente aptos para el crecimiento de los hongos. Los granos de maíz, trigo, cebada, sorgo, semillas de algodón y forrajes han demostrado ser lo más susceptibles (Valles, 2016).

Teniendo en cuenta que el componente mayoritario (75%) de las raciones para cerdos, es el maíz, principal fuente de energía, es en este sustrato donde deben extremarse los controles (Romagnoli, Silva, González, & Incremona, 2012).

- **Nutrientes minerales**

Los nutrientes minerales, están relacionados con la composición del sustrato y a pesar de que el hierro y el zinc son los elementos más importantes para un desarrollo fúngico, tanto estos como otros pueden ser necesarios para la producción de micotoxinas. La falta de algunos de esos elementos da como resultado un pobre crecimiento fúngico (Gimeno, 2002).

- **Potencial de oxido-reducción (O₂/CO₂)**

La mayor parte de los hongos son aerobios y por lo tanto necesitan oxígeno para el desarrollo de sus reacciones metabólicas. Una carencia de oxígeno condiciona el crecimiento de los hongos y la ausencia total puede llegar a producir la muerte de éstos.

❖ **Factores biológicos**

- **Presencia de invertebrados**

Estos atacan a los cereales, dañan el pericarpio liberando almidón, grasas y otros nutrientes de los granos y semillas, que sirven de alimento a los hongos. Además, su presencia y metabolismo eleva la humedad y la temperatura del sustrato, lo que facilita el crecimiento de los hongos y la producción de toxinas.

En base al daño que ocasionan, se han agrupado en especies primarias, secundarias y terciarias: las especies primarias, son capaces de dañar granos enteros y tienen gran importancia económica, mientras que las especies secundarias, son aquellas que atacan granos partidos o que previamente han sido dañados por las primarias y se multiplican con facilidad en los productos obtenidos de la molienda de granos. Por último, las especies terciarias se multiplican en granos y productos en avanzado estado de deterioración causado por otros insectos o por otros microorganismos (Trivelli & Velazquez, 1985).

❖ **Prácticas de manejo**

Teniendo en cuenta que la contaminación en el campo es la resultante de las interacciones que se producen entre el huésped (cultivo), los hongos y el ambiente, es que podemos afirmar que las prácticas de manejo, al generar ambientes de producción que pueden ser más o menos favorables para el desarrollo del cultivo, inciden sobre la mayor o menor aparición de los hongos en el campo. Por otro lado, son esas prácticas, las únicas factibles de ser controladas por los productores (Valles, 2016).

• **En el campo**

Altas densidades de siembra inciden sobre la mayor o menor contaminación con micotoxinas, al generar condiciones microclimáticas dentro del cultivo que promueven la infección fúngica.

El empleo de fechas de siembras no óptimas para la zona expone a los cultivos, en las diferentes etapas fenológicas, a condiciones hídricas, térmicas, de radiación e incluso bióticas (mayor incidencia de insectos, menor habilidad competitiva con las malezas) generalmente inadecuadas para su buen desarrollo. Este entorno genera una situación de estrés que vuelve a las plantas más susceptibles a la invasión fúngica en el campo (Denli & Pérez, 2006).

El uso irracional de fertilizantes puede contribuir a la problemática, al favorecer el crecimiento fúngico y la generación de diferentes micotoxinas. Dosis de nitrógeno mayores de 300 kg/ha incrementaron significativamente la presencia de las zearalenonas, mientras que para las fumonisinas los valores más altos de contaminación estuvieron asociados a deficiencias (Blandino, 2008).

Un incorrecto control de malezas no solo agrava la situación en el campo (al actuar como reservorio de hongos) sino que es una problemática que se transmite al almacenamiento, al producir un incremento en el porcentaje de humedad del grano y de las materias extrañas, ambos factores acrecientan las posibilidades de multiplicación de los hongos (Valles, 2016).

El exceso de agua durante el espigado del maíz y el periodo de floración puede favorecer la diseminación y el desarrollo de mohos y contaminación de micotoxinas en los cereales.

- **En el almacenamiento**

Un mal secado, la falta de mediciones de humedad de los piensos, alimentos almacenados al aire libre sin protección de las condiciones climáticas, falta de aireación y granos que hayan sido tratados con aditivos de forma incorrecta, pueden llevar a la contaminación, proliferación microbiana y a la producción de micotoxinas.

En silo bolsa el riesgo de deterioro aumenta cuando se almacenan granos con humedad alta, por encima de 14 %.

Estrategias para prevenir la contaminación por micotoxinas

Una vez que el problema está instalado en el establecimiento es muy difícil corregirlo. Es por ello que es necesario actuar en forma preventiva, aplicando programas de control y buenas prácticas agrícolas a lo largo de toda la cadena de producción, transporte, almacenamiento y procesado. Al mismo tiempo se debe incorporar un adecuado manejo de los sustratos y raciones en el criadero, para poder evitar o reducir con ello la aparición de los mohos.

Las medidas de prevención están dirigidas a impedir el desarrollo de hongos y la biosíntesis de micotoxinas y su metabolismo durante el crecimiento de la planta o durante el almacenamiento de las materias primas (Sotillo, 2013).

No evitar la formación de micotoxinas puede dar lugar a un aumento del riesgo para la salud de los animales y a un empeoramiento de los índices técnicos, al reducir la productividad y aumentar los costos de producción ya que, a los ya existentes, se le suman los recursos económicos y técnicos orientados a subsanar sus efectos (Romagnoli & Silva, 2006).

Dichas estrategias pueden llevarse a cabo antes (precosecha), durante (cosecha) o después de la cosecha (postcosecha).

❖ Estrategias agronómicas precosecha

Las buenas prácticas agrícolas permiten un adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos. A continuación, se mencionarán algunas de ellas:

- El empleo de materiales resistentes a la acción de patógenos productores de micotoxinas sería una de las alternativas más efectivas y económicas para el control de los mismos, no obstante, si bien existen varios trabajos al respecto, comercialmente no hay en el mercado genotipos con estas características, por lo menos para el maíz, principal grano empleado en la elaboración de alimentos para cerdos (Valles, 2016).
- Siembras tempranas permitirán un mejor desarrollo radicular, minimizando las posibles situaciones de estrés. Adicionalmente, nos permitirá el uso de variedades de ciclo más largo, aprovechando su mayor potencial productivo y la posibilidad de una cosecha temprana.
- Siempre que resulte posible y práctico, se deberá preparar el terreno para la siembra de cada nuevo cultivo destruyendo, eliminando o arando por debajo de las espigas antiguas, los tallos y otros rastrojos que puedan servir o haber servido de sustrato para el desarrollo de hongos productores de micotoxinas.
- Elaborar y mantener un plan de rotación contribuye a cortar el ciclo de patógenos y de esta manera reducir la carga microbiana en el ambiente de producción.
- El control de insectos, por métodos químicos en dosis recomendadas reducen la posibilidad de daños en los granos y con ello la posibilidad de contaminación por hongos.
- La aplicación de agentes antifúngicos durante el ciclo de los cultivos puede reducir la carga microbiana, siempre y cuando sean aplicados a la dosis correcta y en el momento oportuno.

Un error en la administración puede ocasionar un aumento en la carga microbiana, en vez de disminuirla.

❖ **Estrategias posteriores a la cosecha**

- Regular la velocidad de avance de la cosechadora permite eliminar o disminuir la proporción de granos dañados. Si la cosecha es manual, se debe descartar las espigas o granos dañados por hongos.
- Separar granos partidos y cosechas dañadas antes de su almacenaje, disminuye la posibilidad de crecimiento fúngico.
- Controlar plagas y malas hierbas.

❖ **En el almacenamiento**

- Control medio ambiental de la conservación: Generalizando se puede decir que un almacenamiento que contemple una temperatura por debajo de los 20°C (que anula o minimiza la actividad biológica), una HRE inferior al 65%, un porcentaje de humedad libre de los granos inferior al 13% para los cereales y al 9% para las oleaginosas y una masa granarí limpia (libre o con un porcentaje mínimo de granos dañados y materias extrañas), aseguran una correcta conservación (Abadía & Bartosik, 2013).
- Un secado uniforme permite garantizar una humedad adecuada en el acopio y, el correcto manejo de la aireación.
- Se deben evitar los focos de calentamiento que contribuyen a deteriorar la calidad de los granos, por lo que es importante que los sistemas de termometría funciones correctamente para hacer más eficiente el uso de la aireación.
- La limpieza de las instalaciones es fundamental para eliminar los posibles focos de contaminación que tiene su origen en restos de granos o impurezas que quedan en el silo.
- El uso de sustancias anti fúngicas es válido para inhibir el crecimiento de los hongos, pero no protege de la presencia de micotoxinas que pudieran haberse generado con anterioridad

al almacenamiento. Los productos en base al ácido propiónico, propionato de calcio y propionato de amonio son recomendados como anti fúngicos. El propionato de amonio es recomendado por la facilidad con que puede ser aplicado (con cualquier equipo de fumigación, sin necesidad de diluir en agua y a muy baja presión) y porque, en contacto con la humedad del grano, se desdobra y libera al medio amoniaco y acido propiónico, aumentando la efectividad y residualidad del tratamiento (Valles, 2016).

❖ **En el Criadero**

La limpieza y desinfección de los comederos como de las instalaciones donde se almacena el alimento es fundamental para impedir focos de contaminación. Se debe prestar suma atención al control de plagas (insectos, roedores), a las infiltraciones de agua que pueden humedecer el material y evitar almacenar el alimento por más de una semana, para reducir las posibilidades de deterioro (Valles, 2016).

Muestreo

El muestreo, es la mejor estrategia para garantizar la seguridad de los piensos, el mismo consiste en retirar varias submuestras de un lote de granos, subproductos o alimentos ya procesados, de aproximadamente un kg.

Posteriormente estas submuestras se mezclan y se vuelven a muestrear para generar la muestra elemental. la misma se envasa y se identifica correctamente con número y fecha para ser enviadas al laboratorio. La muestra debe refrigerarse a 4 °C.

Para la cuantificación existen diferentes métodos de análisis que pueden ser utilizados pero la selección siempre se debe basar en que el método a utilizar sea confiable, aplicable y práctico (Horwitz, 1982).

La detección más rápida puede lograrse con métodos disponibles comercialmente, tales como el kit de Elisa o cromatografías de gases o TLC. Si el kit de Elisa da positivo, es aconsejable reconfirmar por HPLC (high performance liquid chromatography) o por cromatografía de gases (Gs, Gas Chromatography), espectrometría de masas (MS, Mass spectrometry), esencialmente en los piensos, debido a la posibilidad de obtener falsos positivos como consecuencia de los anticuerpos policlonales contenidos en el kit de ELISA (Echave et al., 2008).

Métodos para la descontaminación, detoxificación e inactivación

Como se mencionó anteriormente, la mejor manera de evitar problemas, es la prevención, sin embargo, muchas veces las medidas de prevención son insuficientes.

La FAO estima que gran parte de los granos del mundo se encuentran contaminados con micotoxinas, es por ello que diversas instituciones han buscado diferentes formas para tratar los alimentos y el grano contaminado, teniendo en cuenta que el procedimiento ideal a utilizar, debe ser fácil de aplicar, de bajo costo y no debe generar compuestos que sean tóxicos. Además, el proceso debe ser irreversible y no debe alterar la palatabilidad ni el valor nutricional del grano o el alimento tratado (Arellano, 2003).

Los métodos de descontaminación, detoxificación e inactivación permiten eliminar, reducir o neutralizar la presencia de micotoxinas, mediante métodos físicos, químicos, fisicoquímicos y biológicos (Sotillo, 2013).

❖ Métodos físicos

Entre los métodos físicos podemos citar la limpieza y separación, la inactivación por calor y la irradiación.

• Separación

La separación consiste en eliminar aquellos granos de cereales dañados, decolorados o con una visible contaminación fúngica, ya que una de las características de los cereales es que la mayor concentración de micotoxinas se encuentra en el pericarpio de los granos y el polvo del cereal. Para dicha separación se pueden aplicar métodos manuales de separación y métodos de flotación y de segregación por densidad en medio acuoso (en el caso del maíz).

El inconveniente que poseen estos métodos es que no permiten la separación total de las fracciones contaminadas (Caicedo & Torras, 2008).

• Calor

Los tratamientos térmicos (inactivación por medio del calor) producen reducciones mínimas en la concentración de micotoxinas, con efectos indeseables sobre las vitaminas y proteínas del alimento.

• Radiaciones

Las radiaciones con rayos ultravioletas, rayos X y microondas son capaces de producir una emisión elevada de energía, la cual produce la ruptura de estructuras moleculares estables, como lo son las micotoxinas. Los resultados dependerán de la potencia y la duración de exposición (Borrell & Gimeno, 2005).

❖ Métodos químicos

Los métodos químicos hacen referencia al empleo de sustancias químicas capaces de degradar las micotoxinas, principalmente las aflatoxinas, transformándolas en metabolitos no tóxicos. Entre estos compuestos podemos destacar el empleo de bisulfato sódico en autoclave, el amoníaco y el tratamiento conjunto de hidróxido sódico con monometilamina (Sotillo, 2018).

Muchos de estos procesos han demostrado ser efectivos en la descontaminación (reducciones de hasta 90% de los niveles de toxina) pero en algunos casos pueden ser peligrosos por la generación de subproductos tóxicos o inadecuados al restar palatabilidad a los alimentos (Valles, 2016).

Independientemente de su mecanismo de acción, todos ellos reducen o limitan el crecimiento y la proliferación de los mohos, disminuyendo el riesgo de contaminación con micotoxinas. Sin embargo, no actúan sobre las micotoxinas ya generadas en el alimento.

❖ **Métodos microbiológicos**

Las bacterias utilizadas principalmente como secuestrantes de micotoxinas pertenecen a los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus* y el mecanismo empleado para secuestrar micotoxinas es mediante enlaces hidrofóbicos donde las micotoxinas se unen a la superficie bacteriana.

❖ **Métodos fisicoquímicos**

• **Adsorbentes**

Un adsorbente de micotoxinas es un material inerte, capaz de fijar a su superficie la micotoxina y salir del organismo junto con las heces, de esta manera evita que la micotoxina sea absorbida por el animal y evita así el efecto tóxico de ella.

En el mercado existen varias clases de adsorbentes y dentro de las mismas existen diferentes calidades. La selección adecuada del adsorbente es un factor crítico para tener buenos resultados. Se deben tomar en cuenta entre otros factores: espectro de acción, capacidad de adsorción, calidad y respaldo tecnológico (Arellano, 2003).

De una manera general, los agentes adsorbentes se clasifican en dos grandes grupos: adsorbentes minerales (arcillas, carbón activado, tierra de diatomeas) y adsorbentes orgánicos (fibras de plantas, extractos de paredes celulares de levaduras y bacterias).

*** Adsorbentes minerales**

1) Arcillas

Son sustancias terrosas formadas principalmente por silicatos alumínicos con materia coloidal y trozos de fragmentos de rocas. De acuerdo a su origen, se clasifican en Tectosilicatos o Filosilicatos, siendo estos últimos los de mayor interés como secuestrantes de micotoxinas. La propiedad de absorción de estas arcillas se debe a su estructura porosa, y a la capacidad de fijación de micotoxinas polares, al presentar carga eléctrica. Por lo tanto, a estructuras más porosas y con mayor CIC (capacidad de intercambio catiónico), mayor capacidad de absorción de micotoxinas (Oliveira, 2004).

2) Carbón activado

La capacidad secuestrante del carbón activado depende del tamaño del poro, área de superficie, estructura de la micotoxina y la dosis. Existe el carbón superactivado, el cual a diferencia del carbón activado presenta una superficie de área mucho mayor (500 m² /g vs 3500 m² /g, Ramos et al., 1996).

El principal inconveniente en el uso de CA es su escasa selectividad. Nutrientes y minerales también son adsorbidos por este agente adsorbente (Hernández, 2016)

3) Tierra de diatomeas

La tierra de diatomeas es un mineral de origen vegetal formado por la fosilización y acumulación de los esqueletos provenientes de algas unicelulares. Este material presenta una estructura porosa, un área de superficie alta, baja densidad y conductividad y una microestructura compuesta principalmente de sílice amorfa y otros componentes (Hernández, 2016). El grado de pureza y de sílice determinan su aplicación en la industria.

El poder de adsorción de la tierra de diatomeas es débil, por lo que es necesario someterla a tratamientos químicos con el fin de modificar y mejorar esta capacidad.

★ Adsorbentes orgánicos

1) Paredes celulares de levaduras

Los compuestos presentes en las paredes celulares de las levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae* son responsables de la adsorción de las micotoxinas (Yiannikouris et al., 2004).

2) Fibras micronizadas

Estas fibras son obtenidas a partir de diferentes materiales vegetales (cereales, alfalfa, manzana, bambú, etc.), están constituidas principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina (Kabak, Dobson & Var, 2006). En cerdos la fibra de alfalfa ha demostrado reducir los efectos de la toxina T-2 (Carson & Smith, 1983).

Una ventaja importante de esta formulación de origen vegetal es que probablemente, sea mejor tolerada por los animales, en comparación con los adsorbentes minerales y microbiológicos, debido a la inherente similitud con componentes de alimentación (Hernández, 2016).

3) Polímeros

Dentro de estos compuestos tenemos a la colestiramina y la polivinilpirrolidona. La colestiramina es una resina insoluble de intercambio aniónico de amino cuaternario; el cual puede atrapar fuertemente compuestos aniónicos. La polivinilpirrolidona es un polímero anfoterico altamente polar y soluble en agua. El método de adsorción de los polímeros de pirrolidona es mediante la formación de puentes de hidrógeno y nitrógeno (Hernández, 2016).

Como desventaja, cabe señalar que el costo de los polímeros es muy alto, lo que limita su uso práctico en la alimentación animal (Kolossova y Stroka, 2011).

- **Agentes biotransformadores**

Estas sustancias, no se consideran agentes detoxificadores en su sentido estricto, sin embargo, tales compuestos pueden ser muy eficientes para reducir la toxicidad de las micotoxinas. Entre ellos se puede mencionar el uso de microorganismos como bacterias lácticas, levaduras, enzimas, modificación genética de granos y modificación genética de hongos, para inocular cepas no toxigénicas (Arellano, 2003).

Es necesario que los agentes biotransformadores, para uso como aditivos en los piensos, cumplan una serie de requisitos como lo son: una degradación rápida en metabolitos no tóxicos (o, al menos, mucho menos tóxicos), que puedan actuar en un entorno complejo, es decir, que sean estables a lo largo del tracto intestinal a diferentes pH y que conserven las propiedades organolépticas y nutritivas de los alimentos, además de que sean viables económicamente (Hernández, 2016).

- **Mezclas de compuestos**

Existen productos que manejan una combinación de secuestrantes, biotransformadores y otros compuestos que pretenden asegurar una máxima protección.

Los más recomendados en Argentina son: **Mycofix®Plus MTV** (bentonita, tierra de diatomea, levaduras inactivada y extractos de plantas y algas); **Zeotox** (aluminosilicatos, extracto de levaduras y enzimas); **Ensoltox®Plus** (aluminosilicatos, bacterias y betaglucanos); **Detox®Plus** (monooligosacáridos derivados de una levadura inactivada y aluminosilicatos cálcico-sódicos hidratados); **Detoxa®Plus** (enzimas y *Saccharomyces cerevisiae*); **Notox** **Reproduction** (minerales y extractos vegetales) y **Bíoadsorb®Plus** (levadura más extracto de cynara).

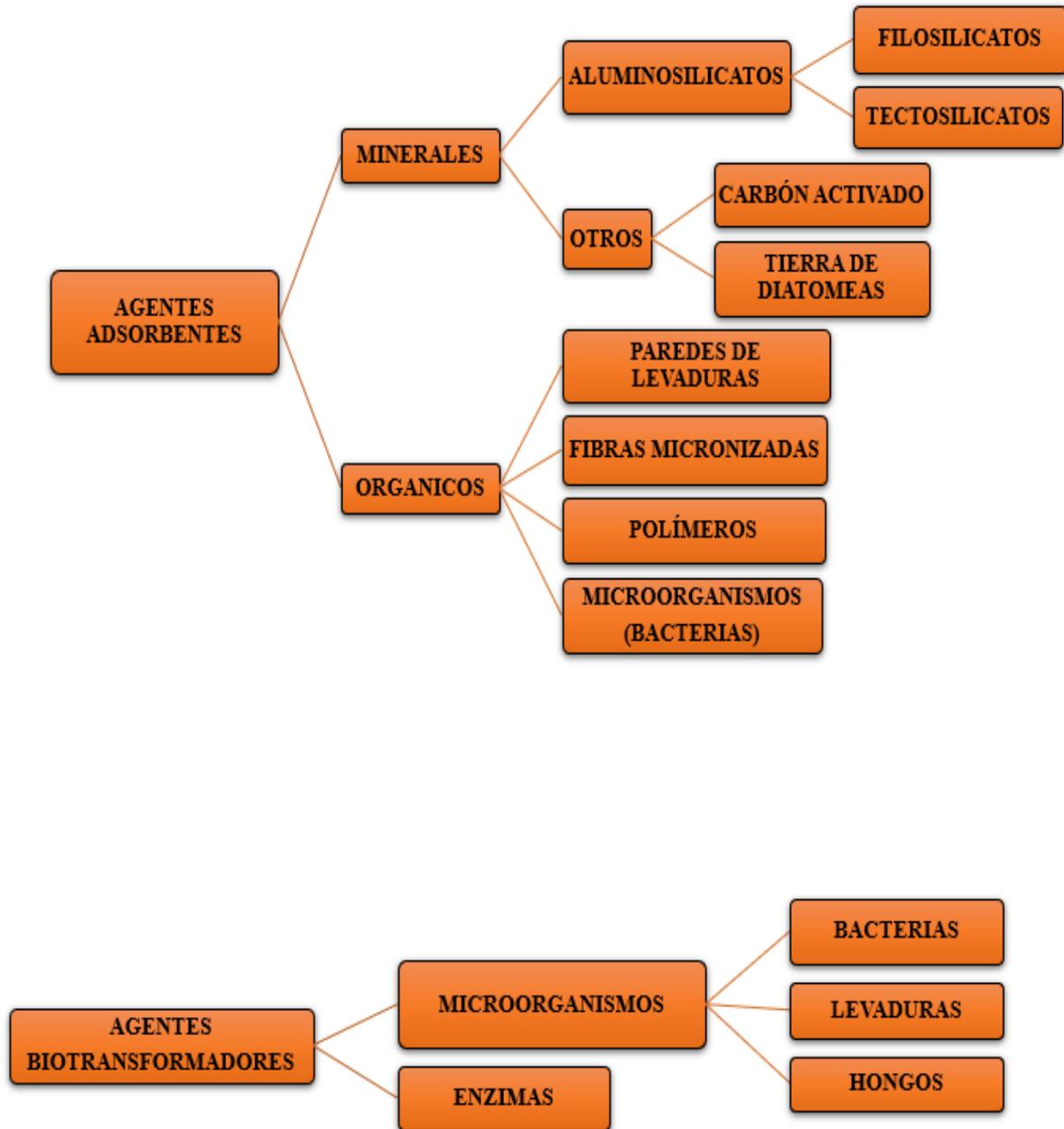


Figura 5: Clasificación de los diferentes detoxificadores de micotoxinas.

Adaptado de (Hernández, 2016)

En la actualidad, la manera más práctica para prevenir y disminuir los efectos perjudiciales de las micotoxinas en los animales, consiste en la utilización de agentes adsorbentes en la dieta.

La dosificación utilizada para prevención es a dosis mínima, 1-2 kg por tonelada de alimento producido (0,1-0,2%), mientras que, para control y tratamiento, las dosis a utilizar son mayores.

El uso de secuestrantes en alimentos ya contaminados, permite reducir la toxicidad y la disponibilidad de las mismas al momento de ser ingeridas por el animal. La implementación de dicha estrategia como tratamiento le permite al productor redireccionar ese alimento contaminado a especies o categorías menos susceptibles y evitar así la eliminación de grandes volúmenes de alimentos. Como anexo se adjunta una tabla que contiene la amplia gama de productos (aditivos anti-micotoxinas) que se pueden utilizar.

Principales micotoxinas y sus efectos en la producción porcina

❖ Aflatoxinas

Las aflatoxinas son un grupo de compuestos químicos orgánicos no proteicos, de bajo peso molecular, cuyo esqueleto básico es un anillo de furano unido a un núcleo de cumarina. Son estables al calor por lo que se las puede encontrar en alimentos completamente procesados (Perusia & Rodriguez, 2007).

Estos metabolitos son producidos por diferentes especies del género *Aspergillus* tales como *A. flavus*, *A. parasíticos* y *A. nonius*. Se pueden encontrar como contaminantes naturales de los cereales (maíz, trigo y sorgo) y subproductos de cereales.

Poseen una gran actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica, siendo los órganos más afectados el cerebro, hígado y riñón. También son consideradas toxinas inmunosupresoras, al inhibir la fagocitosis y síntesis proteica (Ledezma, 2004).

Dentro de este grupo existen 18 tipos de aflatoxinas conocidas que toman su nombre de acuerdo con su fluorescencia en cromatografía en capa fina (TLC, Thin-layer chromatography),

así la denominación B responde a la fluorescencia azul al ultravioleta, del inglés Blue y la G responde a la fluorescencia verde, del inglés Green. Las de mayor interés son las B1, B2, G1, G2 y M1 (Perusia & Rodriguez, 2007).

Las aflatoxinas M1 y M2 son, respectivamente, productos hidroxilados del metabolismo oxidativo de las aflatoxinas B1 y B2, estos metabolitos pueden eliminarse en la leche tanto en humanos como en animales (Novoa & Díaz, 2006).

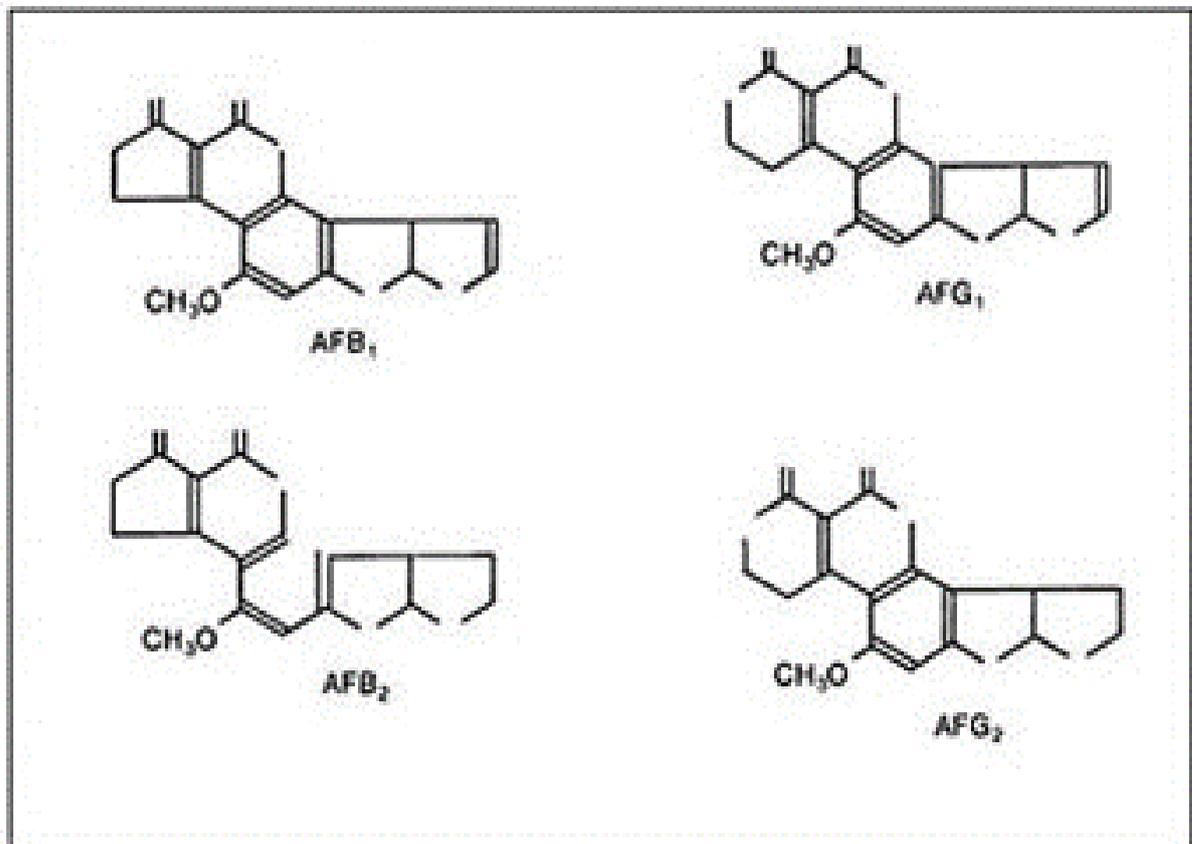


Figura 6: Estructura química de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2.

(Fuente: Miranda, Vargas del Río, & Gómez Quintero, 2013)

De estos metabolitos se describe con mayor frecuencia la aflatoxina B1 por ser la sustancia más toxina conocida, la misma fue clasificada por la IARC (International Agency Research Cancer) como carcinógeno grupo uno para humanos.

Esta ingresa al organismo de animales y humanos por la ingestión de un alimento contaminado, se absorbe a nivel intestinal y es transportada por los glóbulos rojos y proteínas

plasmáticas hasta el hígado donde se bioactiva a través de los citocromos P450 a un metabolito electrofílico altamente reactivo e inestable que una vez formado reacciona con macromoléculas, especialmente con el ADN (produce alquilación del ADN). Este metabolito, conocido como aflatoxina-8,9-epóxido (AFBO) es capaz de unirse a los residuos de guanina de los ácidos nucleicos causando alteraciones irreversibles que pueden llevar a carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad (Wilber & Rodríguez, diciembre 2010, p. 74).

La forma epóxido de este metabolito puede conjugarse con glutatión para continuar con la vía de detoxificación o ser hidrolizada por una enzima epóxido hidrolasa para generar un hidrodiool (AFB1-8,9-dihidrodiool o dhd-AFB1), el cual puede reaccionar fuertemente con proteínas y tener efectos citotóxicos.

En los casos en que el epóxido llega a conjugarse con glutatión, o la AFB1 no sufre epoxidación sino adición grupos oxidrilos (OH-) y posterior conjugación con ácido glucurónico o sulfato, los efectos tóxicos de la molécula se ven neutralizados (Wilber & Rodríguez, diciembre 2010).

- **Toxicidad y sintomatología**

El impacto de las aflatoxinas en cerdos depende de la dosis y la edad del animal, siendo los jóvenes los más susceptibles a sus efectos.

En las intoxicaciones leves, el animal evoluciona lentamente mostrando pelo hirsuto, hiporrexia, letargia, y depresión con pérdida acentuada de peso. Las orejas, vientre y miembros se presentan rojo púrpura (Santos y col. 1986).

En algunas intoxicaciones agudas con gran ingestión de la toxina (300-2000 ppb) los síntomas comienzan a las 6 horas, con depresión que evoluciona rápidamente a la muerte.

Si la muerte no acontece, puede aparecer inapetencia, temblores musculares e incoordinación motora, con temperatura corporal elevada de más de 41 °C, decreciendo después a un cuadro de hipotermia. También puede aparecer sangre en las heces como consecuencia de lesión intestinal (Chulze, 2012).

La intoxicación crónica se manifiesta con baja ganancia de peso, inapetencia y mal estado general y algunas veces con ictericia (Wüst A. R., 2006).

En cerdos, las lesiones más notables en una necropsia suelen ser coloración amarillenta en piel, tejido subcutáneo y músculo, cambio de coloración en hígado con apariencia de cocido (indicador de daño hepático), petequias, equimosis y hemorragias diseminadas en yeyuno, íleon y recto. En algunas ocasiones, también se puede observar la presencia de úlceras gástricas, así como bazo reducido de tamaño (Trujano M., Marquez, Sierra & Solorio, 2010).

Las alteraciones microscópicas están centradas en el hígado, allí se puede observar, necrosis centrolobulillar y cambios grasos en los casos agudos e hiperplasia de los conductos biliares con necrosis hepática en los casos subagudos y crónicos (Perusia & Rodriguez, 2007).



Imagen 3: Se puede observar la tonalidad amarillenta en órganos y tejidos del cerdo, luego de la necropsia.

(Trujano et al., 2010).



Imagen 4:Bazo de cerdo reducido de tamaño.
(Trujano et al.,2010)

❖ Ocratoxinas

Las ocratoxinas son producidas por los hongos de los géneros *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium viridicatum*, respectivamente, estos suelen desarrollarse durante el almacenamiento (Denli & José Francisco Perez, 2006).

Los sustratos más afectados son maíz, cebada, centeno, trigo, avena, arroz, soja, legumbres y productos elaborados con estas materias primas.

Existen 7 tipos de ocratoxina, sin embargo, la más toxica es la ocratoxina A (OTA). Esta micotoxina es un compuesto complejo constituido de Ocratoxina A α unido a un carbono 7 del grupo de la L-B fenilalanina por una cadena de aminoácidos, como se observa en la figura 7. (Olvera, 2017).

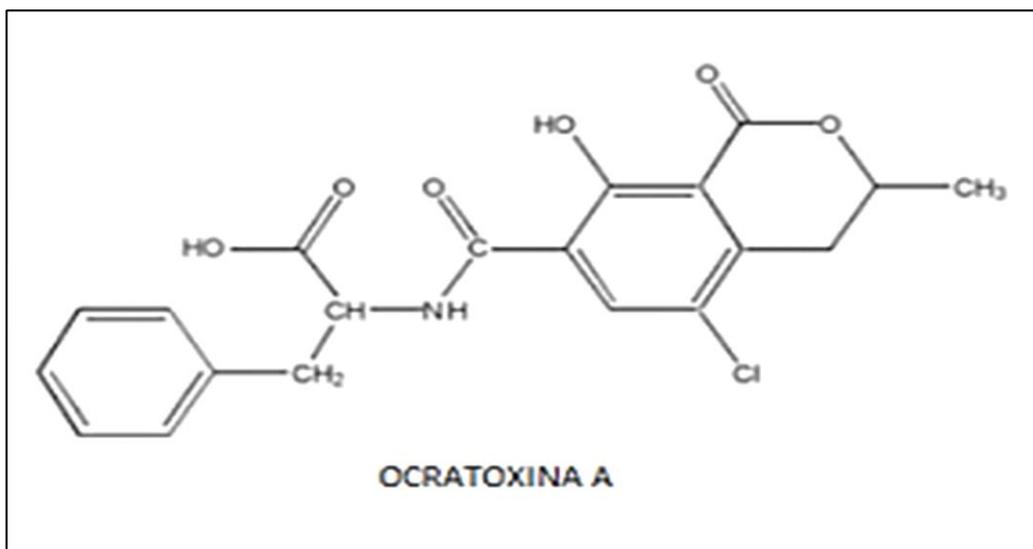


Figura 7: Estructura química de ocratoxina A.

(Fuente: Andrés Bello, 2014)

La OTA en cerdos a concentraciones moderadas es nefrotóxica, pero a altas concentraciones, es también hepatotóxica (Perusia & Rodríguez, 2007). La toxina es absorbida rápidamente en el tracto digestivo y de ahí es transportada a través de la sangre por las proteínas plasmáticas, principalmente a los riñones, y en una menor concentración, se deposita en hígado, músculo y grasa.

La alta afinidad que posee este compuesto por las proteínas plasmáticas, determina su larga persistencia en el organismo. Su principal mecanismo de acción es la inhibición de la síntesis proteica a nivel postranscripcional por inhibición competitiva de la Phe-tRNA sintetasa; también se ha descrito un efecto inductor de peroxidación lipídica. Varios estudios indican que la inhibición en la captación de calcio a través del retículo endoplasmático del hígado es un episodio temprano causado por la peroxidación lipídica (Cerain, AM, O, & J, 2000).

- **Toxicidad y sintomatología**

En porcinos, los signos clínicos que pueden observarse son diarrea, polidipsia, poliuria y deshidratación. Además de una disminución del apetito y de la ganancia de peso.

Según Trujano *et al.*, (2010) en exámenes post mortem realizados en animales que se presumían afectados por esta micotoxina, las lesiones renales que se observaron macroscópicamente fueron:

- Manchas blancas en la superficie del riñón las cuales variaron de tamaño desde un puntillero difuso hasta manchas de forma irregular fácilmente distinguibles (Imagen 5).
- Quistes en riñón.

En el verraco, esta micotoxina puede afectar la calidad del semen y la producción espermática, ya que modifica y altera la estabilidad de la membrana del espermatozoide, al inhibir la síntesis proteica durante la espermatogénesis. Además, puede disminuir el volumen de eyaculado y modificar la motilidad y viabilidad del mismo (Trujano M. & Solorio , 2010).



Imagen 5:Riñones de cerdo con manchas blanquecinas.
(Trujano et al., 2010).

❖ Tricotecenos

Los tricotecenos constituyen un grupo formado por unos 40 metabolitos fúngicos biológicamente activos segregados por hongos del género *Fusarium* y por tanto su patología se conoce como fusariotoxicosis (Hernandez, 2010).

Las toxinas tricotecénicas pueden encontrarse como contaminantes naturales en maíz, cebada, sorgo, avena, trigo, arroz, centeno, mijo y subproductos de cereales.

Reciben este nombre por poseer en su molécula, el esqueleto tetracíclico, 12,13-epoxitricoteceno. Las más frecuentes son la micotoxina T-2, el diacetoxifenol (DAS), nivalenol y deoxinivalenol (DON o vomitoxina) (Gimeno & Martins, 2011).

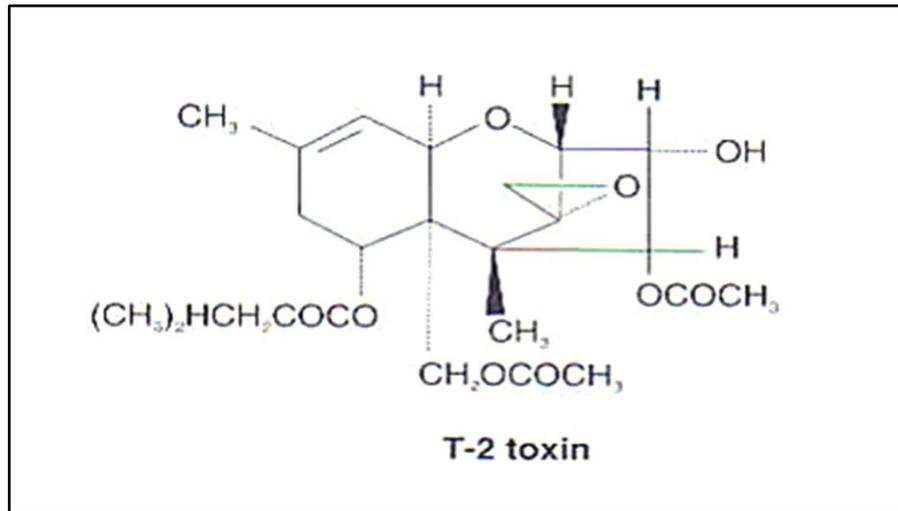


Figura 8: Estructura química de toxina T2.

(Wüst, 2006)

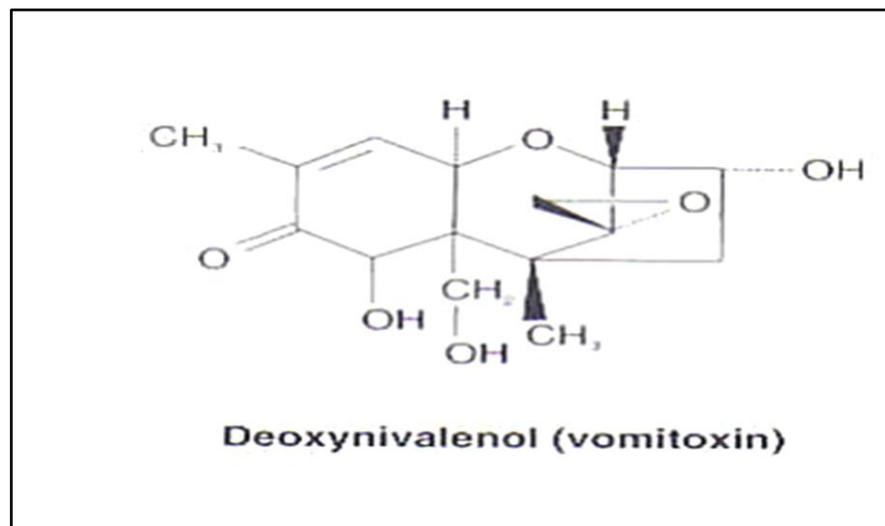


Figura 9: Estructura química de la vomitoxina.

(Wüst, 2006)

- **Toxicidad y sintomatología**

Los cerdos son especialmente sensibles al deoxinivalenol. En términos generales, estas toxinas son muy agresivas al epitelio del tracto digestivo. Entre, los signos más comunes están el vómito o el rechazo del alimento por parte de los suinos, sin embargo, esto no ocurre en todos los casos (Trujano M., Marquez , Sierra, & Solorio , 2010).



Imagen 6: Vómito de cerdo.

(Fuente: Borges, 2020)

- ❖ **Zearalenona (ZEA)**

En Argentina, el 20 a 25% de los maíces provenientes de silos abiertos se encuentran contaminados con *Fusarium graminearum* y otras especies del género *Fusarium* (Romagnol & Silva, 2016).

Este moho crece entre 6 y 40° C con un óptimo entre 18 y 30°C. Es aerobio y necesita en general, de una actividad de agua, aw, superior a 0,88 para crecer y proliferar y superior a 0,91 para producir micotoxinas (Gimeno, 2011).

La ZEA es un compuesto estrogénico no esteroideo, que simula la acción del estrógeno en el útero, hígado, glándula mamaria e hipotálamo de diversas especies, siendo los cerdos los más sensibles a sus efectos (Perrou, 2002). Dichos efectos, pueden observarse durante meses, aun cuando su ingestión, haya sido de pocos días.

Esta susceptibilidad probablemente se deba a los procesos de eliminación de los productos generados por la metabolización de la zearalenona en esta especie. Gran parte de esta toxina se conjuga con ácido glucurónico, reduciéndose a alfa-zearalenona, producto que posee una actividad estrogénica 10 veces mayor que el producto original. Otra reacción que acontece en el proceso de transformación, es la reducción a beta-zearalenona, producto capaz de reducir su actividad estrogénica. La afinidad de la alfa-zearalenona por los receptores uterinos es de 10 a 20 veces superior que la zearalenona y 100 veces superior a la beta-zearalenona (Wüst, 2006).

Estudios de toxicodinámica indican que la micotoxina es eliminada del organismo principalmente por heces, aunque también puede ser excretada en la orina en forma de metabolitos libres o bien conjugados (Olvera, 2017).

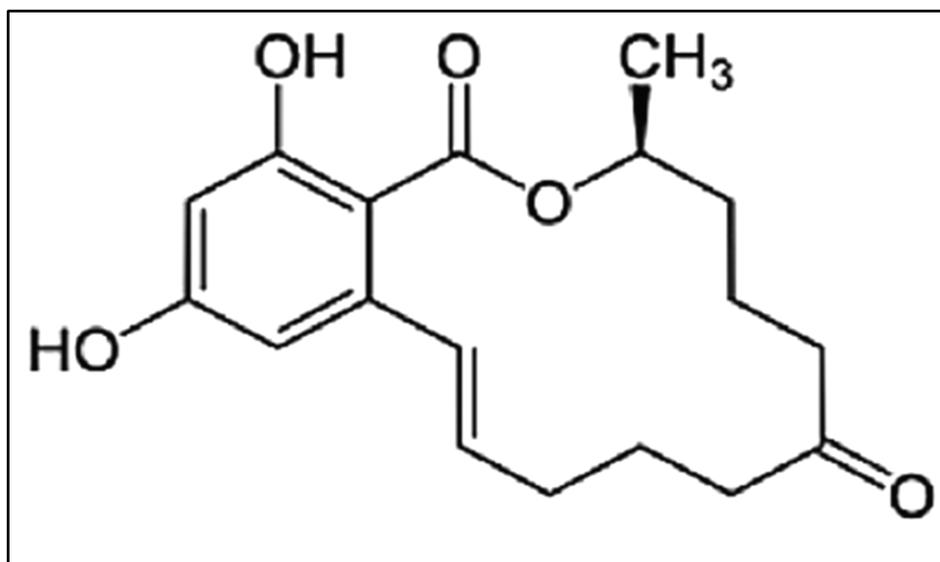


Figura 10: Estructura química de la Zearalenona.

(Carlos Alberto da Rocha Rosa, 2018)

- **Toxicidad y sintomatología**

La toxicidad de la ZEA se evidencia por el hiperestrogenismo, este se observa frecuentemente en lechonas recién nacidas como también en cachorras pre púberes a partir del destete (Imagen 7). Se caracteriza por el enrojecimiento y edematización de la vulva (vulgarmente se conoce como vulva quemada) y agrandamiento de los pezones, a veces también por prolapsos vaginal y rectal.

Esta especie es particularmente sensible a sufrir prolapsos rectales, condición que se atribuye a la falta de tejidos de sostén adecuado para el mismo en la región pélvica (Perusia & Rodriguez, 2017).

Además de los síntomas externos, el útero de las lechonas está muy agrandado y los ovarios atrofiados (Dourmad & Etienne, 1994).

Según Sotillo, (2018) estos signos suelen darse en dosis bajas (1,5-2ppm) y aparecen luego de una semana de haberse ingerido el alimento y requieren unos siete a catorce días para desaparecer, luego de la restricción del alimento contaminado.

El consumo de esta micotoxina en cachorras sexualmente maduras, prolonga la duración del ciclo estral o retarda el retorno al celo post-destete.

Durante la gestación, la ZEA afecta el ambiente uterino, causando una disminución en la secreción de la hormona luteinizante (LH) y de progesterona, y a su vez modifica la morfología de los tejidos uterinos, produciendo reabsorción embrionaria, abortos, disminución en el tamaño de la camada (afecta la implantación de embriones), y otros poco comunes, como ninfomanía, pseudopreñez y anestro.

Un indicador de su presencia dentro del plantel, suele ser el incremento en el número de cerdas que no quedan preñadas. Como así también fracaso en los programas de inducción con prostaglandinas (INTA, 2001).

La Imagen 8, muestra un prolapso uterino. Cerdas con esta afección, suelen ser dadas de baja como reproductoras (Riu, Sanmartín, Martínez, & Cano, 2015).

La ZEA, provoca disminución en el peso de los fetos y al momento del nacimiento. También nacidos muertos, débiles o con Splay leg (Imagen 9), síndrome que se observa en lechones al nacimiento o al poco tiempo de nacidos, en el cual no pueden sostenerse en pie y presentan las extremidades posteriores abiertas y extendidas, lo que dificulta el desplazamiento normal y compromete la ingesta de calostro (Valles, 2016).

En padrillos los síntomas más claros y evidentes son inflamación del prepucio, prolapso rectal, pezones mamarios alargados, atrofia de los testículos, disminución de la libido, pérdida de pelo, reducción en la producción y calidad del semen y signos de feminidad (Sotillo, 2018).



Imagen 7: Lechona con vulvovaginitis.

(Fuente propia)



Imagen 8: Prolapso uterino.

(Riu et al., 2015)



Imagen 9: Lechón con síndrome de Splay leg.

Imagen extraída de: <https://youtu.be/H41EEYf2q14>

❖ Fumonisin

Las fumonisin son micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium moniliforme*, aunque también las pueden producir otras especies como *F. proliferatum* y *F. anthophilum* (Sotillo, 2013).

Existen seis tipos de fumonisin, pero las variedades más importantes son la B1 y la B2. Éstas pueden encontrarse como contaminantes naturales en los cereales, de preferencia en el maíz y sus subproductos. La temperatura ideal para su producción es de 25°C.

Su mecanismo de acción es la inhibición parcial o total de la síntesis de los esfingolípidos (esfingonina y esingosina). Los esfingolípidos tienen una gran importancia en la regulación

de las células y en el control de proteínas a nivel de membrana celular, son mediadores del crecimiento celular y de la diferenciación y muerte de las células (Wüst A. R., 2006).

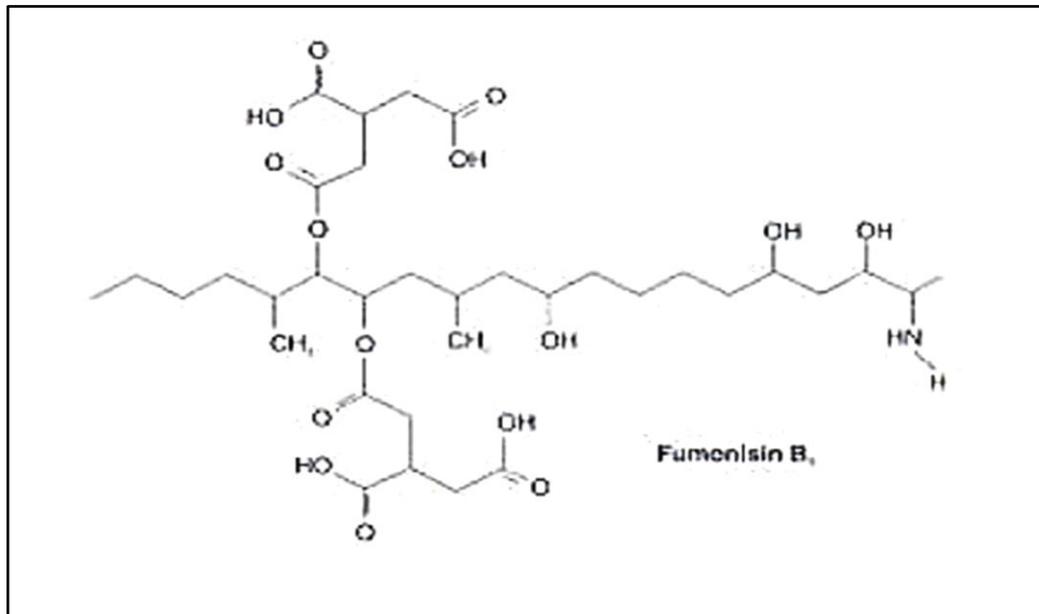


Figura 11:Estructura química de Fuminisin B.

(Wüst, 2006)

- **Toxicidad y sintomatología**

La toxicidad de las fumonisinas en cerdos se caracteriza por problemas de edema pulmonar, problemas cardiovasculares, renales e inmunosupresores (Gimeno, 2008).

La reducción en la capacidad de los macrófagos intravasculares pulmonares en eliminar las bacterias en circulación y de los macrófagos alveolares en eliminar las bacterias inhaladas al pulmón causaría predisposición del cerdo a enfermedades infecciosas, tanto pulmonares como sistémicas (Borutova, 2020).

La fumonisina B1 es la responsable del síndrome de edema pulmonar porcino (Imagen 10), caracterizado por dificultad para respirar, debilidad posterior, coloración azulada de las mucosas (cianosis), llegando en casos extremos a la muerte (Trujano et al., 2010).

En la necropsia se puede observar el pulmón aumentado de tamaño y lleno de líquido.



Imagen 10: Pulmón de cerdo, edema interlobular sin presencia de neumonía.
(Trujano & Marquez, 2010)

❖ Ergotamina

El ergotismo o cornezuelo del centeno es una micotoxicosis causada por el consumo de alimento contaminado por *Claviceps purpurea*, *Claviceps paspalli* y *Claviceps fusiformis*.

Generalmente se encuentran parasitando el centeno, pero también puede parasitar trigo, avena, cebada, moha, pasto ovillo, Ray Grass y maíz (Diaz, 2011).

Esta enfermedad se da como resultado de la ingestión de ergoalcaloides (EA) presentes en las esclerotias del hongo. Los EA en su composición compleja poseen una estructura tetracíclica llamada ergolina, derivada del indol, de la cual provienen los dos grandes grupos: los derivados del LSD (alfa oxietilamida) y los derivados de la clavina (Perusia & Rodriguez, 2007).

Los tres grupos de alcaloides se denominan: ergotoxina, ergotamina y ergonovina y su actividad biológica está relacionada con la presencia del LSD en la molécula del ergoalcaloide.

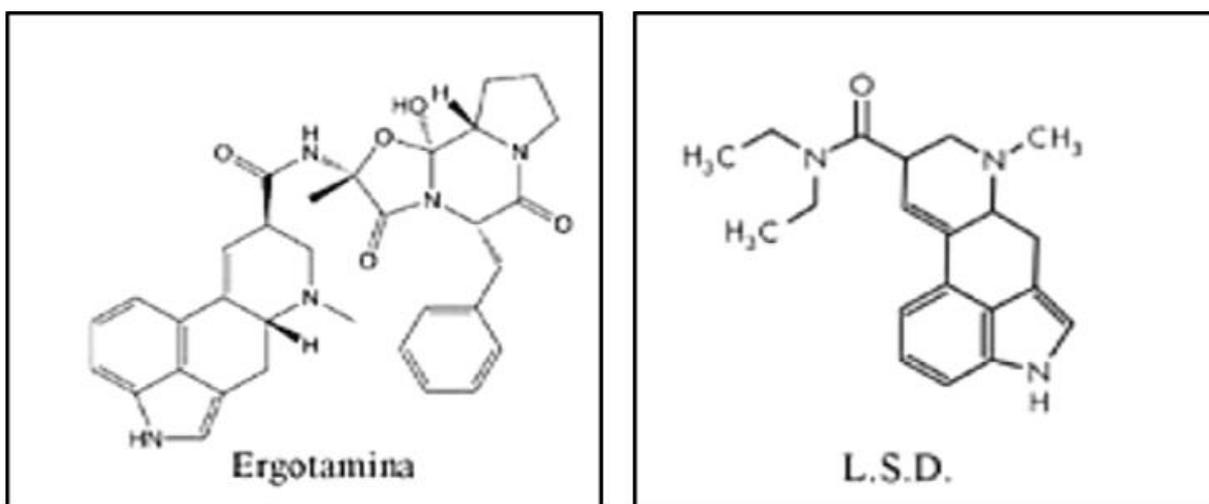


Figura 12: Estructura química de Ergotamina y LSD.

(Wüst, 2006)

- **Toxicidad y sintomatología**

El mecanismo responde principalmente a la analogía estructural que presenta con las aminas biógenas: noradrenalina, dopamina y serotonina. Esta analogía explica la afinidad de estos alcaloides y de sus derivados por los correspondientes receptores y su capacidad para ejercer efectos agonistas o antagonistas (Fernando et al., 2016).

La estimulación de los receptores α_2 -adrenérgicos resulta en aumento de la agregación plaquetaria que está involucrada en las coagulopatías y necrosis de tejidos que ocurren en las intoxicaciones severas. La estimulación de los receptores de dopamina (D-2) provoca disminución en la secreción de prolactina (PRL), que es la causa de la caída en la producción de leche. La estimulación de los receptores de serotonina, tiene efectos en los centros hipotalámicos de la termorregulación y la saciedad, por lo que la actividad en esos receptores estaría involucrada en el aumento de la temperatura corporal y el menor consumo (Rodríguez & Maresca, 2014).

La intoxicación se manifiesta por trastornos del sistema nervioso central, constricción de las arteriolas y lesión del endotelio capilar. Según Márquez (2019), en los cerdos, se dan 3 presentaciones:

★ Gangrenosa

El cuadro deriva de la vasoconstricción arteriolar en la parte distal de las extremidades y de órganos como las orejas (Imagen 11) y la cola (Imagen 12), a ello se añade el daño en los endotelios de los respectivos lechos vasculares, de lo que resulta trombosis, ausencia de irrigación y gangrena seca, ya que el drenaje linfático y venoso permanecen intactos. Las partes gangrenadas suelen fisturizarse e infectarse, dando complicaciones sépticas, y pueden desprenderse con facilidad. Los signos se pueden exacerbar con climas fríos.

★ Nerviosa

El ergotismo nervioso, se da cuando se produce la ingesta de grandes cantidades de esta toxina, y corresponde a la forma aguda de la afección. Al iniciarse el cuadro se observa tialismo, vértigo y ataxia, muchos animales responden con excitación a estímulos visuales y auditivos fuertes, presentando incluso agresividad. Esta fase es ordinariamente interrumpida por períodos convulsivos, pudiendo presentarse la muerte durante tales crisis.

★ Láctea

Algunos alcaloides de *C. purpurea* deprimen la producción de prolactina. Ello tiene importancia práctica en la especie porcina, ya que la ingestión de esclerocios en cantidades insuficientes para provocar ergotismo gangrenoso puede causar agalactia en esta especie.



Imagen 11: Lesión necrótica en pabellón auricular (lechón).
(Lescay, 2015)



Imagen 12: Necrosis en cola: nótese la línea que delimita la zona afectada del resto del cuerpo del lechón. Fuente: propia

A continuación, se sintetizan los signos más frecuentes causados por las principales micotoxinas en cerdos.

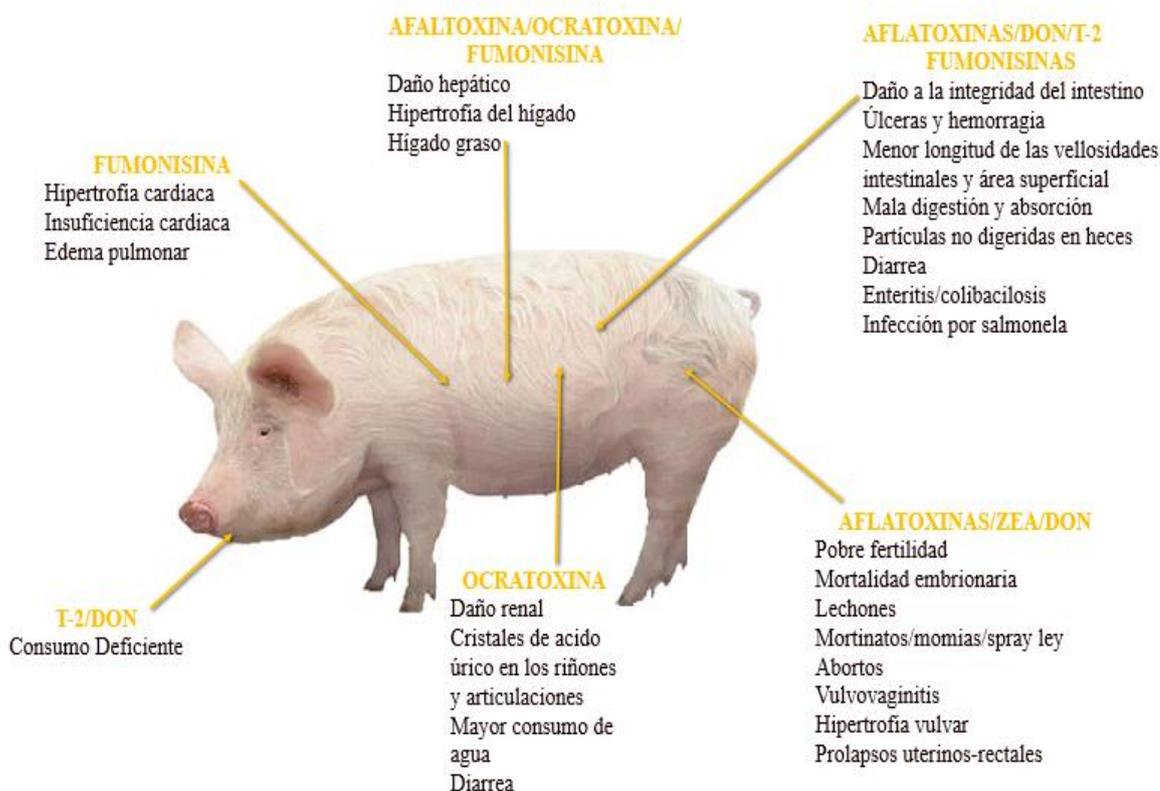


Figura 13: Sintomatología causada por las principales micotoxinas en cerdos.

Adaptado de

https://cdn2.hubspot.net/hubfs/745395/01Spanish/Booklet_Swine_Practical_Issues_2020_V5.pdf

Límites recomendados

La Comisión Europea y la comisión del Codex Alimentarius (CAC), apoyada por la FAO y OMS, trabajan de manera conjunta, para poder establecer los niveles máximos de micotoxinas que puede contener el alimento de los animales.

Esta tarea resulta compleja, ya que existen muchos factores que influyen en la toxicidad durante el consumo de un pienso contaminado, entre los cuales se pueden citar: los datos toxicológicos, la especie y raza de los animales, duración/tiempo de consumo, dosis

consumida, edad y sexo de los animales, infecciones concomitantes y el uso de drogas durante el consumo del alimento en cuestión. Otras variables que deben mencionarse son: los métodos de análisis, el conocimiento detallado sobre posibilidades de muestreo y/o análisis y los aspectos socio-económicos. Sin embargo, la Unión Europea ha establecido niveles máximos tolerables de micotoxinas en alimento para cerdos (Tabla 4).

Tabla 4: Concentraciones máximas en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) tolerables para diferentes micotoxinas en el alimento completo. (Gimeno, 2009, European Commission, 2006).

Animal	Afla B1	OTA	ZEA	DON	T-2
Cerdos jóvenes <34kg	20	50	100	200	150
Cerdos adultos 34-57 kg	50	50	200	250	200
Cerdos adultos >57 kg	100	50	200	250	200
Cerdas	25	50	50	250	200

Tabla 5: Niveles límite para micotoxinas en maíz (Flores, 2008).

Animal	Suma de micotoxinas	Límite $\mu\text{g}/\text{kg}$
Cerdos en terminación	Aflatoxina B1, B2, G1, G2	200
Cerdos reproductores	Aflatoxina B1, B2, G1, G2	100
Cerdos	DON	10,000
Cerdos	Fumonisina B1, B2, B3	5,000

Tabla 6: Límites máximos para aflatoxinas en cereales (Flores, 2008).

Animal	Límite $\mu\text{g}/\text{kg}$
Cerdos 25-45 kg	100
Cerdos > 45 kg	200
Cerdos(reproductores)	100

De acuerdo a esto, no existe una concentración de toxina segura, ni límites estrictos en los cuales no se verán repercusiones. La presencia de estos tóxicos, por más mínima que sea, afectará el desempeño productivo en cada una de las etapas, a mayor cantidad de toxina, mayor será su efecto.

Análisis del caso en estudio

Para efectuar dicho análisis y diagnóstico, se visitó el establecimiento y se obtuvo información mediante:

- Observación personal.
- Entrevistas dirigidas al productor, encargado general y médicos veterinarios.
- Registros fotográficos.
- Registros productivos del establecimiento.

❖ Caracterización del productor

El establecimiento agropecuario “El Chango” del Grupo Villanova, BINAGO S.A, se enclava en el valle medio del Río Negro, en la localidad de Coronel Belisle. El mismo cuenta con una superficie de 1.600 hectáreas(ha) sobre la costa norte del Río Negro.

El proyecto agropecuario se incorporó a las actividades del grupo en el año 2012, mostrando un claro crecimiento en los últimos años, el mismo involucra la actividad ganadera enfocada en la producción de lechones y capones; y el engorde y recría de terneros; como así también la actividad agrícola extensiva de maíz, sorgo, trigo, avena, cebada y pasturas para confección de rollos. Otra actividad que se lleva a cabo es la horticultura, se destinan más de 50 hectáreas para la producción de cebollas.

❖ Ubicación Geográfica

El establecimiento se encuentra ubicado en la Provincia de Río Negro, Departamento avellaneda, localidad de Coronel Belisle, Colonia La Esperanza. Ruta Nacional N.º 22, km 1020. Sus coordenadas geográficas son: Latitud. 39° 26' 19,70" S- Longitud 65° 86' 72,87"

O. Se accede por la Ruta 22, por camino municipal de ripio.

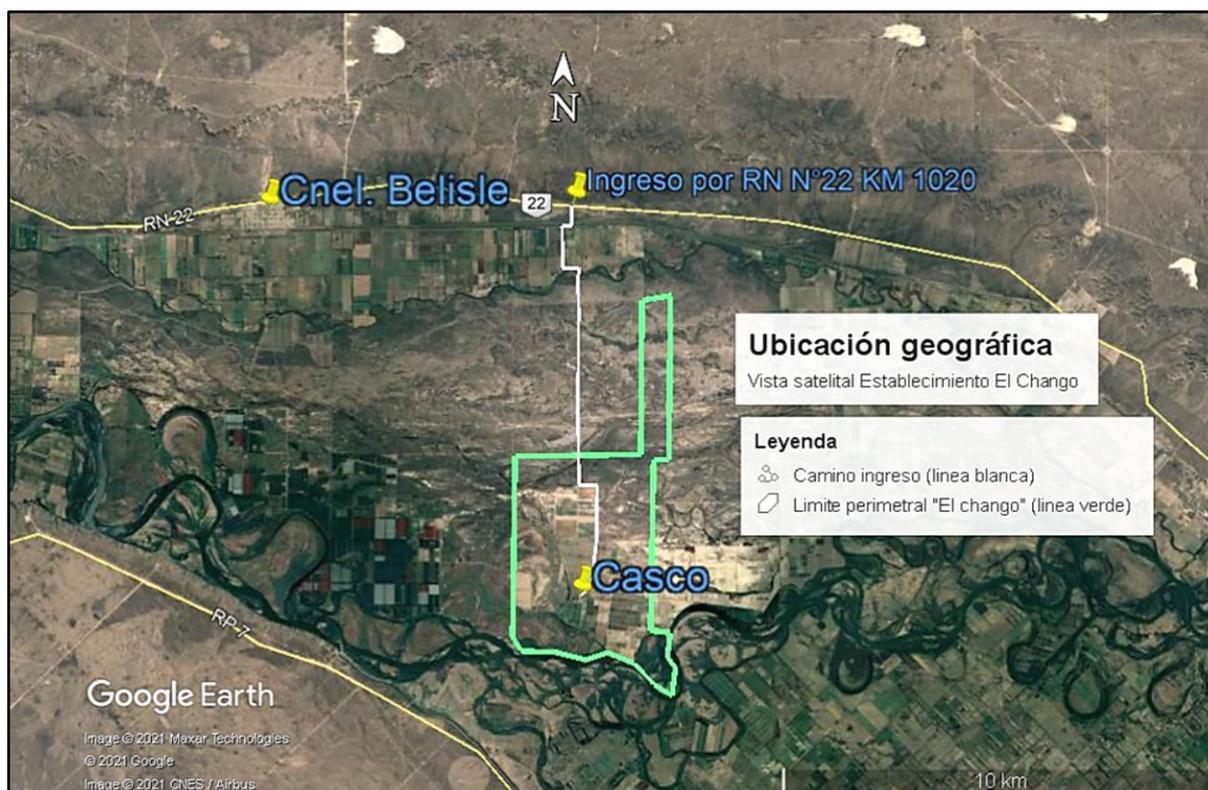


Imagen 13: Imagen satelital del establecimiento El Chango.

Fuente: Google Earth 2021.

❖ Perfil productivo

El establecimiento cuenta con 1.600 hectáreas, de las cuales 1.200 ha se encuentran bajo riego por 46 km de canales de riego.

Dentro de las hectáreas bajo riego que posee, 500 se encuentran sembradas con la siguiente distribución: 160 ha con alfalfa, 170 ha de maíz, 12 ha de sorgo, 100 ha con agropiro y el resto con pasturas invernales como avena y cebada.

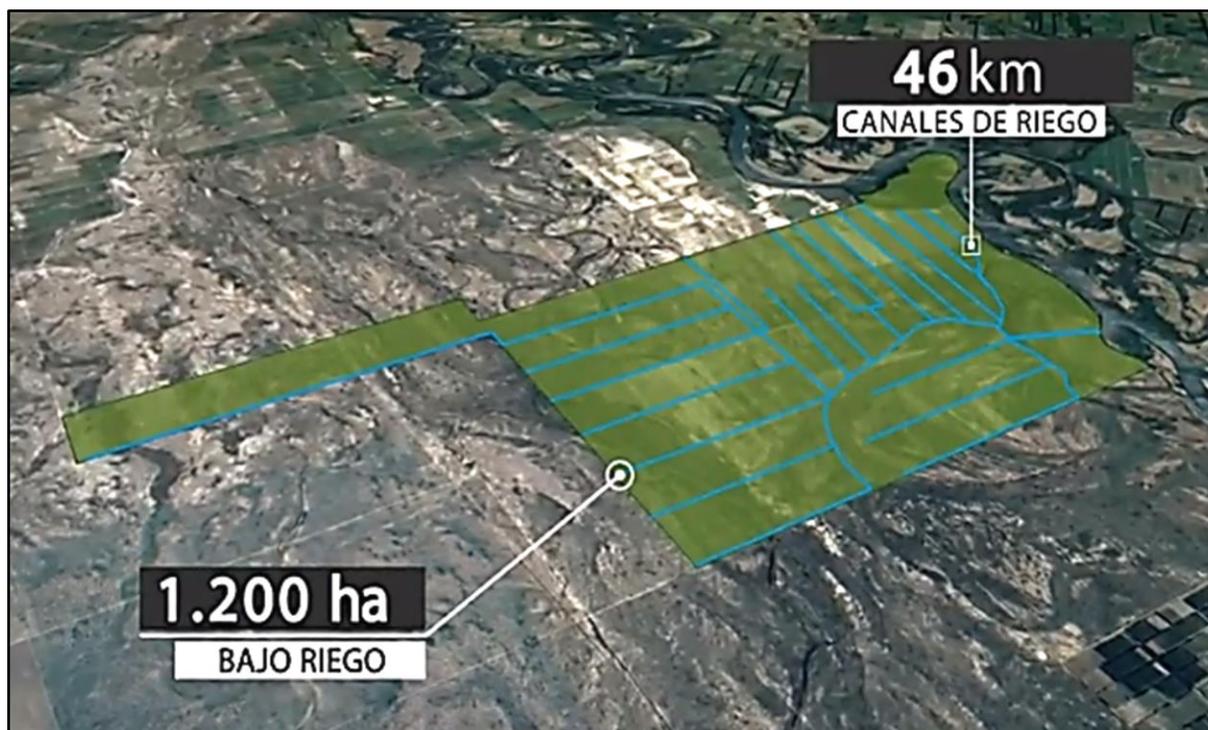


Imagen 14: Distribución de los canales de riego.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=bTai_5MGYSw

En lo que respecta a la producción porcina el objetivo productivo de la empresa, es la venta de capones (con un peso promedio de 110-120 kg).

Al alcanzar el peso óptimo, estos animales son trasladados para su faena al frigorífico J.J Gómez (ex Fricader), ubicado en la localidad de General Roca, provincia de Río Negro. Este frigorífico cuenta con habilitación para tránsito federal, condición que le permite ampliar su mercado.

❖ Evaluación de los recursos de la zona

La región de Valle Medio presenta un clima continental templado y semiárido, con vientos predominantes del oeste-sudoeste del orden de los 10 km/h (Bertani & Ferrari, 2007). La precipitación media anual es de 303 mm (serie 1971-2009). El déficit hídrico es de más de 500 mm anuales, lo que obliga al uso del riego para el cultivo de las tierras.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 12° a 14 ° C, y el periodo libre de heladas es de 215 días (Rodríguez & Muñoz, 2020).

El sistema de riego del Valle Medio es gravitacional. La limitante de agua no existe en el Valle Medio por el contrario existe disponibilidad de agua en abundancia y calidad. Por ser aguas provenientes de deshielo, poseen bajo tenor salino, con valores de pH entre 7,5 y 7,9 y RAS entre 0.4 y 1,5, la conductividad eléctrica oscila entre 0.090 y 0.130 mmhos/cm, 25°C (CEAER, 1994).

Los suelos de la zona son muy heterogéneos y levemente alcalinos. Este problema puede ser controlado con un manejo adecuado del riego y drenaje.

❖ **Recurso humano**

Respecto a los recursos humanos, el establecimiento cuenta con un Encargado General responsable de todo el personal distribuido en las diferentes áreas. Un Administrativo, responsable de llevar los registros del criadero, entre otras tareas. Una Médica Veterinaria, responsable de asesorar, supervisar y controlar todas las actividades que se llevan a cabo en los diferentes sectores del establecimiento. La misma, a su vez, tiene a cargo, a tres operarios en el sector de maternidad, de los cuales, dos se encargan de las actividades diurnas y uno de las nocturnas. Además, un Médico Veterinario en el sector de servicios con un operario a su cargo.

En el sector de engorde, se encuentra un encargado y tres operarios, responsables de suministrar el alimento a todos los animales y realizar las tareas de mantenimiento, pesaje, y carga de los mismos. Por último, en la planta de alimento se desempeña un operario que realiza el seguimiento de stock de alimentos y la formulación de dietas de todos los sectores. Para la elaboración de alimentos se siguen las recomendaciones de la empresa de nutrición que provee los núcleos.

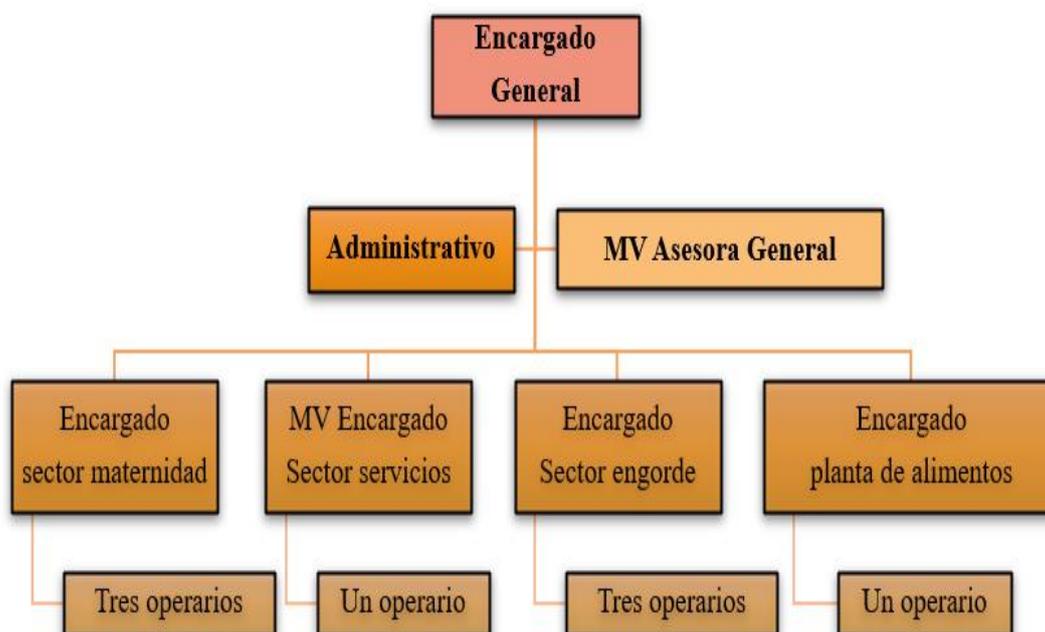


Figura 14: Organigrama del establecimiento.

(Fuente propia)

❖ Tipo de producción porcina

El establecimiento cuenta con un total de 450 madres, las cuales son manejadas y ordenadas por bandas o grupos. Dicha estrategia productiva consiste en dividir a las cerdas que poseen el mismo estado fisiológico en grupos que se suceden a intervalos regulares y se introducen en las instalaciones, previo vacío sanitario.

La cantidad de grupos se obtiene dividiendo el ciclo reproductivo de la cerda por el ritmo de producción. El número de cerdas por banda es el resultado de dividir el total de hembras del criadero por el número de bandas que nuestras instalaciones y manejo admitan. En el criadero las bandas se organizan cada 7 días.

La actividad porcina dentro del establecimiento se lleva a cabo bajo un sistema mixto (semiconfinado). Sistema que permite aprovechar las ventajas de los sistemas a campo e intensivo e invertir en las instalaciones que mejoren la producción en sus momentos críticos, de esta manera se puede observar un circuito cerrado, y uno abierto.

En El Chango, el circuito cerrado (Tabla 7) abarca las etapas de servicio, gestación, parto y lactancia; mientras que el circuito abierto (Tabla 8) engloba la recría, el engorde y la terminación de los capones.

Tabla 7:Circuito cerrado del establecimiento (Fuente propia).

CICLO CERRADO O DE LOS REPRODUCTORES	
Etapas	Duración (días)
Servicio	7
Gestación	114
Parto	1
Lactancia	21

El ciclo productivo cerrado posee una duración aproximada de 20 y 22 semanas, dependiendo fundamentalmente de la duración de la lactancia (21 días).

Tabla 8:Circuito abierto del establecimiento (Fuente propia).

CICLO ABIERTO O DE LOS PRODUCTOS		
Etapas	Duración (días)	Peso de ingreso (kg)
Recría	49	6
Crecimiento	39	30
Terminación	63	60
Mercado		110-115

❖ Antecedentes

Considerando los antecedentes de pérdidas productivas y reproductivas que presenta el establecimiento por la presencia de micotoxinas (especialmente por Zearalenona) resulta interesante analizar e identificar los factores involucrados en su desarrollo.

Dichas pérdidas fueron observadas en la tasa de partos y en el porcentaje de mortandad de los lechones.

En la Tabla 9, se comparan dos periodos productivos correspondientes al año 2019. Año en el cual, el establecimiento empezó a incorporar en las formulaciones secuestrante de micotoxinas (Notox Reproduction). La incorporación de dicho producto fue en el mes de Abril.

Para la elaboración de la tabla, se tomaron los servicios realizados durante cada periodo (monta natural + inseminación) y los partos correspondientes, cronológicamente, a esos servicios contemplando los 114 días de gestación, como así también otros parámetros productivos: Nacidos Vivos; Nacidos Muertos; Nacidos Momificados; Muertos en Paridera y Muertos en Jaula.

Los términos, Muertos en Paridera y Muertos en Jaula, contemplan los decesos ocurridos hasta los 21 y 28 días del lechón. El porcentaje de mortandad se calculó como la relación entre el total de muertes y el total de nacidos multiplicado por 100.

Analizar un periodo de tiempo en el cual se incluyó el secuestrante en la dieta en contraposición con uno en el que no se incluía dicho aditivo, permite ver los beneficios del agregado del mismo, y sus repercusiones en los índices productivos.

Tabla 9:Diferencia entre periodos, año2019(Fuente propia).

PERIODO SIN SECUESTRANTE		PERIODO CON SECUESTRANTE	
INSEMINACIONES 04-03-2019 AL 15-04-2019	69	INSEMINACIONES 22-04-2019 AL 03-06-2019	85
MONTA NATURAL 04-03-2019 AL 15-04-2019	80	MONTA NATURAL 22-04-2019 AL 03-06-2019	94
SERVICIO TOTAL	149	SERVICIO TOTAL	179
PARTOS 24-06-2019 AL 05-08-2019	93	PARTOS 12-08-2019 AL 16-09-2019	140
NACIDOS VIVOS	991	NACIDOS VIVOS	1472
NACIDOS MUERTOS	14	NACIDOS MUERTOS	25
NACIDOS MOMIAS	14	NACIDOS MOMIAS	2
MUERTOS PARIDERAS	79	MUERTOS PARIDERAS	2
MUERTOS JAULA	238	MUERTOS JAULA	296
MUERTES TOTALES	345	MUERTES TOTALES	325
TOTAL NACIDOS	1019	TOTAL NACIDOS	1499
PERIODO SIN SECUESTRANTE		PERIODO CON SECUESTRANTE	
TASA DE PARTO/SERVICIO	62.42%	TASA DE PARTO/SERVICIO	78.21%
TASA MORTANDAD	33.86%	TASA MORTANDAD	21.68%
DIFERENCIA OBSERVABLE EN LA TASA DE MORTANDAD			12,18%

A partir de estos valores se deduce lo siguiente:

- En el periodo sin secuestrante, se puede observar que los partos ocurridos requirieron de una mayor cantidad de servicios por cerda. Por cada 100 servicios se lograron 62,42 partos. Dicho de otra manera, para lograr un parto se debió realizar 1,6 servicios. Mientras que en el periodo donde se incluyó el secuestrante a la dieta por cada 100 servicios se obtuvieron 78,21 partos lo que equivalente a decir que por cada parto se necesitó 1,3 servicios. La diferencia existente en la tasa de partos por servicios entre ambos periodos puede atribuirse a repeticiones de celos, anestros prolongados y reabsorciones embrionarias causadas por la presencia de micotoxinas.

- En el periodo sin la adición del secuestrante, se visualiza una tasa de mortandad mayor (33,86%), con gran proporción de lechones momificados, muertos en parideras y en jaulas. Según los registros del establecimiento, estas últimas, se debieron a camadas no uniformes, nacidos débiles y poco viables (lechones de 400-600grs de PV al nacer), efectos que también pueden ser atribuidos a la presencia de micotoxinas.
- Tras la adición del secuestrante, aumentaron notablemente los partos, y disminuyeron la cantidad de servicios por cerda. Al aumentar los partos, aumentó la cantidad de lechones nacidos vivos, al mismo tiempo se observaron camadas más uniformes y viables. El peso promedio de los lechones al nacimiento oscilo entre 1,1-1,3kg. Se puede apreciar a su vez, que la tasa de mortandad (21,68%) en este periodo fue 12,18 puntos menor que el periodo sin agregado de secuestrante.
- La proporción de muertos en jaulas, en el periodo del 12-08-2019 al 16-09-2019 (con secuestrante), se debió a un brote por *Streptococcus suis*.

❖ Manejo de la alimentación

El manejo de la alimentación en el criadero se realiza en base a parámetros productivos económicos y financieros.

El flujo de alimentos que ingresa al campo, es de dos bateas de maíz cada 15 días; una batea de soja cada 15 días; alimentos elaborados de F1, F2, y núcleos de F3, F4, gestación, lactancia, cachorras, padrillos, desarrollo y terminación cada dos meses. Además, gran parte del maíz producido en el establecimiento es destinado al consumo de animales.

En ciertas ocasiones el establecimiento se ha encontrado con escasez de materias primas para la elaboración de alimento y en otras con sobrantes o excesos, que no pudieron ser almacenados de manera correcta.

En las siguientes imágenes, se puede apreciar 8 bolsones de expeller de soja que quedaron afuera del galpón de almacenamiento durante tres semanas.



Imagen 15: Bolsones de expeller de soja a la intemperie.

(Fuente propia)

❖ Calidad de las materias primas

El establecimiento no cuenta con un programa de control de calidad a la hora de recepcionar las materias primas.



Imagen 16: Maiz apelmazado, fermentado y con presencia de hongos.

(Fuente propia)

❖ Preparación del alimento

El establecimiento cuenta con una planta elaboradora de alimentos, comandada mediante un tablero principal que mide y monitorea todo el proceso productivo: preparación de la materia prima, dosificación, mezclado y embolsado.



Imagen 17:Planta elaboradora de alimentos.

(Fuente propia)

Para lograr una alimentación adecuada y eficiente es necesario que el técnico sea capaz de formular las raciones balanceadas de acuerdo a los requerimientos nutricionales de cada categoría.

La base de la alimentación de los animales, es el grano de maíz como fuente energética, y el expeller de soja como fuente proteica.

Quedan excluidos los lechones lactantes que están en maternidad y parideras, que consumen el alimento adquirido de F1 y F2. El alimento de F1 lo consumen solo una semana en parideras y durante 10 días en la recría. El alimento F2 en recría se suministra teniendo en cuenta la cantidad de animales en el corral y los kilos que deberían consumir cada uno en esta etapa.

En la siguiente tabla, se describe la ración diaria que se le proporciona a cada categoría.

Tabla 10: Raciones diarias para cada categoría (Fuente propia).

RACIÓN DIARIA POR CATEGORIA EXPRESADA EN Kg										
PRODUCTO	FASE 3	FASE 4	GESTACION	LACTANCIA	CACHORRA	DESARROLLO	TERMINADOR	PADRILLO	RECRIA	ENGORDE
EXPELLER DE SOJA	75,5	90	35	77,5	47,7	72,5	52,5	52,5	62,5	35
MAIZ	112	150	205,5	163	190,5	172,5	192,5	190	187,5	215
PROVIMI FASE 3	62,5									
PROVIMI FASE 4		10								
PROVIMI GESTACIÓN			9,5							
ROVIMI LACTANCIA				9,5						
PROVIMI CACHORRA					12					
PROVIMI DESARROLLO						5				
PROVIMI TERMINADOR							5			
PROVIMI PADRILLO								7,5		
TOTAL	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

El secuestrante de micotoxinas se aplica para tratamiento preventivo en una cantidad de 1,2 kg por tonelada y ante casos de micotoxinas se suministra 2,4 kg por tonelada en el alimento de las categorías de gestación y lactancia, la marca comercial utilizada es Notox Reproduction.

Este producto está constituido por Clinoptilolita (heulandita de calcio y potasio, natrolita de sodio y phisilta de sodio, calcio y potasio), montmorillonita sódica natural y un aditivo orgánico. Su composición le confiere una alta capacidad de intercambio catiónico, gran superficie de contacto y una alta estabilidad térmica, asegurando de esta manera su eficiencia en el tracto gastrointestinal del animal.

❖ Comederos

El objetivo que persiguen los comederos dentro de un sistema productivo, es conseguir que el animal disponga y consuma un alimento a libre disposición, fresco, palatable, equilibrado e inocuo, para permitir el consumo óptimo y una buena conversión alimenticia.

En la Imagen 18, se puede apreciar el estado en el que se encuentran los comederos del establecimiento y las pérdidas de alimento por apelmazamiento y desperdicio.



Imagen 18: Tipos de comederos para las distintas categorías dentro del criadero (A) Cerdas de servicio; (B) Padrillos; (C) Engorde; (D) Terminación.

❖ Almacenamiento del alimento

El establecimiento cuenta con un galpón recubierto en su totalidad con chapa acanalada ecológica. En el interior del recinto se almacenan las materias primas y los alimentos

terminados en bolsones de 500kg dispuestos sobre pallets, como así también las bolsas de alimento adquiridas de: núcleos, antibióticos, secuestrantes y antiparasitarios.

En el exterior se encuentran dos silos de almacenamiento de productos a granel (soja y maíz), uno con una capacidad 60.000 kg y el otro de 31.000 kg.



Imagen 19:Galpón de almacenamiento.

(Fuente propia)



Imagen 20:A) Bolsas big bag de 500kg; (B) Silos de almacenamiento

(Fuente propia)

❖ Sanidad

El plan sanitario llevado a cabo en el criadero es manejado por la Médica Veterinaria responsable de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

El establecimiento cuenta con un programa de vacunación rutinario diseñado en función de las enfermedades frecuentes tanto en la granja como en la zona.

Plan básico del establecimiento

- **Cerdas de reposición**

Las cachorras son desparasitadas con ivermectina o doramectina inyectable antes o conjuntamente con la vacunación de parvo-leptospirosis.

La vacuna parvo-leptospirosis: consiste en aplicar dos dosis con un intervalo de 30 días previo al servicio.

- **Cerdas**

Las cerdas multíparas se vacunan con una dosis de parvo-leptospirosis 15 días previos al servicio y son desparasitadas con ivermectina o doramectina inyectable al ser llevadas a las parideras.

- **Padrillos**

A los machos se les administra un complejo vitamínico (Vit A, E, Selenio y aminoácidos esenciales) y se le aplica tres desparasitaciones al año con ivermectina.

Los reproductores se vacunan contra parvovirus y leptospirosis a los 6 meses de edad y se repite la segunda dosis a los 15 días. Luego una vez por año.

- **Lechones**

A los dos días de vida, se le administra hierro dextrano según indicación del laboratorio (1-2 cc intramuscular); y al 3er día se le aplica un coccidiostático (Toltrazuril) vía oral para evitar diarreas causadas por *Isospora suis*.

Durante la lactancia, a los lechones que presentan cuadros diarreicos, se les aplica antidiarreico (*Loperamida*) vía inyectable cada 24 horas hasta que desaparezca el cuadro. A su vez, se les hace un seguimiento para prevenir apariciones esporádicas.

Al momento del destete, se vacunan contra Circovirus (*Circovirus Porcino tipo 2*) y Micoplasma (*Mycoplasma hyopneumoniae*); ambas vacunas se colocan vía intramuscular y son inactivas.

En esta etapa también se realizan las castraciones de los lechones. Se debe tener en cuenta que cuando un animal es sometido a este procedimiento, se debe colocar un antibiótico y un antiinflamatorio. Adicionalmente se desparasita con ivermectina.

Para evitar miasis se le aplica en la zona de intervención curabichera.

En cuanto a las medidas sanitarias que exige SENASA, se realizan controles de Brucelosis y Aujeszky.

Respecto a estas enfermedades, el criadero realiza un muestreo cada 6 meses. Se muestrea una totalidad de 60 animales (30 cerdas madres y 30 capones de edad de 4 meses). Esto no indica que el establecimiento es libre, para ser considerado libre de Brucelosis y Aujeszky se debe sangrar a todos los animales existentes en el establecimiento.



Imagen 21:(A): Aplicación de Ivermectina a hembras preparto (B): Castración.



Imagen 22:Sangrado para Aujeszky.

(Fuente propia)

❖ Sectores afectados

Los sectores más afectados por la presencia de la ZEA, fueron: servicio, gestación y lactancia. A continuación, se comentarán algunos de los signos observados:

En cerdas primerizas prepuberales, se evidenciaron casos de vulvovaginitis caracterizados por enrojecimiento y edema de vulva, aumento en las glándulas mamarias, crecimiento y aumento de tamaño del útero. Como así también prolapsos vaginales.

En cerdas maduras el consumo de esta micotoxina provocó la prolongación del ciclo estral, observándose anestros de 50 días o más.

En cerdas de gestación, se observaron abortos, fetos momificados (Imagen 23), camadas no uniformes (Imagen 24), disminución en el tamaño de las camadas y un incremento en la incidencia de nacidos muertos, débiles y con splay leg (Imagen 25).



Imagen 23:Feto momificado.
(Sabrina Martínez)



Imagen 24:Camada recién nacida.
(Fuente propia)



Imagen 25: Lechones con Splay leg.

(Fuente: Sabrina Martínez)



Imagen 26: Prolapso en cerda.

(Fuente: Sabrina Martinez)

Otros signos observados, fueron:

- Necrosis de cola en varios lechones.
- Lesiones en piel.
- Laminitis en cerdas.

Estos signos pueden deberse a la presencia de Tricotecenos y Ergotamina



Imagen 27:(A): Lechón con lesiones en piel; (B): Necrosis de la cola.

(Fuente propia)



Imagen 28:Cerda con laminitis.

(Fuente propia)

❖ **Análisis de laboratorio**

Se adjuntan como anexos al trabajo, dos informes de laboratorio:

- Certificado de análisis de Ensopigs, año 2017.

Material a analizar: Alimento balanceado, expeller de soja y maíz.

- Certificado de análisis de Provimi Argentina SA, año 2019.

Material a analizar: Maíz

En ambos certificados se puede observar la presencia de micotoxinas y sus respectivas concentraciones (Aflatoxinas, Fumonisina y Zearalenona).

❖ **Diagnóstico general**

Las visitas al establecimiento y las entrevistas realizadas a los médicos veterinarios y al encargado general, me permitieron elaborar el siguiente diagnóstico que refleja de manera sintética los puntos críticos involucrados en la generación y síntesis de micotoxinas en el alimento (abarcando desde el sembradío hasta que llega a ser consumido por el animal).

- **Materias primas y fecha de siembra**

El establecimiento no posee fechas optimas de siembra para el maíz producido en el campo y no cuenta con un programa de control de calidad a la hora de recepcionar las materias primas provenientes de la provincia de La Pampa (maíz y soja).

Durante la entrevista con el Encargado General, el mismo mencionó que hay años en los que la siembra se realiza en el mes de diciembre y que han cosechado granos con % de humedad por encima de 26.

No implementan buenas prácticas agrícolas a la hora de sembrar y cosechar.

- **Instalaciones**

Las instalaciones de almacenamiento (silos y galpón de chapa) no son suficientes para almacenar la totalidad de productos recepcionados y elaborados en la planta.

En el galpón de chapa se observó la presencia de goteras de agua en el techo que daban a los alimentos, generando grumos o apelmazamientos.

En el mismo recinto de almacenamiento se apreció la ausencia de una puerta de cierre, situación que favorece el ingreso de animales invasores (aves, roedores e insectos).

También se vio mucha suciedad, granos y restos de alimentos en el suelo, lo cual contribuye a la aparición de roedores.



Imagen 29:Alimento apelmazado en bolsón big bag.
(Fuente propia)

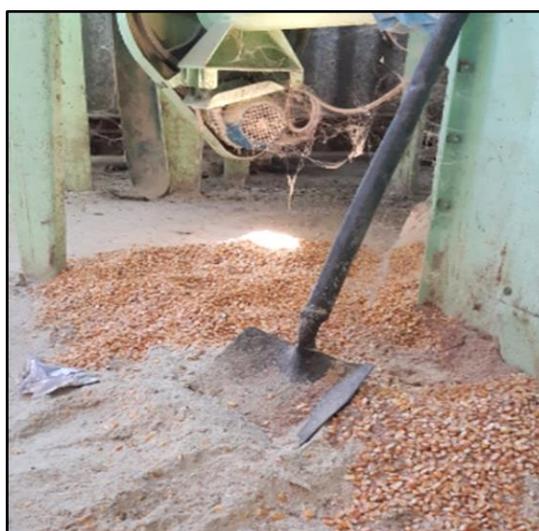


Imagen 30:Restos de maíz.
(Fuente propia)

- **Comederos**

Los comederos vistos en las diferentes categorías, estaban elaborados de manera casera a excepción de maternidad y algunos galpones de recria. Estos contenían restos de alimentos de varios días-meses y no se encontraban limpios.

- **Insumos**

Muchas veces, las materias primas, los alimentos de F1 y F2, el secuestrante de micotoxina y los insumos veterinarios como vacunas, antiparasitarios, antibióticos, entre otros, no llegan en las fechas estipuladas.

- **Personal**

Tras varias recorridas por los distintos sectores productivos, pude apreciar la falta de mano de obra instruida y capacitada para desempeñar las diversas tareas impuestas por la MV. En lo que respecta al personal abocado a la elaboración de alimentos, solo se encuentra una persona en este sector. El mismo se encarga de la limpieza, mantenimiento y formulación de las raciones para cada categoría.

❖ **Análisis FODA**

Como ayuda complementaria al diagnóstico se elaboró un análisis FODA del establecimiento, donde se expresan las fortalezas y debilidades que se poseen y las oportunidades y amenazas a las que se enfrentan.

Tabla 11: Análisis FODA del establecimiento EL CHANGO (Fuente propia).

Fortalezas	Oportunidades
Alimentación por fases (cada fase cubre los requerimientos de la categoría en cuestión).	Posibilidad económica de mejoras en las instalaciones de almacenamiento.
Plan sanitario acorde a la zona y a las enfermedades frecuentes.	Cercanía al frigorífico con habilitación para tránsito federal (más mercado).
Buenas condiciones agroecológicas.	Cercanía a la ruta (comercialización local).
Intensificación en el momento más crítico (maternidad y gestación).	Hectáreas bajo riego disponibles para aumentar la producción propia de maíz.
Señal de telefonía móvil y acceso a internet.	

Debilidades	Amenazas
Pérdidas económicas por suministrar el alimento en comederos no adecuados	Incertidumbre económica por devaluación de la moneda nacional
Disminución en el stock de madres (pasaron de tener 450 madres a 200 madres en 6 meses)	Impacto negativo en los índices reproductivos
Falta de capacitación al personal	Si no se establecen medidas de control y prevención, el establecimiento seguirá teniendo problemas por micotoxinas
Falta de controles de calidad en las materias primas	Aumento en el precio del maíz (principal componente de la dieta)
Mal manejo de efluentes	

❖ Propuestas de mejora

En base a lo observado durante las visitas al establecimiento y al análisis puntual de las Fortalezas, Amenazas, Oportunidades y Debilidades del establecimiento, se desarrollarán a continuación las siguientes propuestas de mejora.

- **Fecha de siembra**

Se recomienda sembrar en una fecha optima acorde a la zona. La fecha de siembra óptima para la zona de Valle Medio es de mediados a fines de octubre. A su vez también se recomienda la utilización de cultivares de ciclo intermedio (117-119 días).

La elección del ciclo del híbrido y la fecha de siembra permiten por un lado ajustar el momento de ocurrencia de la floración, para que posibilite un adecuado llenado de los granos y por el otro lado ayuda a coincidir el periodo de madurez del grano con épocas donde las condiciones meteorológicas son favorables para el secado a campo del mismo.

Si el objetivo de la producción es obtener grano seco, hay que considerar que la conservación del grano se puede realizar sin mayores problemas con una humedad del mismo menor al 14 %, es por eso que, si no se dispone de secadora, hay que esperar a que el grano llegue a esa humedad en el campo para iniciar la cosecha. Si el grano es almacenado con humedades superiores se incrementará el riesgo a la proliferación fúngica durante el almacenamiento.

- **Buenas prácticas agrícolas (BPA)**

La implementación de BPA permitirá reducir la probabilidad de estrés severo en los cultivos en la que algunos hongos responden produciendo altos niveles de micotoxinas.

- **Materias primas**

Se propone establecer un programa de control de calidad de las materias primas que ingresan al establecimiento.

El mismo debe iniciar con una inspección visual o manual para verificar que las materias primas no contengan algún material contaminante ni hayan sido adulteradas. Se debe incluir en la revisión, la apreciación de las características organolépticas y físicas de la materia prima, como: Olor, Color, Densidad, Temperatura, Tamaño, Textura y Humedad. También puede incluirse la determinación de la composición bromatológica, en la cual se determina la cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales, fibra y cenizas. Este último requiere de un laboratorio. Si bien el establecimiento realiza algunos muestreos para determinar las características bromatológicas, la frecuencia de la misma no es la adecuada.

Saber el % de humedad de las materias primas que ingresan al establecimiento, permitirá al productor planificar con anticipación el sistema de almacenamiento a utilizar y los procedimientos a los que deberán ser sometidas.

Para la generación de micotoxinas, la temperatura y la humedad suelen ser los factores más relevantes para su desarrollo, por lo tanto, se deben medir estos parámetros en cada etapa productiva.

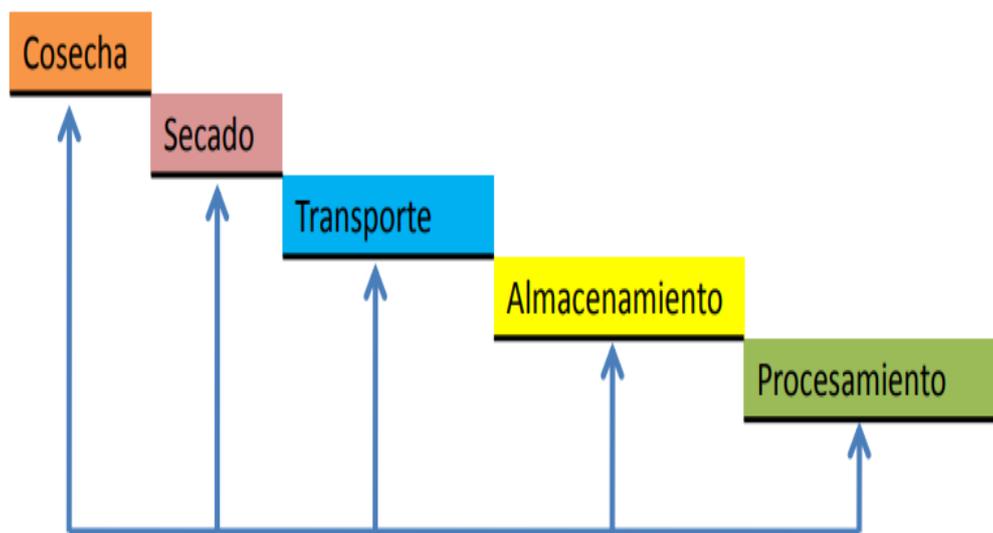


Figura 15:Medición de contenido de humedad
(López, 2012)

- **Instalaciones**

Implementar como actividad de rutina, la limpieza previa y profunda del silo, como así también la del recinto antes de almacenar materias primas, piensos o alimentos.

Ampliar la superficie de almacenamiento del galpón para evitar que queden materias primas o alimentos fuera del mismo.

Colocar una puerta de cierre, evitara el ingreso de roedores, aves, insectos y otros animales al recinto, disminuyendo con ello, el acceso de estos invasores al alimento o la materia prima.

En cuanto a las bolsas big bag de 500 kg sugiero que además de estar sobre tarimas o pallets, sean separadas de las paredes al menos unos 50-60 cm y al menos unos 40 cm entre ellas con el fin de permitir facilidad para las inspecciones y para la limpieza, además de la adecuada aireación del producto.

- **Comederos**

Se propone como solución, la compra de comederos adecuados para cada categoría en los sitios que haga falta. De esta manera se evitarán desperdicios y se verá facilitado el mantenimiento de los mismos. Un buen manejo de los comederos también ayuda a disminuir las pérdidas de alimento. Otro punto a tener en cuenta es la ubicación del comedero, el mismo debe estar resguardado de las inclemencias climáticas (lluvia) y en la parte más alta del corral. Los cerdos no consumen el alimento apelmazado, mojado o fermentado.

En el área de destete y engorde el comedero deberá tener una disposición práctica para evitar desperdicios, y a su vez debe contar con un mecanismo fácil de graduación y regulación, que permita abrir o cerrar la boca de suministro. La boca del comedero no debe tener filos o aristas que lesionen a los cerdos o a los empleados al limpiarlos y retirarlos para su lavado y desinfección.

El número de bocas del comedero debe ser adecuado a la cantidad de cerdos alojados en el galpón.

Las mismas recomendaciones se aplican para los comederos que se encuentran en las padrilleras y en los galpones de las cerdas.

- **Insumos**

La falta de insumos se puede corregir con la acción de prever con anticipación los faltantes, siempre se debe calcular sobre la totalidad de los animales, y contemplar la incorporación de un %.

En caso de incumplimiento por parte de las distribuidoras, cambiar de empresa. Un establecimiento no puede quedarse sin antibióticos y secuestrante de micotoxinas a la hora de formular los alimentos.

- **Personal**

Contratar más personal y capacitarlos para ejercer sus funciones. La mano de obra capacitada incrementa la performance productiva de la empresa y la rentabilidad de la misma.

En la planta de alimentos se necesita contratar una persona más, que pueda colaborar en la formulación de balanceados y ayude con el mantenimiento del lugar, de los silos y el recinto de almacenamiento.

Consideraciones finales

Si el establecimiento implementara buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de almacenamiento probablemente el impacto de las micotoxinas en la unidad productiva sería menor, ya que claramente las debilidades del criadero, se observan en las condiciones de almacenamiento del alimento durante el ciclo productivo del cerdo, y a la falta de un programa de control de calidad.

La determinación de la calidad nutritiva y sanitaria de las materias primas a utilizar en la formulación de raciones, adicionado a el desarrollo y la implementación de un plan HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control, del inglés, Hazard Analysis And Critical Control Point) permitirá identificar y controlar aún más los peligros que puedan atentar contra la inocuidad del alimento destinado al consumo de animales.

La mejor arma para contrarrestar los efectos de estos metabolitos en la salud animal, es la prevención, ya que los sistemas de descontaminación actuales no presentan una buena relación costo/beneficio.

Por otro lado, considero de suma importancia, la incorporación de más personal en las diferentes áreas del establecimiento, como así también la capacitación de los mismos. Esto resulta imprescindible para mejorar la eficiencia de trabajo y lograr una mejora continua en la rentabilidad y gestión de la empresa. Las mismas podrían ser realizadas por los médicos veterinarios que trabajan en el establecimiento.

En cuanto a la infraestructura, la ampliación del galpón de almacenamiento permitiría resguardar la totalidad de materias primas y alimentos recepcionados, disminuyendo con esto la probabilidad de que estos queden a la intemperie expuestos a las inclemencias climáticas, a la proliferación fúngica y a la posterior contaminación con micotoxinas.

Por último, sugiero la realización de muestreos para la determinación de micotoxinas, mínimo 2 veces al año o cada vez que se cambie de proveedor, como así también la

implementación de registros de calidad de las materias primas que ingresan al establecimiento y de los alimentos ya formulados. Esto contribuirá a mejorar la trazabilidad del sistema y a la toma de decisiones.

Conclusión final: experiencia OPP

A lo largo de la elaboración de este trabajo final he ido transitando por distintas etapas en el aprendizaje, desde las búsquedas bibliográficas iniciales hasta la manera de llevar a la práctica lo citado por estas fuentes. He podido vincularme con gente idónea en el tema y técnicos que trabajan en estas áreas tanto en la actividad privada y en instituciones públicas, como nuestra Universidad y el INTA.

A medida que fui avanzando en la realización del trabajo, fui cambiando las propuestas por alternativas más convenientes y factibles de llevarse a cabo en la unidad productiva. Fue un gran desafío poder llevar adelante este informe, debido a la situación actual que hoy nos acontece, una pandemia por SARS-COV-2 y a la magnitud e intensificación del establecimiento. No solo se aplicaron conocimientos adquiridos en la asignatura de Producción Porcina, sino que se tomaron herramientas de diversas asignaturas como lo son: Nutrición Animal, Microbiología, Parasitología, Enfermedades Parasitarias, Enfermedades Infecciosas, Bases Agrícolas y Zootecnia, Patología General, Clínica Hospitalaria en Grandes Animales, entre otras, permitiéndome trabajar de manera holística.

A su vez, tome este trabajo como una superación personal, el cual me preparo un poco más para mi futuro profesional.

Resalto como aspecto positivo haber optado por el estudio de un caso real, un establecimiento que posee esta problemática, en donde fue necesario aplicar una visión integradora del sistema y sus múltiples interacciones entre las dimensiones socioeconómica productiva y ecológica.

Bibliografía

- Accensi, F. (2020). Efecto de las micotoxinas sobre la salud porcina. Obtenido de <https://mycotoxinsite.com>
- Alexopoulos, J.C; Mims, C. W (1985). Introducción a la Micología. Barcelona. Ediciones OMEGA S.A.
- Arellano, J.L. (2003). Métodos de determinación, identificación y control de micotoxinas en ingredientes para la nutrición animal. Asociación Mexicana de nutrición animal (AMENA). Disponible online en: www.produccion-animal.com.ar
- Bernadette, A; Bartosik, R (2013). Manual de buenas prácticas en postcosecha de granos: hacia el agregado de valor en origen. Ediciones INTA.
- Bertani, L. A; Ferrari, L.E. (2007). Atlas del valle medio: mapa geomorfológico y de calidad de las tierras. Universidad del Comahue. República Argentina.
- Borutova, R. (2020). Fumonisin: una amenaza peligrosa y subestimada. Obtenido de: https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/fumonisin-amenaza_peligrosa-subestimada-t45072.htm
- Cabrera Mionetto, A.C. (2017). Hongos toxicogénicos y producción de micotoxinas en silos de sorgo húmedo. Universidad de la República de Montevideo, Uruguay.
- Caicedo, B.E.; Torras, M.D. (2008). Control de micotoxinas en alimentación y salud pública. Tribuna Plural. (15). pp 113-134. Disponible online en: https://raed.academy/wp-content/uploads/2017/10/RAED-Tribuna-Plural-Revista-15_2017.pdf
- Carrillo, L.; Audisio, M.C. (2007). Manual de Microbiología de los Alimentos- Capitulo9. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias. San Salvador de Jujuy.

- Castañeda Sánchez, R.; Chirivella Martorell, J.; Carbonell Baldoví, E. (2012). Micotoxicosis derivadas de la nutrición animal. Revisión del tema. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación (Nereis). 4: 51-61, ISSN: 1888-8550. España.
- Castillo, J.M. (2007). Micotoxinas en alimentos. España. Ediciones Díaz de Santos. Disponible online en: <https://dct.digitalcontent.com.co/sview/default.aspx>.
- Cavaglieri, L. (2016). Nuevas alternativas de control de micotoxinas en alimentos balanceados para cerdos. Chaco. Argentina. Disponible online en <https://razasporcinas.com>.
- Chulze, S. N (2012). Micotoxinas contaminación natural en alimentos para cerdos y efectos en la producción porcina. Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, físico Químicas y Naturales, Universidad nacional de Río Cuarto. Río Cuarto-Córdoba. Conferencia extraída de Memorias del XI Congreso Nacional de Producción Porcina. Salta. Argentina.
- Clemente, G. (2015). ¿Qué son las micotoxinas? Micotoxicosis: Consideraciones Generales. Córdoba. Argentina. Ediciones INTA.
- Córdova, I.; Ramírez, R.; Betancour, S.D.; Jiménez, M.S. (2014). Zearalenona en la alimentación de cerdos con problemas reproductivos. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. 56:213. p58. Disponible online en: <https://www.researchgate.net/publication/28180540>.
- Denli, M; Pérez J.F(2006). Contaminación por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamiento y prevención. En: XXIII Curso de Especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). Barcelona, 2-7. Disponible online en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/micotoxinas%20que%20sabemos.pdf>.

- Echave, S; Reguera Diaz, G.; Pérez Llano, B; García. Micotoxinas y su impacto en la producción porcina. España. Disponible online en: www.ergomix.com.
- Flores, C.M; Zuñiga, R.E.; Manzanares, M.D.; Pineda, A. (2008). Regulación sobre niveles de micotoxinas en alimentos para cerdos. Editores BM.
- Fuentes, E; Carreras, M.E y Lovey R.J(2005). Botánica Agrícola Taxonómica. Córdoba. Brujas.
- Gimeno, A. (2002). Los hongos y las micotoxinas en la alimentación animal, conceptos, problemas, control y recomendaciones. Disponible online en: <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/los-hongos-micotoxinas-alimentacion-t26085.htm>.
- Gimeno, A. (2008). Las fumonisinas y sus efectos indeseables en la producción porcina. Disponible online en: https://www.adiveter.com/ftp_public/A3040708.pdf.
- Gimeno, A. (2009). Los efectos indeseables de algunas micotoxinas en la reproducción porcina. SPECIAL NUTRIENTS, INC., 2766 Douglas Road, Miami, Florida, 33133 USA
- Gimeno, A; Martins, M. L (2011). Micotoxinas y Micotoxicosis en animales y humanos. 3ra edición. 2766 SW Douglass Road, Miami, FL 33133 USA. Special Nutrients Extraído de: <http://specialnutrients.com/pdf/book/3%20edicion%20MICOTOXINAS%20LR%20Secure.pdf>.
- Heredia-Abarca G. (2020). La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. Bioagrobiencias 13(2): 98-108. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pS2RDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA48&dq=hongos+generalidades&ots=SVsPVJU->

- Hernández, E (2016). Captadores de Micotoxinas. II Jornada FEDNA-ANEMBE. Madrid. Sitio Argentino de Producción animal.
- Ledezma, P.B. (2004). Aflatoxinas.Scielo.46(4). Disponible online en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00016002200400040000
- Lescay, D.J. (2015). Patología del cerdo: ergotismo. Disponible online en: <https://www.elsitioporcino.com/articles/2664/patologaa-del-cerdo-ergotismo>.
- López de Cerain, A.; Jiménez, A.M.; Ezpeleta, O.; Bello. (2000). Efectos tóxicos de la Ocratoxina A. Departamento de Bromatología, Tecnología de Alimentos y Toxicología. Facultad de farmacia. Apartado 177. 31080 Pamplona.
- Madrigal. (2009). Efecto de micotoxinas sobre la reproducción de cerdas. Ediciones INTA. Disponible online en: <https://www.produccion-animal.com.ar>.
- Mallmann, C.A; Rauber, R.; Giacomini, L. Factores de formación de las micotoxinas y sus formas de control. Universidad Federal de Santa María, Colombia.
- Manzanares, N.A. (2013). Micotoxinas: Aproximaciones analíticas y metabólicas. Universidad de Granada. España.
- Márquez, R.N. (2016). Repercusiones de las micotoxinas en las cerdas altas productoras. Disponible online en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- Márquez, R.N. (2019). Ergotismo en cerdos (revisión bibliográfica). BMEDITORES.Disponible online en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/ergotismo-en-cerdos-revision-bibliografica-2452>.
- Mayer, A.F. (2016). Hongos que afectan al poroto de soja y otros cereales y su implicancia en la salud animal. Ediciones INTA.
- Mendoza, R.S. et al. (2017). Micotoxinas: ¿que son y como afectan a la salud pública? Digital Universitaria.18(6).

- Montañó N.M; Sandoval A.L; Camargo, S.L; Sanchez, J.M(2010). Los microorganismos pequeños gigantes. Elementos77-15-23. Disponible online: <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411989003.pdf>
- Novoa, J.R.; Díaz, G.J. (2006). Aflatoxins and its mechanisms of toxicity in hepatic cancer. Revista de la Facultad de Medicina.54(2).
- Padilla, M.M(2016). Manual de enfermedades de los cerdos. Universidad Autónoma del estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Perusia, O.; Rodríguez R. (2001). Micotoxicosis. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 12(2). Disponible online en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609911720010002000
- Presello, D.; Fernández, M.; Oviedo.S.(2015). Micotoxinas en granos, un riesgo silencioso para la salud. Ediciones INTA.
- Quesada Diaz, A; Ortega Diaz, A (2011). El cornezuelo de centeno a lo largo de la historia: mitos y realidades. Pasaje a la ciencia 14:16-25. Disponible online en: <http://www.pasajealaciencia.es/2011/pdf/02-ergotismo.pdf>
- Ríoperez, J.; Rodríguez, M.L. (2012). Aflatoxicosis porcina y Sinergia con otras micotoxinas. Disponible online en: www.agronline.es
- Riu, I.; Sanmartín, J.; Martínez, C.; Gonzales, C. (2015). Micotoxicosis, reporte de caso. Optimal Pork Production (OPP). Disponible en: www.anaporc.com
- Rodríguez, A.; Muñoz, A. (2020). Análisis climático de Valle Medio y Rio Colorado, caracterización agrometeorológica y cartografía de suelos. Ediciones INTA.

- Romagnoli, M.; Silva, P.; Incremona, M.; Skejich, P.; Dusso, M. L.; Mijoevich; González, A. (2014). Micotoxinas: Análisis de esta problemática en un grupo de pequeños y medianos productores porcinos del sur de la Provincia de Santa Fe. AGROMENSAJES 38:17-22. Disponible online en: <http://hdl.handle.net/2133/13613>
- Romagnoli, M.S (2006). Las Micotoxinas. ¿qué sabemos sobre esta problemática? bmeditores.mx.
- Smith, J.E; Henderson, R.S (1991). Mycotoxins and animal food. Press, Inc. Corporate Blvd, N.W. Boca Ratón, Florida 33431.
- Sotillo Quiles, A (2013). Efecto de las micotoxinas en la producción porcina. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30071-Murcia. Disponible online en: <http://axonveterinaria.net/>.
- Sotillo Quiles, A. (2016). Efecto de las micotoxinas en la reproducción porcina. Revista Suis.Nº 131. Disponible online en: <https://www.researchgate.net/publication/322426378>
- Stanchi, N.O. (2007). Microbiología Veterinaria. Buenos Aires. República Argentina. Inter. Médica.
- Tapia Salazar, M. et al (2010). Uso de secuestrantes para disminuir la toxicidad de micotoxinas en alimentos para acuicultura. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. Pp 517-529.
- Trabattoni, E. (2016). Efecto de los hongos (micotoxinas) en granos, alimentos y forrajes destinados al consumo animal. Concepción del Uruguay. Disponible online en: www.produccion-animal.com.ar
- Trivelli.H.; Velázquez. (1985). Insectos que dañan granos y productos almacenados. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

- Triviño, J. (2013) Micotoxinas en producción porcina definición, clasificación efectos tóxicos. Disponible en <http://www.ciap.org.ar>
- Trujano, M; Sierra, R.N.; Solorio, S. (2010). Problemas de salud observados en cerdos y su relación con micotoxinas. México. Disponible online en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Problemas%20de%20salud%20observados%20en%20cerdos%20y%20su%20relacion%20con%20micotoxinas.pdf>
- Valles, M. F (2016). Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos.Facultad de ciencias agropecuarias- UNC.
- Wilber, H.; Rodríguez. (2010). Micotoxinas y Aflatoxina B1, un problema en salud animal. Teoría y Praxis investigativa. 5(2).
- Wüst, A. (2006). Impacto de las micotoxinas en la producción sustentable de cerdos en sistemas intensivos. Universidad de Concepción del Uruguay-Universidad de los estudios del Molise.
- Zaviezo, D. (2013). Evaluación de aditivos anti-micotoxinas en la protección de órganos blancos en Aves y cerdos. Special Nutrients, Miami, Florida, USA

Anexos

Anexo I



INFORME DE LABORATORIO

Fecha: 18/07/2017 **Protocolo Nro:** 1707002
Cliente: Binago SA
Atención: Róbaldo Santos
Ref: Muestras enviadas para análisis

Material Recibido: Alimento balanceado, expeller de soja y maíz.
Identificación: Ver tabla con resultados
Fecha Recepción: 07/07/2017

Resultados:

Muestra	Identificación	Identificación ENSOL	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Act. Ureásica	Aflotoxinas (ppb)	Vomitoxinas (ppm)	Fumonísinas (ppm)	Zea raleno nas (ppb)
AB	Alimento Lactancia 27/6/17 Binago S.A.	ABPS1204	13,94	18,31	1,83					
AB	Alimento Gestión 27/6/17 Binago S.A.	ABPS1205	16,14	11,21	2,15					
AB	Alimento iniciador Fase 3 27/6/17 Binago S.A.	ABPS1206	15,29	17,69	4,36					
Expeller de soja	Expeller de soja 27/6/17 Binago S.A.	ESPS547	6,54	41,9	7,45	0,02	5	0,5	<1	25
Maíz	Maíz Binago S.A.	MPS535	2,68	8,15	3,18		5-15	0,5	6	25

Comentarios:
 Valor de referencia Act. Ureásica <0,1

A efectos de administración y gestión interna, informamos que el valor de mercado aproximado para los análisis adjuntos es de: \$20.194,00.-

Atentamente,
 Lic. Clara Rodríguez Pazo

Informe enviado vía e-mail y fax

Nutrición Animal
 Av. De los Constituyentes 1742
 Buenos Aires - Tortugas
 Tel: (0220) 62 - 7333
 Fax: (0220) 62 - 7333 int: 185

Anexo II



Provimi Argentina SA
 Ov. Lagos 1957
 2600 Venado Tuerto
 Santa Fe
 Argentina
 Fabiana_Viti@cargill.com
 Guillermo_Uberti@cargill.com

Certificado de Análisis

Muestra: 125198 DAR 9 DE JULIO SA
 Identificación: BINAGO SA
 Ingrediente: 1211111010 MAIZ GRAND
 Proveedor: PC1000364 No Identificado Argentina
 Envase de las Muestras: Bolsa plastica Especies: Cerdos
 Condición de recepción: Aceptable
 Consultor: Eduardo Santilli

Análisis	Base Humeda	Base Seca	Método
Materia Seca (%)	89.5	100.0	NIR-003
Humedad (%)	10.5	0.0	NIR-003
Proteína (%)	6.4	7.2	NIR-003
Zearalenona (ppb)	79	88	MYC-013
Aflatoxinas totales (ppb)	< 2		MYC-013

Método

NIR-003: NIRS
 MYC-013: Método rapido

Comentarios:

Fecha de Recepción: 19/Dec/2019
 Fecha de Ingreso : 19/Dec/2019
 Fecha de Aprobación: 27/Dec/2019 Aprobado por: Fabiana Viti
 Fecha de Impresión: 27/Dec/2019

La reproducción de parte de este informe solo está permitida con permiso por escrito de Provimi Argentina S.A.
 Los datos de provisión del (de los) método(s) de ensayo aplicados se suministrarán bajo petición.
 Los resultados están relacionados sólo con la muestra recibida. La muestra permanecerá en el archivo del laboratorio por 48 días desde el ingreso de la muestra.

Anexo III

Registros del establecimiento EL CHANGO, correspondientes al año 2019.

SEMANA	PARTOS	NAC. V	NACIDOS MUERTOS	NACIDOS MOMIAS	MUERTOS PARIDERAS	MUERTOS JAULA	SS	INSEMINACIÓN
07-ene	15	178	23		11	45	14	10
14-ene	12	126	17		12	32	7	10
21-ene	14	143	9		17	50	9	13
28-ene	14	152	5		15	40	13	7
04-feb	19	209	15		5	50	12	10
11-feb	11	113	10		3	54	9	14
18-feb	9	89	23		26	48	8	16
25-feb	20	202	18		14	63	5	14
04-mar	13	126	14		12	32	15	0
11-mar	12	131	14		9	35	9	13
18-mar	13	155	21		4	41	8	14
24-mar	14	133	15		31	29	9	14
01-abr	12	105	8		12	31	18	0
08-abr	19	212	9		2	39	10	14
15-abr	12	118	16		24	56	11	14
22-abr	11	125	9		0	43	12	14
29-abr	16	166	5		0	36	12	14
06-may	15	167	20		3	50	13	14
13-may	9	90	12		4	28	14	10
20-may	14	137	18		7	27	9	14
27-may	16	152	24		2	25	13	14
03-jun	15	158	5		1	36	12	14
10-jun	21	187	27		8	55	10	13
17-jun	14	124	15	0	3	43	10	14
24-jun	10	116	7	4	1	37	10	12
01-jul	12	130	14	2	12	34	19	14
08-jul	14	131	9	3	16	23	8	12
15-jul	17	183	17	1	23	32	8	14
22-jul	14	162	12	0	9	35	5	14
29-jul	13	148	7	4	16	37	7	14
05-ago	13	121	10	0	2	40	4	9
12-ago	22	237	0	0	2	28	6	14
19-ago	22	240	0	0	1	71	11	14
26-ago	19	170	0	0	2	37	10	14
02-sep	21	227	4	0	13	39	10	14
09-sep	20	223	0	0	3	63	9	14

16-sep	20	210	2	0	1	26	10	14
23-sep	16	165	19	2	1	32	11	14
30-sep	20	222	12	3	27	32	10	14
07-oct	17	190	8	0	19	20	5	18
14-oct	17	147	6	2	12	28	10	14
21-oct	9	105	9	5	11	21	12	14
28-oct	18	177	24	2	16	27	10	14
04-nov	21	194	15	3	36	16	10	14
11-nov	12	119	6	2	16	31	10	14
18-nov	17	180	9	5	17	19	11	14
25-nov	10	99	8	0	12	31	11	14
02-dic	14	144	11	0	8	43	25	0
09-dic	15	157	6	3	4	26	24	0
16-dic	21	216	7	2	25	29	10	15
23-dic	17	149	13	3	18	31	9	11
30-dic	16	133	11	2	11	12	12	11

Anexo III

Gama de productos secuestrantes y su descripción (Nutrinew,2015).

PRODUCTO	COMPOSICIÓN	DOSIS	EFICACIA ESPECÍFICA SOBRE EL TIPO DE MICOTOXINA	INFORMACIÓN RELEVANTE DEL FABRICANTE
Adidetox*	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentonita ✓ Manano-oligosacáridos (pared de levaduras) ✓ Sepiolita 	0,5 - 2 kg/Tm	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aflatoxina B1 ✓ Zearalenona ✓ Fumonisina B1 ✓ Deoxivalenol ✓ Ocratoxina A 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solución de alta eficacia y amplio espectro ✓ Adiveter realiza a sus clientes análisis de biomarcadores en hígado para verificar la eficacia de los secuestrantes
Afladetox*	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentonita ✓ Kieselguhr ✓ Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 	1- 5 kg/Tm		
Minazel* Plus	Complejo orgánico-mineral: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Clinoptilolita modificada tecnológicamente con cadenas orgánicas 	1-2 kg por tonelada de alimento, para todas las especies	Adsorción de micotoxinas polares y apolares: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aflatoxina B1 ✓ Ocratoxina A ✓ Zearalenona ✓ Fumonisina ✓ Toxina T2 	El fabricante es una empresa dedicada a la producción y distribución a nivel nacional e internacional de productos nutricionales, aditivos y premezclas
Quimitox*	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arcilla sepiolítica ✓ Bentonita ✓ Tierra de diatomeas ✓ Levadura <i>S.cerevisiae</i> desecada ✓ Aceite vegetal 	0.5-3.0 kg/Tm en pienso o materia prima, para todas las especies	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A la dosis media de 1 kg/TM, elevado nivel de captación para Aflatoxina B1, Fumonisina B1 y Toxina T2 ✓ Nivel medio de captación para Zearalenona, Vomitoxina y Ocratoxina 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adsorbente de micotoxinas de amplio espectro ✓ Protege frente a las principales micotoxinas que afectan a la producción animal
Mycofix* Plus 5.E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sustancias para la reducción de las micotoxinas en pienso, aflatoxina b1: 1m558 bentonita ✓ Sustancias para la reducción de las micotoxinas en pienso, deoxivalenol (don): 1m01, cepa de microorganismos dsm 11798 de la familia coriobacteriaceae (biomin BBSH 797) 	Dosis preventiva de 0,5 a 0,750 g/ Tm de pienso. Dosis terapéutica de 1 a 2 kg/Tm de pienso. Uso en reproductoras, verracos y lechones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deoxivalenol, t-2 ✓ Zearalenona ✓ Fumonisina ✓ Ocratoxinas ✓ Aflatoxinas ✓ Ergot ✓ HT-2 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producto modular con acción adsorbente con protector hepático y sustancias inmunostimulantes ✓ Incluye dos componentes registrados según la legislación europea: componente adsorbente y bacteria bsh frente a deoxivalenol (vomitoxina) ✓ Biomin es la única empresa en Europa que tiene dos registros: como adsorbente y como detoxificador de deoxivalenol mediante la bacteria bsh
Mycofix*Select 5.E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sustancias para la reducción de las micotoxinas en pienso, Fumonisina, 1m03 Fumonisina Estearasa E.C. 3.1.1.87 30.000 U agente antiapelmazante: kieselgur, e551c harina de algas 	Dosis preventiva de 0,5 a 0,750 g/ Tm de pienso. Dosis terapéutica de 1 a 2 kg/t de pienso. Uso indicado en cebo		
Mycofix*Secure 5.E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sustancias para la reducción de las micotoxinas en pienso, aflatoxina b1: 1m558 bentonita ✓ Agente antiapelmazante: kieselgur, e551c ✓ Levaduras inactivadas ✓ Harina de algas 	Dosis de 1 a 3 kg/t de pienso. Uso indicado en rumiantes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aflatoxinas ✓ Fumonisina ✓ Ergot ✓ Ocratoxinas 	
ENA-DETOX Plus	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extractos de plantas - Aditivo saborizante (Zb) ✓ Bentonita 1m558 >70% esmectita (montmorillonita dioctaédrica) ✓ Oligosacáridos (MOS + β-glucanos) procedentes de <i>S.cerevisiae</i> ✓ E551c Tierra de diatomeas 	Dosis recomendada: 0,5 - 1-5 kg / Tm de pienso Dosis máxima permitida: 66 kg/Tm de pienso Dosis máxima en avicultura: 16 kg/Tm	Detoxificación hepática de todas las toxinas incluidas micotoxinas, toxinas bacterianas, metabolitos de fármacos, nitratos y nitritos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combinación de productos con estructura multiespacial con alta porosidad y superficie de contacto ✓ Permite eliminar las sustancias responsables del empeoramiento de índices productivos ✓ Con efecto positivo sobre la mucosa intestinal ✓ Consigue la eliminación de acúmulos de sustancias indeseables en órganos
Eribond Plus	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentonita 1m558 >70% esmectita (montmorillonita dioctaédrica) ✓ Oligosacáridos (MOS + β-glucanos) procedentes de <i>S.cerevisiae</i> ✓ E551c Tierra de diatomeas 	Dosis recomendada: 2-5 kg / Tm de pienso. Dosis máxima permitida: 40 Kg/Tm de pienso Dosis máxima en avicultura: 10 Kg/Tm		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combinación de productos con estructura multiespacial con alta porosidad y superficie de contacto ✓ Permite eliminar las sustancias responsables del empeoramiento de índices productivos ✓ Con efecto positivo sobre la mucosa intestinal

Toxy-Nil® Dry	<ul style="list-style-type: none"> Aluminosilicatos (bentonita 1m558) Extractos de levadura 	1-5 kg/Tm	Micotoxinas polares y no polares	<ul style="list-style-type: none"> Producto de perfil básico para una protección standard
Toxi-Nil Plus®	<ul style="list-style-type: none"> Aluminosilicatos (bentonita 1m558) Extractos de levadura Antioxidantes celulares Inmunoestimulantes 	0,5-2,5 kg/Tm		<ul style="list-style-type: none"> Producto secuestrante de micotoxinas Proporciona un refuerzo inmunario Evita la oxidación celular generada por los radicales libres de las micotoxinas
Unike Plus®	<ul style="list-style-type: none"> Aluminosilicatos (bentonita 1m558) Extractos de levadura Antioxidantes celulares Inmunoestimulantes Protectores hepáticos y renales 	0,5-2,5 kg/Tm		<ul style="list-style-type: none"> Producto de alta gama secuestrante de micotoxinas Proporciona protección de los órganos diana de las micotoxinas (hígado y riñón) Mejora el sistema inmunario Evita la oxidación celular
Humín Plus	<ul style="list-style-type: none"> Ácidos húmicos 	Lechones, cerdos y cerdas: 1,5 a 2,0 kg/Tm	Producto muy eficaz para secuestrar micotoxinas, endotoxinas y esotoxinas	<ul style="list-style-type: none"> Elimina las restas de glicosato que hay en los animales Tiene una actividad antibacteriana, y estimula el sistema inmunario
MT.X+	<ul style="list-style-type: none"> Montmorillonita Montmorillonita intercalada Tierra de diatomeas Paredes celulares de levadura Extractos de algas 	Incorporar homogéneamente en la ración total, de 0,5 a 2,5 Kg/Tm de pienso, dependiendo de la contaminación	Adsorbe micotoxinas de gran tamaño, como DON, FB1 y ZEA, así como micotoxinas más pequeñas como AFB1 y OTA	<ul style="list-style-type: none"> Protege eficazmente el sistema inmune de los animales frente a la agresión de micotoxinas, mejorando la salud de la granja, la rentabilidad y la reproducción
TSX	<ul style="list-style-type: none"> Aditivos Vitamina E (3a700): 5 000 UI Antioxidantes E-321 BHT: 15 000 mg/kg Reductores de la contaminación de los piensos por micotoxinas: Aflatoxina B1: 1m558; Bentonita-Montmorillonita 200 000 mg/kg Antiaglomerantes: E-562 Sepiolita 50 000 mg/kg; 1m558i Bentonita 200 000 mg/kg Mezcla de sustancias aromáticas Ingredientes: Carbonato de calcio, Paredes celulares de levadura, pulpa de remolacha, extractos vegetales 	1 a 5 kg/T En función del tipo, nivel de contaminación y sensibilidad de la especie al tipo de contaminación encontrada	Contrastada tanto <i>in vivo</i> como <i>in vitro</i> para diferentes familias de micotoxinas: Aflatoxinas, tricotecenos (Vomitoxina, Toxina T2, Monoacetoxisipemol, Diacetoxisipemol, Deoxynivalenol, Nivalenol), Zearalenona, Fumonisina, Ocratoxina, Citrina, Patulina, Ácido Tenuazónico y cidapiazónico	<ul style="list-style-type: none"> Solución completa con cuatro modos de actuación que trabajan de manera sinérgica: <ul style="list-style-type: none"> Función de secuestro: evaluada <i>in vivo</i> para luchar contra todas las familias de micotoxinas polares Detoxificación: incrementa la producción de las enzimas hepáticas encargadas de la detoxificación de todas las familias de micotoxinas, punto clave que le permite ser eficaz independientemente del tipo de contaminación Efecto antiinflamatorio: Protege de los radicales libres que se generan como consecuencia de los procesos de detoxificación y que generan estrés oxidativo sobre las células Refuerzo inmunario: Para compensar la depresión inmune que se genera en todo tipo de contaminación por micotoxinas.
MycAD AZ	<ul style="list-style-type: none"> Aluminosilicatos con un proceso de activación para mejorar la eficacia secuestrante 	1 kg/Tm	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxina Fumonisina Zearalenona Ocratoxina Toxina T2 Vomitoxina 	<ul style="list-style-type: none"> Producto recomendado para protección de amplio espectro Proporciona protección contra endotoxinas
MycAD DF	<ul style="list-style-type: none"> Aluminosilicatos 	2,5 kg/Tm	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxina Fumonisina Ocratoxina Toxina T2 	<ul style="list-style-type: none"> Producto recomendado para uso básico, en especial pollos de engorde
Neutox®	<ul style="list-style-type: none"> Complejo hidratado de Aluminio y Magnesio silicatos Pared celular de levadura purificada (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) rico en β-glucanos y mananos Tierra diatomea Kieselsgur Ácido orgánico (Propionato de calcio) 	Preventivamente usar 0,5 kg/Tm En tratamiento usar 1-2,5 kg/Tm	<ul style="list-style-type: none"> Micotoxinas Polares: Aflatoxina, Ocratoxina y Fumonisinas Micotoxinas No Polares: Zearalenona Trichothecenos: Deoxynivalenol (DON/Vomitoxin), T2 Hongos 	<ul style="list-style-type: none"> Recomendado en piensos de reproductoras, lechones y avicultura Combinación de adsorción química y física con baja tasa de inclusión
Sorbatox	<ul style="list-style-type: none"> Complejo de aluminosilicato de sodio y calcio de origen caolínico 	1-2,5 kg/Tm	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxinas, fumonisinas y ocratoxinas Reduce la gravedad de micotoxicosis por <i>Fusarium</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Especialmente importante en rumiantes No capta nutrientes u otras moléculas complejas, distintas de las micotoxinas Protege el sistema inmunológico de los daños debidos a micotoxinas
TOXFIN™	<ul style="list-style-type: none"> Bentonita (1m558) Sepiolita (E562) 	Pollos y porcino: 1-3 kg/Tm Rumiantes: 20-50 g/animal/día	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxina Fumonisina Ocratoxina Ergot 	<ul style="list-style-type: none"> Captador de micotoxinas de amplio espectro especialmente diseñado para unirse a éstas y promover su excreción vía gastrointestinal
TOXFIN™ XL	<ul style="list-style-type: none"> Bentonita (1m558) Sepiolita (E562) Leonardita 	Pollos y porcino: 0,5 - 2,5kg/Tm Rumiantes: 20-50 g/animal/día	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxina Tricotecenos Zearalenona Fumonisina Ocratoxina Ergot 	<ul style="list-style-type: none"> Potente adsorbente de micotoxinas de amplio espectro especialmente diseñado para controlar, uniéndose a las micotoxinas y promoviendo su excreción vía gastrointestinal Incluye una bentonita (1m558) según normativa europea 1060/2013 como adsorbente de aflatoxina B₁, una sepiolita específica con una actividad demostrada simultánea a diversas micotoxinas, y la leonardita, según una solicitud de patente pendiente de licencia, con una alta afinidad por la unión principalmente ZEA y también OTA y T-2 Eficacia probada en ensayos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>
TOXFIN™ Supreme	<ul style="list-style-type: none"> Sepiolita (E562) Leonardita 	Todas las especies : 0,5-2 kg/Tm Rumiantes : 20-40 g/animal/día	<ul style="list-style-type: none"> Tricotecenos Zearalenona Ocratoxina 	<ul style="list-style-type: none"> Potente adsorbente de micotoxinas de amplio espectro especialmente diseñado para controlar, uniéndose a las micotoxinas y promoviendo su excreción vía gastrointestinal Incluye una elevada cantidad de sepiolita activada específicamente con un amplio espectro de actividad probada y una alta cantidad de Leonardita Esta fórmula es especial dado que tiene un amplio espectro de actividad sobre todas las micotoxinas pero con una capacidad mayor sobre zearalenona Su mayor actividad lo hace específica para su uso en animales susceptibles, tales como animales reproductores y animales jóvenes Eficacia probada en ensayos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>
Novasorb®	<ul style="list-style-type: none"> Bentonita Montmorillonita Sepiolita 	Animales de primera edad: 1 a 3 Kg/Tm Resto de piensos: 1 a 2,5 kg/Tm Vacas de leche: 15 a 30 g/ animal/día	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxinas T2 	<ul style="list-style-type: none"> Posee propiedades free-flowing que favorecen los procesos demecido y granulado El producto se activa al ponerse en contacto con las jugos digestivos, ejerciendo su acción secuestrante a nivel del aparato digestivo, formando un complejo insoluble y estable
Novasorb® Plus	<ul style="list-style-type: none"> Bentonita Montmorillonita Sepiolita Manano oligosacridos 	En ovejas y cabras: 2,5 a 5 g/ animal/día	<ul style="list-style-type: none"> Aflatoxina Fumonisina Zearalenona Ocratoxina Toxina T2 Vomitoxina 	

