



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2170>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado***

***Evaluation of an adsorbent of aflatoxins b1 as an additive in the elaboration of concentrate***

***Avaliação de um adsorvente de aflatoxina b1 como aditivo na produção de concentrado***

Bethy Aracely Freire-Cazco <sup>I</sup>

[aracelyfreire02@gmail.com](mailto:aracelyfreire02@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-9802-1074>

Byron Enrique Borja-Caicedo <sup>II</sup>

[be.borja@uta.edu.ec](mailto:be.borja@uta.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6659-8557>

Luis Agustín Condolo-Ortiz <sup>III</sup>

[luis.condolo@epoch.edu.ec](mailto:luis.condolo@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4811-116X>

Julio Cesar Benavides-Lara <sup>IV</sup>

[jbenavides@epoch.edu.ec](mailto:jbenavides@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4747-1734>

**Correspondencia:** [aracelyfreire02@gmail.com](mailto:aracelyfreire02@gmail.com)

\***Recibido:** 30 de junio de 2021 \***Aceptado:** 15 de julio de 2021 \* **Publicado:** 10 de agosto de 2021

- I. Ingeniera Zootecnista, Investigadora independiente, Riobamba, Ecuador.
- II. Médico Veterinario Zootecnista, Master en Zoonosis y Salud Pública "One Health", Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- III. Médico Veterinario Zootecnista, Docente Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniero Zootecnista, Docente Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar un adsorbente de aflatoxinas B1 como aditivo en la elaboración de concentrado, los análisis se realizaron en el Laboratorio de Biotecnología Animal, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, las unidades experimentales estuvieron compuestas de un kilogramo de la mezcla de los ingredientes, es decir 48 cultivos de hongos, con muestras de materia prima. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar DCA en arreglo combinatorio donde el Factor A: fueron los niveles de Diatramic y el Factor B los ingredientes (maíz, polvillo de arroz, afrecho de trigo y soya). Al valorar el adsorbente Diatramic en niveles de 1,5% y 2% como secuestrante de aflatoxinas B1 se aprecia disminución de mohos en el concentrado tanto pre-aplicación (57500 UFC), como a los 20 días (41666,67 UFC). Los valores más altos de mohos se aprecian en el maíz en todos los tiempos evaluados sobre todo a los 30 días con 105833,333 UFC, lo mismo ocurre para levaduras que reportaron el mayor contenido en el maíz a los 20 días con 1023333,333 UFC, que superan ampliamente con los límites exigidos por las normas INEN, por lo que se concluye aplicar tierra de diatomea como aditivo para evitar la proliferación de las aflatoxinas B1, en el maíz, polvillo, afrecho de arroz y soya debido a que son los componentes importantes en la formulación de una dieta que contengan las suficientes fuentes de nutricionales para la alimentación animal.

**Palabras claves:** Diatomea; aflatoxina; hongos; normas inen; balanceado.

## Abstract

This research focused on evaluating an aflatoxin B1 adsorbent as an additive in the preparation of concentrate. The analyzes were carried out in the Animal Biotechnology Laboratory of the Faculty of Animal Sciences of ESPOCH. The experimental units were composed of one kilogram of the mixture of ingredients, that is 48 mushroom cultures, with samples of raw materials. A Completely Random Design CRD was applied in a combinatorial arrangement where the levels of Diatramic were factor A and the ingredients (corn, rice powder, wheat bran and soy) were factor B. When evaluating the Diatramic adsorbent at levels of 1.5% and 2% as aflatoxin B1 sequestrant, a decrease in molds was observed in the concentrate, both pre-application (57500 CFU) and after 20 days (41666.67 CFU). The highest values of molds are seen in corn all times it was evaluated, especially at 30 days with 105833,333 CFU. The same happens with yeasts that reported the

highest content in corn at 20 days with 1023333,333 CFU. This widely exceed the limits required by the INEN standards. It is recommended to apply diatomaceous earth as an additive to prevent the proliferation of aflatoxins B1, in corn, dust, rice bran and soybeans because they are important components in a diet that contains sufficient sources of nutrition for animal feed.

**Keywords:** Diatomea; aflatoxin; fungo; inen standars; balanced.

## Resumo

O objetivo da investigação foi avaliar um adsorvente de aflatoxina B1 como aditivo na produção de concentrado. As análises foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia Animal da Faculdade de Ciências Pecuárias da ESPOCH, as unidades experimentais foram compostas por um quilograma da mistura de ingredientes, ou seja 48 culturas fúngicas, com amostras de matéria-prima. Um DCA de desenho completamente aleatório foi aplicado num arranjo combinatório onde o Factor A era os níveis Diatrâmicos e o Factor B os ingredientes (milho, arroz em pó, farelo de trigo e soja). Ao avaliar o adsorvente Diatramic a níveis de 1,5% e 2% como sequestrante de aflatoxina B1, observou-se uma diminuição dos bolores no concentrado tanto antes da aplicação (57500 UFC) como após 20 dias (41666,67 UFC). Os valores mais elevados de bolores são sempre observados no milho avaliado, especialmente aos 30 dias com 105833.333 UFC, o mesmo acontece com as leveduras que relataram o maior teor em milho aos 20 dias com 1023333.333 UFC, o que excede em muito os limites exigidos pelas normas INEN, Por conseguinte, conclui-se aplicar terra de diatomáceas como aditivo para evitar a proliferação de aflatoxinas B1, no milho, pó, farelo de arroz e soja, porque são componentes importantes na formulação de uma dieta contendo fontes nutricionais suficientes para a alimentação animal.

**Palavras-chave:** Terra de diatomáceas; aflatoxina; fungos; padrões inen; ração..

## Introducción

Las aflatoxinas suponen un grave peligro para la salud humana y del ganado, son sustancias tóxicas producidas por algunas clases de hongos como es el caso de los mohos, que están presentes de forma natural en todo el mundo; pueden contaminar los cultivos de alimentos de cualquier naturaleza y suponen un grave peligro para la salud humana y del ganado, además de una

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

importante carga económica, pues hacen que cada año se destruya un 25% o más de los cultivos mundiales de alimentos, (Castaing, 2008, p. 21)

Los alimentos se contaminan cuando los hongos se desarrollan durante la cosecha, el almacenamiento o el procesamiento de los alimentos. Los cultivos que se contaminan frecuentemente son: maíz, sorgo, cebada, trigo, centeno, millo, arroz, maní, nueces y semillas de algodón. La contaminación con micotoxinas en los granos generalmente es un proceso aditivo; puede iniciarse en el campo, aumentar durante la cosecha y operaciones de secado y continuar acumulándose durante el almacenamiento, (Gimeno, 2003, p. 25)

Las tierras de Diatomea o diatomitas son silicatos no arcillosos que se componen de 87 a 91% de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y cantidades no despreciables de óxido de aluminio y férrico. Por sus propiedades específicas como el alto contenido de silica, baja densidad y conductividad y su estructura porosa, tienen diferentes usos de los que se destacan: el poder insecticida, como quelante de metales pesados y contaminantes orgánicos en diferentes, como material aislante y como absorbente/adsorbente, (Castaing, 2008, p. 21)

Se Atribuyen la característica de absorción/adsorción de las tierras de Diatomea, al hecho que en su superficie se encuentran grupos radicales con gran poder activo llamados grupos silanol, que pueden reaccionar fácilmente con gran cantidad de compuestos orgánicos polares y grupos funcionales de diferentes compuestos químicos. No existe evidencias de algún efecto toxico crónico o agudo producido por la tierra de Diatomea al ser ofrecida a animales mamíferos, (Contreras, 2009, p. 25). Por lo expuesto los objetivos fueron, (Novoa, 2006, p. 15): Valorar el adsorbente Tierra de Diatomea en niveles del 1%, 1,5% y 2% como atrapador de aflatoxinas B1 en maíz, soya, polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizados para la elaboración de alimento concentrado

### **Materiales y Métodos**

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Animal, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, la misma que se encuentra ubicada en la panamericana Sur km 1 ½ vía a Guayaquil en la Provincia de Chimborazo en el cantón Riobamba

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 48 cultivos de hongos, con muestras de materia prima que se utilizó en la elaboración de concentrado. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar DCA en arreglo combinatorio de factores donde el:

**Factor A:** niveles de Diatramic (Tierra de Diatramic)

**Factor B:** ingredientes: maíz, polvillo de arroz, afrecho de trigo y soya

Para el desarrollo de esta investigación se procedió a recolectar muestras de maíz, polvillo de arroz, afrecho de trigo y soya, posteriormente se procedió al análisis en el laboratorio mediante un kit de Elisa para determinar aflatoxinas B1 y por último se analizaron las muestras y se tomaron los datos que nos permitió saber cuál es el nivel óptimo de inclusión de Diatramic que inhibió la formación de micotoxina.

### Metodología de evaluación

#### *Determinación de la incidencia de Mohos (método de cuenta en placa)*

El procedimiento para seguir fue:

Se pesa el agar Sabouraud 65g/ litro de agua y se mide 200 ml de agua destilada la cual se coloca en un frasco hermético y se lo tapa. Posteriormente se calienta en un agitador magnético y se esteriliza el medio de cultivo en la autoclave. Se colocar 15 ml del medio de cultivo en una caja Petri y se añade 1g de muestra de la materia prima (maíz, soya, polvillo de arroz y afrecho de trigo).

Se Colocar los tubos de ensayo en la gradilla y añade 9ml de agua destilada 3 por cada tratamiento, se colocar 1g de muestra en el tubo de ensayo, se agita y se obtiene 1ml de la disolución y colocar en otro tubo con 9 ml de agua destilada, agitar nuevamente hasta obtener 1 ml de la nueva disolución y colocar en el tubo de ensayo 3, agitar con una pipeta desechable tomamos un ml de la disolución y colocamos en la caja Petri con la ayuda de una aza de cristal esparcimos la muestra por toda la caja Petri y tapamos la misma, Finalmente colocamos en la estufa a 26°C durante 72 horas y procedemos a contabilizar las colonias de mohos y levaduras formadas

#### *Determinación de Aflatoxinas B1 por el Método Elisa*

La aflatoxina B1 (AFB1), es altamente estable en medio ácido del tracto digestivo y son absorbidos en el intestino para luego adherirse a sus receptores en el hígado y otros tejidos, la técnica Elisa implica la interacción de antígenos Aflatoxina B1 con los anticuerpos monoclonales de elevada

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

especificidad ligados a la superficie de los micro-pocillos o de relleno en una micro columna. La muestra molida con un tamiz de 0,5 mm se extrae con una mezcla metanol agua 20:80 y se purifica con cloroformo-agua. Sobre la fase orgánica se realiza la prueba Elisa. La lectura del color desarrollado por la prueba puede leerse a simple vista o con la ayuda de un espectrofotómetro para obtener resultados cuantitativos. Para muestras con niveles superiores a 50 ppb, el extracto debe diluirse, (Dilkin, 2000, p. 25)

El principio de este tipo de ELISA se basa en la competencia de la micotoxina presente en la muestra y en el conjugado (micotoxina marcados con enzima, generalmente la peroxidasa, también la fosfatasa alcalina y  $\beta$  – galactosidasa) por los mismos sitios de enlace presentes en el anticuerpo inmovilizado en la superficie sólida. Debido a que la concentración de conjugado y anticuerpo son constantes, la intensidad del color es inversamente proporcional a la concentración de micotoxina. El anticuerpo contra micotoxina se inmoviliza en un soporte insoluble (esfera o tubo de poliestireno, esfera de nylon o tarjeta de material plástico, o bien placa para microtitulación). Lavado para eliminar los anticuerpos fijados deficientemente o no fijados.

### ***Procedimiento***

Se adiciona del conjugado y la muestra en estudio (para detectar micotoxina), Paralelamente, se añade únicamente conjugado. Se lava para eliminar los antígenos que no hayan reaccionado con el anticuerpo y se agrega un substrato peróxido de hidrogeno que actúa como un oxidante cromógeno. La enzima del conjugado al actuar sobre el substrato determina la reacción entre el anticuerpo y la micotoxina del conjugado, luego se añade la solución de “stop”.

Lectura visual o colorimétrica (espectrofotómetro) del producto final coloreado de ambas pruebas y se comparan los resultados. Si las lecturas de ambas pruebas son análogas, el antígeno de la muestra en estudio no tiene nada que ver con los anticuerpos empleados para tapizar el soporte. Si hay diferencia en las lecturas de ambos pocillos, el antígeno de la muestra en estudio está relacionado serológicamente con el anticuerpo empleado para tapizar el soporte y la diferencia de densidad óptica, es proporcional a la concentración del antígeno problema en la muestra.

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

## Resultados y Discusión

### *Incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo por efecto del nivel de aditivo Diatramic como agente secuestrante*

La valoración inicial, de la incidencia de mohos reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), estableciéndose los resultados más altos en el grupo control, con 169166.67 UFC/ g-1, mientras que las respuestas más bajas fueron en las muestras con 1.5 %, con 57500 UFC/ g-1 mohos. A los 10 días de análisis de la incidencia de mohos del concentrado, no se reportó diferencias estadísticas ( $P > 0.19$ ), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de Diatramic, determinándose los valores más altos en los concentrados a los que se adicionó 1.5 % de Diatramic con 75833.3333 UFC/ g-1, mientras tanto que los resultados más bajos fueron los reportados en el tratamiento control), con 40833.3333 UFC/ g-1.

En el análisis de la incidencia de mohos a los 20 días o no se evidenció diferencias estadísticas, reportando los valores más altos en el tratamiento T2 (1.50 %), con 67500 UFC/ g-1, mientras tanto que el valor más bajo fue reportado en el tratamiento T3 (2%), con 41666.6667 UFC/ g-1. Como se indica en la tabla 1.

Finalmente, los resultados obtenidos al analizar la incidencia de mohos a los 30 días, no registró diferencias estadísticas ( $P > 0.36$ ), logrando un valor superior al adicionar 1% de diatramic, con 50000 UFC/ g-1, mientras que los valores más bajos fueron reportados en el tratamiento control con 19166.66 UFC/ g-1.

**Tabla 1:** Evaluación de la Incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, por efecto del nivel de aditivo Diatramic, como agente secuestrante

VARIABLES	NIVELES DE DIATRAMIC COMO ADSORBENTE								Prob	Sign
	0% T0		1% T1		1.50% T2		2% T3			
Presencia de Mohos pre-aplicación	169166.7	a	79167	b	57500	b	65833.3	b	0,001	**
Presencia de Mohos a los 10 días	40833.33	a	73333.33	a	75833.3333	a	60833.3333	a	0.19	ns
Presencia de Mohos a los 20 días	53333.33	a	42500	a	67500	a	41666.6667	a	0.05	ns
Presencia de Mohos a los 30 días	19166.67	a	50000	a	42500	a	33333.3333	a	0.36	ns

\*\* : Los valores presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ )

abc: Promedios con letras iguales en la misma difieren estadísticamente según la prueba e Tukey ( $P < 0.01$ ). Fuente: (Freire; 2020)

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

*Incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo con diferentes niveles de Diatramic, por efecto del tipo de insumo*

En la evaluación de la incidencia de mohos, en el concentrado elaborado con diferentes niveles de Diatramic, se evidencian diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto del tipo de insumo, observándose la respuesta más alta en el maíz con 273333.333 UFC/ g-1, mientras tanto que el valor más bajo y que fue de 3333.33333 UFC/ g-1, fue reportado por el afrecho.

A los 10 días, se determinó que la presencia de mohos reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto del tipo de aditivo aplicado estableciéndose la mayor incidencia en el maíz con 215000 UFC/ g-1, una respuesta semejante de 7500.00 UFC/ g-1, se obtuvo tanto en el análisis del polvillo de arroz como para el afrecho, que fueron los resultados más bajos, puesto que no se reporta presencia.

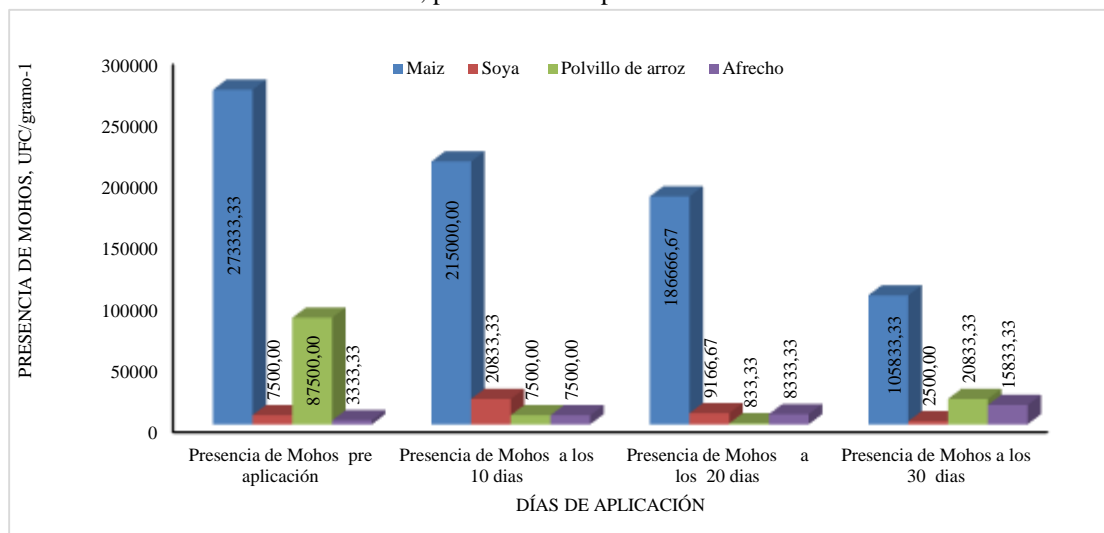
En cuanto a la incidencia de mohos a los 20 días se observa diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), determinándose las respuestas más altas en el maíz, con 186666.667 UFC/ g-1, mientras tanto que los registros más bajos fueron reportados en el polvillo de arroz con 833.33333 UFC/ g-1.

En la evaluación de la presencia de mohos, a los 30 días, se evidencian diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), estableciéndose las respuestas más altas en el maíz con 105833.333 UFC/ g-1, en tanto que las respuestas más bajas fueron determinadas en la soya con 2500 UFC/ g-1, como se demuestra en el gráfico 1.



Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

**Gráfico 1:** Incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, con diferentes niveles de Diatramic, por efecto del tipo de insumo.



Fuente: (Freire; 2020)

Incidenca de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo por efecto de la interacción entre los niveles de aditivo Diatramic, y el tipo de insumo

Los valores de la incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo al inicio de la investigación no se reportaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic, y el tipo de insumo, estableciéndose los valores más altos en el maíz a las que se aplicó 1.5%; de adsorbente con 276666.67 UFC/ g-1. En tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el polvillo de arroz y maíz al que se aplicó 1% y 2 % de adsorbente respectivamente, a que no se evidencio presencia de mohos.

En el análisis del concentrado a los 10 días no se reportó diferencias estadísticas sin embargo de carácter numérico se aprecia las respuestas más altas en el maíz sin adsorbente, con 136666.67 UFC/ g-1 mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en el insumo afrecho con el 1% y 1.5 % de aditivo Diatramic,

La incidencia de mohos a los 20 días de aplicación del adsorbente no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), sin embargo, de carácter numérico se aprecia la mayor incidencia de mohos en el polvillo de arroz, al no adicionar adsorbente con 216666.67 UFC/ g-1, En tanto que la respuesta más baja fue reportada al evaluar los insumos maíz y afrecho a los que se aplicó 1 % de adsorbente, sin presentar mohos.

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

Con respecto a la evaluación de la incidencia de mohos a los 30 días se observa diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), siendo el valor más alto reportado en el grupo control para el insumo soya con 193333.33 UFC/ g-1, mientras tanto que se aprecia ausencia total de mohos en las muestras de maíz del grupo control, soya, polvillo de arroz y afrecho con el 1 % de adsorbente.

**Tabla 2:** Evaluación de la Incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, con diferentes niveles de adsorbentes por efecto del tipo de insumo

Niveles de Diatramic	Tipo de insumo	VARIABLES							
		Incidencia pre-inicial		Incidencia a los 10 días		Incidencia a los 20 días		Incidencia a los 30 días	
0%	Maíz	393333.3	a	136666.6	a	206666.6	a	0.00	c
	Soya	253333.3	b	273333.3	a	156666.6	a	193333.3	a
	Polvillo de arroz	213333.3	b	213333.3	a	216666.6	a	143333.3	b
	Afrecho	233333.3	b	236666.6	a	166666.6	a	86666.67	b
1%	Maíz	6666.67	b	6666.67	a	0.00	a	10000.00	b
	Soya	16666.67	b	0.00	a	6666.67	a	0.00	c
	Polvillo de arroz	0.00	c	76666.67	a	30000.00	a	0.00	c
	Afrecho	6666.67	b	0.00	a	0.00	a	0.00	c
1.50%	Maíz	276666.67	b	20000.00	a	0.00	a	63333.33	b
	Soya	43333.33	b	10000.00	a	0.00	a	6666.67	b
	Polvillo de arroz	13333.33	c	0.00	a	3333.33	a	13333.33	b
	Afrecho	16666.67	c	0.00	a	0.00	a	0.00	c
2%	Maíz	0.00	c	0.00	a	6666.67	a	3333.33	b
	Soya	3333.33	c	10000.00	a	6666.67	a	0.00	c
	Polvillo de arroz	3333.33	c	13333.33	a	20000.00	a	13333.33	b
	Afrecho	6666.67	b	6666.67	a	0.00	a	46666.67	b
Prob		0.06		0.06		0.51		0.00	
Sign		ns		ns		ns		**	
EE		24650.33		24650.33		14117.56		25248.76	

Fuente: (Freire; 2020)

*Evaluación de la incidencia de levaduras del maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, con el Diatramic, como agente secuestrante.*

Por efecto del nivel de aditivo Diatramic,

La incidencia de levaduras en el concentrado durante el periodo de pre-aplicación, reportó diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), por efecto de los diferentes niveles de Diatramic,

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

observándose respuestas iguales en el tratamiento T0 y T1 (1%) siendo estas de 2715833.333 UFC/ g-1, alcanzando la respuesta más baja el tratamiento T2 (1.50%) con 1645000 UFC/ g-1

En cuanto a la presencia de levaduras a los 10 días no se presentan diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), sin embargo, de carácter numérico se aprecia, el valor más alto en el tratamiento T1 (1%) con 1740833.33 UFC/ g-1, mientras tanto que el valor más bajo fue registrado por el tratamiento T3 (2%) con 1297500 UFC/ g-1

A los 20 días de la evaluación de la presencia de levaduras en el concentrado se observan diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), encontrándose las respuestas más altas en el tratamiento T3 (2%) con 7335000 UFC/ g-1, y finalmente los valores más bajos le correspondieron al tratamiento T2 (1.50 %), y que el valor reportado fue de 958333.33 UFC/ g-1.

Los valores de la presencia de levaduras en el concentrado a los 30 días reportaron, diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), se aprecia el valor más alto en el tratamiento control, con 7079166.667 UFC/ g-1, mientras que los resultados más bajos fueron en el tratamiento T2 (1.5 %), y T3 (2 %), con resultados de 1146666.667 UFC/ g-1

### *Por efecto del tipo de insumo*

Al realizar la evaluación de la incidencia de levaduras en el concentrado, al que se adicionó diferentes niveles de Diatramic, B1 por efecto del tipo de insumo en el periodo de pre-aplicación presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), con respuestas superiores en el maíz con 2231666.67 UFC/ g-1, en tanto que en la soya se presentó los valores más bajos con valores de 148333.3333 UFC/ g-1.

La incidencia de levaduras a los 10 días reportó diferencias estadísticas significativas, con lo cual se establecen los valores más altos para el insumo polvillo de arroz con 4823333.33 UFC/ g-1, y el valor más bajo de 362500 UFC/ g-1 el reportado por el de afrecho.

A los 20 días de evaluación de levaduras en el concentrado, determinan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) estableciéndose que en el afrecho se alcanza el valor más alto con 6346666.67 UFC/ g-1, mientras que el menor valor fue para la soya con 26666.67 UFC/ g-1.

A continuación, se observa que a los 30 días que presentaron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), alcanzándose el valor más elevado en el maíz con respuestas de 5639166.67 UFC/ g-1, finalmente el valor más bajo fue para la soya soya con 280833.333 UFC/ g-1.

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

Incidencia de levaduras, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic, y el tipo de insumo

En la evaluación de la incidencia de levaduras en el concentrado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic, y el tipo de insumo se aprecia que inicialmente las muestras de arroz presentan las respuestas más altas al añadir 1.5% de adsorbente, con 4853333.33 UFC/ g- y las respuestas más bajas se obtuvieron al añadir 1% con 33333.33 UFC/ g-1, como se aprecia en la tabla 2.

Al realizar la valoración de incidencia de levaduras a los 10 días de aplicación de la Diatramic no se reportó diferencias significativas, con lo cual el maíz reporto su mayor incidencia en el tratamiento T1 con medias de 4306666.67 UFC/ g-1 y la menor incidencia al añadir 1% con 126666.67 UFC/ g-1

Se observa también que la incidencia de levaduras en el concentrado a los 20 días presenta diferencias estadísticas entre las muestras, siendo el valor más alto el reportado para las muestras de maíz en el tratamiento con 1.5% de adsorbente y cuyo valor fue de 3506666.67 UFC/ g-1, alcanzando la respuesta más baja en el tratamiento con 1% con un valor de 13333.33 UFC/ g-1

A los 30 días de evaluación de la presencia de levaduras en el concentrado se reportaron diferencias significativas, ( $P < 0.01$ ), entre medias estableciéndose las respuestas más altas en las muestras de maíz con medias de 20000000.00 UFC/ g-1 al no aplicar adsorbente y las más bajas respuestas se alcanzaron por efecto de la aplicación de 1.5 % con un valor de 106666.67 UFC/ g-1, para las muestras de soya los valores más altos fueron en el tratamiento donde se adicionó 1.5 % de adsorbente y el valor reportado fue de 4033333.33 UFC/ g-1, siendo la respuesta más baja en el tratamiento con 1% y 2% con medias de 83333.33 UFC/ g-1. Como se indica en la tabla 3.

**Tabla 3:** Evaluación de la Incidencia de levaduras en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de adsorbente y el tipo de insumo

Niveles de adsorbente Aflatoxina B1	TIPO DE INSUMO	VARIABLES			
		Incidencia inicial pre-inicial	Incidencia a los 10 días	Incidencia a los 20 días	Incidencia a los 30 días
0% T0	Maíz	2640000.00 b	766666.67 a	466666.67 b	20000000.00 a
	Soya	2970000 d	566666,6667 a	360000,00d	216666,6667 bcd
	Polvillo de arroz	676666,67 a	546666,67 a	633333,33 ab	496666,67 a
	Afrecho	2640000,00 c	476666,67 a	750000.00 d	1843333.33 abc
1%	Maíz	33333,33 b	126666,67 a	13333,33 bc	826666,67 abcd

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

T1	Soya	93333,3333 d	43333,3333 a	6666,67 d	83333,3333 g
	Polvillo de arroz	433333,33 a	3333,33 a	63333,33 c	86666,67 a
	Afrecho	33333,33 c	23333,33 a	23333,33 d	126666,67 abc
1.50% T2	Maíz	7760000,00 cd	4306666,67 a	3506666,67 bc	106666,67 ab
	Soya	596666,67 d	4386666,67 a	3986666,67 d	4033333,33 f
	Polvillo de arroz	4853333.33 b	4760000.00 a	3000000.00 bc	2413333.33 ab
	Afrecho	7760000,00 cd	5840000,00 a	7843333,33 d	5446666,67 cd
2% T3	Maíz	430000,00 d	266666,67 a	106666,67 bc	263333,33 ab
	Soya	93333.33 d	43333.33 a	6666.67 d	83333.33 ef
	Polvillo de arroz	616666,667 cd	366666,667 a	136666,67 d	1590000 ef
	Afrecho	430000,00 cd	623333,33 a	156666,67 a	2163333,33 f
Prob		1.129E-07	0.96	0.00	5.58E-26
Sign		**	ns	**	**
EE		264475.37	629412.20	672151.91	319737.31

Fuente: (Freire; 2020)

Concentración de aflatoxinas por efecto del nivel de aditivo Diatramic

En la evaluación de la concentración de aflatoxinas en el concentrado por efecto del nivel de aditivo Diatramic, como agente secuestrante de las aflatoxinas en la etapa de pre-aplicación, se observan diferencias significativas, estableciéndose las respuestas más altas de 23.32 ppb en el tratamiento T0 (0%), Mientras que una respuesta más baja se determinó para el tratamiento T1 (1%) con un valor de 16.5 ppb

En la evaluación realizada a los 10 se evidencian diferencias altamente significativas, y se reporta la mayor respuesta en el tratamiento T0 (0%) con 18.28 ppb, presentando las respuestas más bajas el tratamiento T3 (2%) cuyo valor fue de 10.23 ppb.

A los 20 días la concentración de aflatoxinas presentó diferencias significativas ( $P < 0.01$ ), por lo cual el tratamiento que alcanzó el valor más alto fue en el T0 con 21.73 ppb, y el valor más bajo con 2% de adsorbente con respuesta de 15.88 ppb

La concentración de aflatoxinas a los 30 días, reporto diferencias altamente significativas por efecto del nivel de agente secuestrante apreciándose los resultados más altos en el tratamiento control, con 17.69 ppb, mientras tanto que las respuestas más bajas en las muestras del tratamiento T3 (2%), con 2.2E-12 ppb

### ***Concentración de aflatoxinas por efecto del tipo de insumo***

En la evaluación de la concentración de aflatoxinas en el concentrado por efecto del tipo de insumo en el periodo de pre aplicación reporto diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por lo cual se determinaron las respuestas más altas en el maíz (T1) con una concentración de 54.07 ppb y las respuesta más bajas en las muestras de soya y afrecho con valores de 1.52 ppb y 1.31 ppb respectivamente

A los 10 días de evaluación la concentración de aflatoxinas en el concentrado presenta diferencias significativas, alcanzando el valor más alto las muestras de maíz (T1) con medias de 41.01 ppb, mientras que las respuestas más bajas fueron reportadas en las muestras de soya (T2) y afrecho (T4) con medias de 1.43 ppb, y 0.13 ppb, en su orden

La concentración de aflatoxinas a los 20 días reporto diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), presentándose las respuestas más altas en las muestras de maíz con 50.0125 ppb el valor más bajo en el afrecho con 3.175 ppb

Finalmente, los valores determinados en la evaluación de incidencia de aflatoxinas a los 30 días presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), siendo las muestras de maíz (T1) las que alcanzaron los valores más altos de incidencia con 39.6125 ppb En último lugar se encuentran las muestras de soya (T2) y afrecho (T4) con valores de 0.9625 ppb y 0.3375 Uppb1 respectivamente

### ***Concentración de aflatoxinas por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic***

La evaluación del concentrado por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic, y el tipo de insumo presentó diferencias estadísticas altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), estableciéndose las respuestas más altas en el maíz al que no se le adicionó adsorbente con un valor de 64.30 ppb En cuanto al polvillo de arroz alcanzo la mayor respuesta en el tratamiento sin adsorbente con un valor de 58.60 ppb y que disminuyo al adicionar 1.50%, 2% y 1% de Diatramic con valores de 13.67 ppb, 1.27 ppb y 1.20 ppb, en su orden.

A los 10 días la concentración de aflatoxinas se reportó diferencias estadísticas significativas, donde la evaluación de las muestras de maíz reportó su respuesta más alta en el tratamiento sin

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

adsorbente con un valor de 54.07 ppb, y las respuestas más bajas se determinaron para el tratamiento donde se adicionó 2% de Diatramic como agente secuestrante de las aflatoxinas. En relación a la concentración de aflatoxinas en el concentrado a los 20 días se observó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ), entre las muestras, sin embargo, el maíz continua presentando la mayor concentración de aflatoxinas con 64.7 ppb, en el tratamiento sin adsorbente y que desciende a 18.45 ppb, al añadir 1.5% de Diatramic, en cuanto a las muestras de soya la mayor concentración fue con 0% de adsorbente y la menor respuesta en el tratamiento donde se añadió 1% de Diatramic con un valor de 3.3 ppb.

Por último, en la evaluación realizada a los 30 días se observan diferencias estadísticas, estableciéndose los valores más altos en las muestras de maíz donde no se añadió adsorbente con medias de 53.7 UFC/ g-1 y las respuestas más bajas por efecto de la adición 2% de tierra Diatramic con un valor de 0.6 ppb. Por otra parte, las muestras de soya y polvillo presentan las respuestas más altas al no añadir adsorbente con medias de 26.55 ppb y 28.75 ppb, y las respuestas más bajas en el tratamiento con 2% de adsorbente de aflatoxinas con valores de 0.15 ppb, y 0.55 ppb, finalmente las muestras de afrecho presentan mayor concentración en el tratamiento sin adsorbente con respuestas de 49.45 ppb, evidenciándose las respuestas más bajas al añadir 2% de tierra Diatramic con un valor de 0.05 UFC/ g-1

### Discusión

Bajo los análisis de la incidencia de mohos que se presentaron en el maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo por efecto del nivel de aditivo Diametric como agente secuestrante evidenciamos los resultados expuestos para cada uno de los análisis de los insumos que formaran el concentrado para la alimentación del ganado se encuentran dentro de los límites sugeridos por el (INEN, 2016) que expresa para el polvillo según la norma NTE INEN 1529-10, los valores máximos deben ser de  $1 \times 10^4$ ; así como para la torta de soya que según la norma INEN 1 529 indica límites máximos de  $30 \times 10^3$ ; para el caso del trigo los límites máximos fueron según la norma NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02\* de  $1 \times 10^4$ , apreciándose que en al adicionar los diferentes niveles de Diatramic, se cumple con estas exigencias debido a que los valores no superan a las normas indicadas, en comparación del grupo control que supera con estos límites.

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

Por lo tanto, se afirma que a mayor nivel de Diatramic, existirá en el concentrado un descenso significativo en el contenido de mohos desde el inicio del análisis hasta los 30 días posteriores a la aplicación del Diatramic, lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Contreras, 2009, p. 65), quien manifiesta que la aflatoxina B1, es una micotoxina producida por el hongo del género *Aspergillus*. La contaminación de las materias primas del concentrado con micotoxinas es un problema multifactorial y algunos de estos factores están fuera del control en el manejo que realiza el ser humano de cada uno de los insumos que forman parte de la materia prima para elaborar el concentrado; sobre todo los ecológicos y ambientales, tales como la temperatura, el contenido en nutrientes del sustrato y la humedad relativa que juegan un papel importante en la producción de toxinas.

En cuanto a la incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo con diferentes niveles de Diatramic, por efecto del tipo de insumo, los resultados expresados indican que en el caso del maíz no se cumple con las exigencias de calidad de la norma NTE INEN 1737 del (INEN, 2016, p. 5) que indica como máximo permisible en el contenido de levaduras de  $1 \times 10^3$ .

Al respecto (Contreras, 2009, p. 39), manifiesta que la proporción de mohos aflatoxigénicos reducen la calidad de estos productos, dando lugar a importantes pérdidas económicas, tanto en el sector agrícola como en la producción de ganado. la contaminación por aflatoxinas en maíz es un problema de importancia internacional, sobre todo en aquellos países con clima tropical y subtropical donde el desarrollo por *Aspergillus* se ve favorecido; entre otros factores, se ha reportado que la sequía, como condición del medio ambiente y la fertilización nitrogenada empleada en la práctica agronómica son favorables para la síntesis de aflatoxinas en el campo, Los resultados de la presente investigación son similares a los expresados por (Acuña, 2014, p. 58), quien reporta la presencia de aflatoxinas en dos muestras de maíz, y que ponen de manifiesto que existen algunas deficiencias en el manejo postcosecha de granos especialmente durante el almacenamiento de 105000 UFC. Los resultados obtenidos, aunque son puntuales, dejan ver que se hace necesario implementar estrategias para la vigilancia, el seguimiento y control de este tipo de contaminantes de ocurrencia natural los cuales tienen implicaciones directas sobre la salud. También al realizar el análisis sobre la incidencia de mohos en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo con diferentes niveles de Diatramic, por efecto del tipo de insumo, cabe señalar



## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

que la incidencia de mohos por el tipo de insumo presenta variaciones de acuerdo con los días de evaluación, así como los aditivos Diatramic, , sin embargo, en la mayoría de los casos se puede notar que la incidencia más alta se presenta en los tratamientos donde no se añade adsorbente a las muestras y que disminuye con la aplicación de dicho adsorbente.

Resultados que demuestran según lo que manifiesta (Denli, 2006, p. 26) que el cereal que se ve más expuesto al ataque de mohos es el maíz, no obstante, al añadir adsorbente a las muestras el valor disminuye y en algunos casos desaparece. Se debe tomar en cuenta que estos hongos son considerados de alto riesgo para la salud humana como para la salud animal, produciendo metabolitos secundarios con propiedades carcinogénicas. La designación de aflatoxinas B1 y B2 se debe a que, expuestas a luz ultravioleta, exhiben una fluorescencia azul (blue).

Además (Pereira, 2002, p. 52), menciona que las aflatoxinas son un grupo de sustancias químicas, específicamente metabolitos secundarios del grupo Bis-furano–isocumarina, producidas por ciertos mohos como son *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*; estos hongos pueden reconocerse por su color verde olivo o gris verdoso, respectivamente, se presentan sobre los granos de maíz, ya sea en campo o en el almacenamiento Las aflatoxinas son perjudiciales e incluso mortales para el ganado, además de considerarse sustancias cancerígenas tanto para animales como humanos.

Sumándose a eso la incidencia de levaduras en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, por efecto del nivel de aditivo Diatramic, como agente secuestrante y teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente se puede apreciar la mayor presencia de levaduras en el concentrado a los 30 días de evaluación, en el tratamiento al cual no se le aplico el aditivo Diatramic, B1 (testigo), lo que demuestra que las levaduras se encuentran ampliamente distribuidas en el ambiente, y al parecer producen ácidos grasos que inhiben el crecimiento de bacterias negativas y otras veces actúan suministrando nutrientes a otros microorganismos.

Al respecto (Castaing, 2008, p. 29), manifiesta que las enfermedades transmitidas por alimentos mediadas por microorganismos patógenos o toxinas microbianas son un problema de salud pública muy importante. Las enfermedades de transmisión alimentaria según la (OMS, 2014, p. 2) abarcan un amplio espectro de dolencias y constituyen un problema de salud pública creciente en todo el mundo. Las enfermedades transmitidas por alimentos contaminados por microorganismos patógenos o toxinas microbianas son un problema de salud pública importante.

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

Al tomar en cuenta la incidencia de la levaduras en maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, elaborado con diferentes niveles de Diatramic, como agente secuestrante por efecto del tipo de insumo y bajo un análisis general de la incidencia de levaduras se aprecia que las levaduras se hacen presentes en todos los insumos que se utilizan para elabora el concentrado inclusive que superan con las exigencias de calidad. Al respecto (Soria, 2013, p. 25), manifiesta que las levaduras causan contaminación en un gran número de alimentos, aunque su papel como agentes contaminantes es comúnmente descuidado y subestimado. La contaminación de los productos alimenticios puede provenir de cuatro fuentes principales: los componentes de la materia prima, las superficies, las personas, animales y el ambiente (aire y suelos). Aunque la gran mayoría de levaduras no causan ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos) alteran los alimentos, desarrollándose mejor en medios ácidos y de alta actividad de agua.

Por último en relación a la Incidencia de levaduras en el maíz, polvillo de arroz, soya y afrecho de trigo, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de aditivo Diatramic, como agente secuestrante y el tipo de insumo se determino la incidencia de levaduras en esta variable evidencia que la inclusión del adsorbente no logro revertir este efecto negativo, a pesar de que se observó una mejora en algunas de las muestras Si bien es cierto, las levaduras contaminan los alimentos, con frecuencia y son especies bien conocidas que provocan cambios indeseables en ellos, pueden desarrollarse tanto en alimentos frescos como procesados causando enfermedades a quienes ingieren estos productos, por lo que es necesario evitar la contaminación de estos insumos y los riesgos que esto conlleva.

### Conclusiones

Al valorar el adsorbente Tierra diatomea (Diatramic) niveles de 1,5% y 2% como secuestrante de aflatoxinas B1 en maíz, soya, polvillo de arroz y afrecho de trigo se determina que existe una disminución de mohos en el concentrado tanto pre-aplicación (57500 UFC), como a los 20 días (41666,67 UFC)

Los valores más altos de concentración de mohos se presentan en el maíz durante los tiempos evaluados sobre todo a los 30 días puesto que el contenido fue de 105833,33 UFC, lo mismo ocurre para el caso de las levaduras que reportaron el mayor contenido en el maíz a los 20 días con 1023333,33 UFC, que superan ampliamente con los límites exigidos por las normas INEN.

## Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

Los niveles óptimos de Tierra de Diatomea (Diatramic) como atrapador de aflatoxinas B1 en la elaboración de concentrado para animales de producción reportaron valores inferiores de levaduras, al utilizar 1.50 y 2 %, el valor pre-aplicación fue de 1645000 UFC y a los 10 y 20 días fueron de 1297500 UFC y 7335000 UFC, respectivamente.

Los costos de producción alcanzaron los \$195,28; para el tratamiento, control \$196,08 para tratamiento T1, \$ 196,48 para el tratamiento T2 y finalmente \$ 196,88 para el tratamiento T3, estableciéndose que entre los diferentes niveles de diatomea las diferencias no son significativas, sin embargo, los beneficios son altos puesto que el concentrado se mantiene de mejor calidad.

### Recomendaciones

Es conveniente utilizar de 1 a 2 % de Diatramic para reducir la cantidad de mohos y levaduras en maíz, polvillo de arroz, afrecho de trigo y soya, ya que al haber contaminación no son aptos para el consumo animal y causantes de pérdidas económicas.

Se recomienda la utilización de la tierra de diatomea como aditivo para la elaboración de alimentos balanceados de uso animal, para disminuir la proliferación de las aflatoxinas B1.

Realizar investigaciones con la utilización de entre el 1 y 2 % de tierra de diatomea en producto terminado, considerando que las materias primas estarán en contacto directo con la mezcladora, molinos y demás maquinaria dentro de la planta de balanceados.

Difundir los resultados de la presente investigación puesto que servirán de fuente confiable y necesaria en el campo de la nutrición animal.

Probar los niveles de tierra de diatomea en el alimento concentrado y realizar pruebas In Vivo en especies de interés zootécnico.

### Referencias

1. Acuña. (2014). Aflatoxinas en maíz: Reporte de caso en la costa atlántica colombiana. Mexico DF, Mexico .
2. Castaing, J. (2008). Uso de las arcillas en alimentación animal. Barcelona, España : Expoaviga.

Evaluación de un adsorbente de aflatoxinas b1 como aditivo en la elaboración de concentrado

---

3. Contreras, O. (2009). Determinación de aflatoxinas en alimentos de mayor consumo infantil comercializados en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander. Barcelona: El Carmelo.
4. Denli, M. (2006). Contaminación por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamiento y prevención. Barcelona: FEDNA.
5. Dilkin, P. (2000). Classificação macroscópica, identificação da microbiota fúngica e produção de aflatoxinas em híbridos de milho. Sao Paulo, Brasil
6. Freire, C. (2018). Fwindex: Apoyoterapia aflatoxinas en medicina veterinaria, avances en las ciencias veterinarias. Distrito Federal, México.
7. Gimeno, G. (2003). Micotoxinas en los alimentos: medidas de prevención y detoxificación. La Paz, Bolivia: Boliviano.
8. INEN. (2016). HARINA DE MAÍZ PRECOCINADA SIN GERMEN. REQUISITOS. Normas Técnicas del Servicio Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador.
9. Novoa, J. (2006). Revista de la Facultad de Medicina. Buenos Aires, Argentina: ARCASA.
10. OMS. (2014). Contaminación de los concentrados para alimentación animal. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.
11. Pereira, M. (2002). Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. Hansburgo: Safreni.
12. Soria, M. (2013). Salmonella y aflatoxinas en granjas de gallinas ponedoras comerciales. (Doctoral dissertation). Universidad Nacional de la Plata, La Plata.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).