



Quais são os pontos chaves na hora da escolha de um adsorvente de micotoxina?

Autora: Dra. Kelen Zavarize

A importância das micotoxinas na avicultura

Os grãos, como o milho e a soja são os principais ingredientes utilizados para a alimentação das aves. Para a produção de um quilo de carne são necessários em média 1,8 kg de ração, que tem a composição aproximadamente 70% de milho e 20% de farelo de soja. Assim, grande parte dos custos de produção estão nos grãos utilizados na alimentação. Com isso, a qualidade dos grãos é de fundamental importância para o desempenho das aves, mas pode ser comprometida por ação dos fungos.

A contaminação por fungos e a deterioração dos grãos podem ocorrer ainda no campo, agravando-se durante as operações de colheita, transporte, secagem, beneficiamento e armazenamento. Dessa forma, todas as medidas que venham a controlar o crescimento fúngico e a produção de seus metabólitos são importantes para evitar perdas na qualidade da ração e saúde das aves.

O crescimento fúngico depende de diversos fatores como umidade, temperatura, presença de oxigênio, contaminação por microrganismos entre outros. Algumas espécies de fungos produzem metabólitos tóxicos secundários que são as micotoxinas. Uma das grandes questões relacionadas às micotoxinas é a periculosidade que apresentam à saúde, pois mesmo em baixas concentrações são capazes de provocar doenças, tornando-se um importante fator de risco para a segurança alimentar, o bem estar animal e o desempenho animal.

A ingestão de rações contaminadas por micotoxinas pode produzir toxicidades agudas (curto prazo) ou crônicas (a médio/longo prazo). A toxicidade aguda pode resultar em morte e efeitos clínicos diversos, já a toxicidade crônica, que está relacionada com a exposição a longo prazo e baixos níveis de micotoxinas, causa uma variedade de sintomas que podem ser muito inespecíficos. Os efeitos dependem da dose e da duração da exposição, idade e estado de saúde dos animais, e interação com outros fatores de estresse. Mesmo sintomas secundários, tais como doenças oportunistas, podem ocorrer devido a supressão da imunidade.

O controle deve ser composto pela prevenção da contaminação e crescimento fúngico. As práticas com objetivo de melhorar a conservação dos grãos durante o armazenamento são capazes de eliminar os fungos, mas não são capazes de eliminar as micotoxinas. Portanto, a utilização dos adsorventes de micotoxinas como uma proteção dos efeitos adversos para as aves torna-se uma ferramenta indispensável atualmente.

Como funcionam os adsorventes

Os adsorventes são substâncias de alto peso molecular que, ao atingir o sistema gastrointestinal (meio aquoso), são capazes de se ligar às micotoxinas, evitando sua absorção e permitindo a excreção fecal deste complexo adsorvente-micotoxina (Tapia-Salazar et al., 2010). Desta forma, o processo de adsorção da micotoxina reduz o efeito tóxico para a ave, além de evitar a deposição nos produtos consumíveis (carne e ovos).

Existem no mercado diversos tipos de adsorventes de micotoxinas, que vão desde produtos à base de rochas vulcânicas até ao uso de enzimas. Porém, mesmo entre os adsorventes de composição similar existem diferenças na eficiência de adsorção das micotoxinas.

A adsorção é essencialmente um fenômeno de superfície, sua eficácia é influenciada por diversas características físicas, como tamanho e distribuição dos poros, carga total e sua distribuição. Por outro lado, as propriedades relacionadas às micotoxinas também tem influência no processo de adsorção, como polaridade, forma, tamanho, baixa área superficial e solubilidade, bem como desacoplamento e distribuição de carga (Huwig et al., 2000).

Vários estudos apontam que as argilas e seus derivados (sepiolita, aluminossilicato de sódio e cálcio hidratados, bentonitas e a diatomitas) são os adsorventes de micotoxinas mais versáteis e potentes. Por outro lado, as argilas com composição química semelhantes às vezes mostram atividades de ligação de toxinas completamente diferentes. Esta variação observada está na "ativação da estrutura" do material, portanto alguns processos químico, físico e térmico são necessários para alterar as propriedades físico-químicas e, assim, mudar a capacidade de ligação a diferentes micotoxinas (Van Dyck et al., 2004).

O processo de ativação dos minerais de argila consiste em várias etapas, incluindo moagem, secagem e ativação química. Na prática, as camadas de sílica da argila são reduzidas a partículas menores, aumentando a área de superfície, modificando o tamanho dos poros entre as placas e afetando a distribuição das cargas (Figura 1). Este processo pode ser controlado para fornecer um produto com máxima adsorção de micotoxinas (Van Dyck et al., 2004).

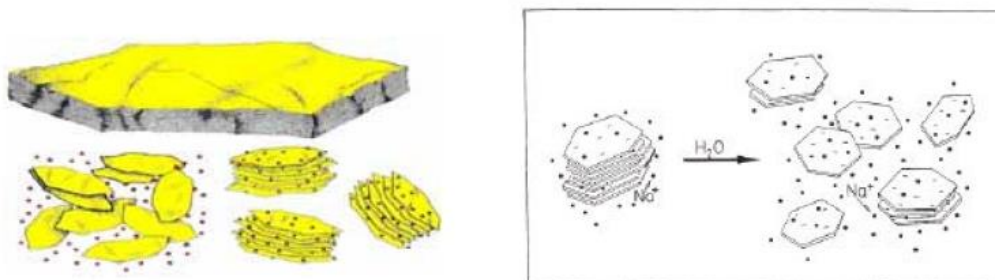


Figura 1. Modificação da estrutura da argila durante um processo de ativação⁸

O mecanismo de adsorção que causa a ligação das micotoxinas à superfície dos minerais depende das cargas encontradas na superfície de ambos. Este mecanismo é comparável à atração de ímãs, no qual os polos opostos se atraem. O material mineral mostrará similar comportamento: áreas com carga positiva na superfície atrairão as regiões com carga negativa da molécula de micotoxina e vice-versa. As cargas idênticas se repelem e, por esse motivo, não resultam em adsorção (Figura 2) (Van Dyck et al., 2004).

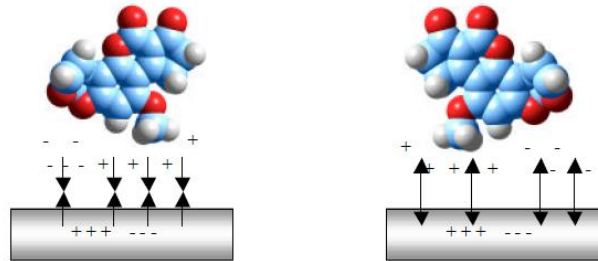


Figura 2. Adsorção de micotoxinas em nível molecular⁸

O processo de ativação pode ser controlado a fim de melhorar as propriedades de ligação entre as camadas de sílica e a micotoxina. Os íons que unem as camadas de sílica podem ser modificados, com a separação completa das camadas para aumentar a superfície ativa, tornando a superfície interna disponível. Além disso, alterar o tipo e a quantidade de íons entre as camadas pode criar o espaço para permitir a melhor adsorção das micotoxinas. Esse processo pode modificar as cargas na superfície, o que promove a reatividade para um amplo espectro de micotoxinas (Figura 3) (Van Dyck et al., 2004).



Figura 3. Adsorção de micotoxinas na camada intermediária, bordas e superfícies basais⁸

É nessa polaridade que se baseia o principal modo de ação dos adsorventes minerais, ou seja, a troca de cargas entre o agente sequestrante e a molécula da micotoxina. A inclusão nas dietas do adsorvente depende da capacidade de ligação do adsorvente, além da concentração de micotoxina.

Critérios para escolha de um adsorvente

Para a escolha do adsorvente de micotoxina é importante verificar a eficiência de adsorção das micotoxinas, que leva em consideração a porcentagem de adsorção e dessorção no intestino das aves (Figura 4). Essa avaliação inclui a estabilidade da ligação adsorvente-micotoxina e sua eficácia em faixas de pH diferentes, uma vez que se espera que o produto atue em todo o trato gastrointestinal (Binder, 2007).

Os valores de pH variam ao longo do trato digestivo, desde condições ácidas (pH 3 ou 4) até básicas (pH 6 ou 7), portanto a capacidade de ligação dos produtos pode ser influenciada por mudanças de pH, levando ao risco de que as micotoxinas sejam adsorvidas em uma parte e

liberadas (dessorvidas) em outra parte do trato digestivo. Neste contexto, os testes tanto *in vitro* e *in vivo* são necessários para comprovar a eficácia dos agentes desintoxicantes de micotoxinas.

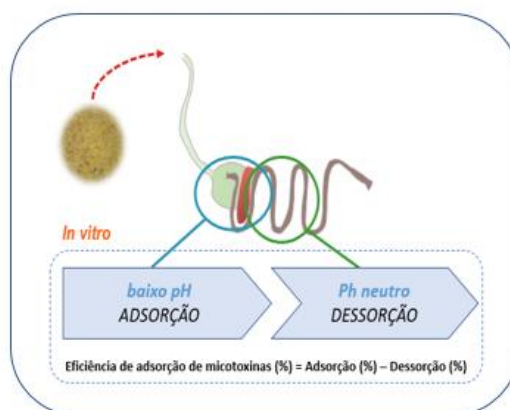


Figura 4. Esquema da eficiência de adsorção de micotoxinas⁹

Pensando nisso, os testes *in vitro* são o início para entendermos a eficiência de adsorção das micotoxinas. Em um trabalho realizado no Brasil (Instituto Samitec) com adsorvente de micotoxinas a base de minerais de argila (bentonita e sepiolita) foi determinado o valor de adsorção para aflatoxina e fumonisina em pH 3 e 6 conforme Tabela 1. Pode-se verificar que existe alto coeficiente de adsorção (>90%) para ambas as micotoxinas em ambos pHs, portanto é o primeiro fator para a escolha de um bom adsorvente de micotoxina.

Tabela 1. Coeficiente de adsorção *in vitro* em para aflatoxina B1 e fumonisina B1.

	ph 3	ph 6
Aflatoxina B1 (1,0 µg/mL)	99,03	99,39
Fumonisina B1 (2,5 µg/mL)	96,17	93,76

No entanto para determinar a eficácia real do adsorvente para aves é necessário a realização de alguns parâmetros *in vivo*. É importante ressaltar que em experimentos com adsorventes de micotoxinas são utilizadas dosagens altas, tanto do adsorvente quanto das micotoxinas testadas, para que ocorra o desafio para as aves.

Foi avaliado o efeito da inclusão de 0,5% de adsorvente a base minerais de argila (bentonita e sepiolita) sobre a conversão alimentar e consumo de ração de frangos de corte aos 21 dias. Os resultados demonstram que a adição dos minerais de argilas na ração contaminada com 100 ppm de fumonisina foi eficiente no controle da micotoxina como descritos na Figura 5. A conversão alimentar do grupo adsorvente mais micotoxina foi semelhante ao controle, mostrando a eficácia na adsorção. Lembrando que a fumonisina é uma das micotoxinas mais encontradas no Brasil e que sua ingestão por períodos longos e com baixos níveis, leva a modificações na morfologia do intestino, queda no desempenho produtivo e desuniformidade dos lotes das aves (DILKIN et al., 2004).

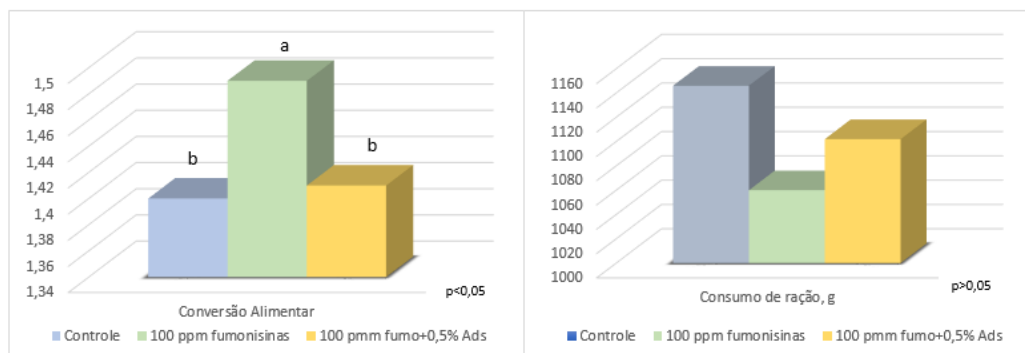


Figura 5. Resultados de Conversão Alimentar e Consumo de ração de frangos de corte aos 21 dias intoxicados com fumonisina e com a adição de adsorvente de micotoxina.

A ocorrência simultânea de duas ou mais micotoxinas podem ocasionar um efeito sinérgico, ou seja, a somatória e/ou potencialização dos efeitos tóxicos destas perante os animais. Muitas vezes quantidades não tóxicas de uma determinada micotoxina pode se tornar tóxica agindo concomitantemente com outras micotoxinas (Sobrane Filho, 2014).

Pensando nesse cenário é importante verificar a eficácia do adsorvente quando existe a contaminação por mais que uma micotoxina. No estudo realizado com frangos de corte alimentados com ração contaminada com uma mistura de micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxina A, toxina T-2 e citrinina) e usando um adsorvente a base de minerais de argila e hapatoprotetores (bentonita, sepiolita, betaína e silimarina) observa piora na conversão alimentar e no ganho de peso aos 35 dias para o tratamento apenas com a mistura de micotoxinas, sendo este efeito superado pela suplementação do adsorvente (Tabela 2). Os resultados também mostram que a adição do adsorvente não diminuiu o valor nutricional da ração por meio de ligação não específica, que é um parâmetro muito importante para ser analisado.

Tabela 2. Resultados de ganho de peso (g), conversão alimentar e mortalidade de aves aos 35 dias de idade.

	Ganho de Peso	Conversão Alimentar	Mortalidade
Controle	1564 ^a	1,63 ^a	2
Controle + Adsorvente	1568 ^a	1,60 ^a	4
Controle + Mix Micotoxinas	1455 ^b	1,76 ^b	8
Controle + Mix Micot + Adsorvente	1581 ^a	1,57 ^a	4

Outro indicador é o efeito das micotoxinas em órgãos internos, ocorrendo a mudança no tamanho, como o aumento do fígado, baço e rins e a diminuição da bursa e timo. Somando-se a alterações de tamanho, ocorrem alterações na coloração e textura dos órgãos. Por exemplo, o fígado de aves com aflatoxicose tem como característica a coloração amarelada e friável, com acentuada infiltração de gordura (Santurio, 2000).

No estudo com a mistura de micotoxinas e adição do adsorvente a base minerais de argila e hepatoprotetores foi verificado aumento significativo no grupo com micotoxinas de 40% do peso relativo do fígado em comparação ao controle (2,74 vs. 1,96%); o grupo com a adição do adsorvente teve o mesmo peso relativo do fígado em relação ao controle. Também houve uma clara influência negativa das micotoxinas nos rins. O tratamento incluindo apenas micotoxinas apresentou 0,85% do peso do rim, enquanto o peso do rim para o controle e o adsorvente foi de 0,62 e 0,63%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Pesos relativos em porcentagem de órgãos de frangos de corte aos 35 dias de idade.

	Fígado	Rins
Controle	1,96 ^a	0,62 ^a
Controle + Mix Micotoxinas	2,74 ^b	0,85 ^b
Controle + Mix Micotoxinas + Adsorvente	2,02 ^a	0,63 ^a

A avaliação visual do fígado (Figura 6) confirmou que o adsorvente eliminou com sucesso a micotoxicose, devido à ligação das diferentes micotoxinas, o que as torna indisponíveis para absorção através da parede intestinal.



Figura 6. Efeito do adsorvente na saúde do fígado¹.

Uma avaliação importante para os adsorventes é o poder de ligação com as micotoxinas. As informações sobre a atividade do adsorvente com as micotoxinas devem incluir também dados de excreção, para isso é necessário medir os níveis de micotoxinas nas excretas das aves.

Sendo assim, um estudo foi realizado para frangos de corte com a inclusão do adsorvente a base de minerais de argila (bentonita e sepiolita) e a contaminação da ração com uma mistura de micotoxinas (aflatoxina AfB1 e fumonisina FB1). Como resultado foi verificado diferentes excreções de micotoxinas e, como esperado, nenhuma micotoxina foi encontrada no grupo de controle (Tabela 4). Os resultados demonstram que a concentração de AFB1 e FB1 nas excretas das aves alimentadas com ração contaminada e tratada com adsorvente foi maior do que no grupo micotoxina. Logo, o adsorvente administrado com uma mistura de micotoxinas demonstrou adsorver AFB1 e FB1, limitando assim sua biodisponibilidade para os animais e aumentando a excreção de micotoxinas.

Tabela 4. Concentração relativa de micotoxinas nas fezes após 3 dias de exposição à dieta

	Aflatoxina B1	Fumonisina B1
Controle	0	0
Controle + Micotoxinas	100	100
Controle + Micotoxinas + Adsorvente	126	167

Resumindo

Foram levantados diversos pontos importantes na escolha de um adsorvente de micotoxina. O conhecimento da composição do adsorvente e, sobretudo, seu modo de ação, devem ser verificados cuidadosamente em análises tanto *in vitro* quanto *in vivo*. Essas análises devem demonstrar a ação do adsorvente sobre a micotoxina, sendo apresentados dados de adsorção/dessorção, desempenho, morfometria de órgão e excreção de micotoxinas nas fezes.

Referências

1. Averkieva, O; Van Dyck, S; Adams, C; et al. Effect of Toxfin on the performance of broilers exposed to mycotoxin contaminated feed. Kemin Europa (BB-07-00036).
2. Binder EM. (2007). Managing the risk of mycotoxins in modern feed production. *Anim Feed Sci Technol* 133:149–66.
3. DILKIN, P.; MALLMANN C.A. Sinais clínicos e lesões causadas por micotoxinas. Anais do XI Encontro Nacional de Micotoxinas. Piracicaba – SP. 2004, p. 32-35
4. Huwig, A. *et al.* *Toxicology Letters* 122, 2000, 179-188
5. Santurio JM. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* vol.2 no.1. 2000
6. Sobrane filho, S.T. Dissertação. Adsorvente de micotoxinas em dietas de frangos de corte contendo aflatoxina e fumonisina. Unesp-Ilha Solteira, 2014
7. Tapia-Salazar M, García-Pérez OD, Nieto-Lopez M, et al. (2010). Mycotoxins in aquaculture: occurrence in feeds components and impact on animal performance. In: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, et al, eds. *Avances en Nutrición Acuicola*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 514–46.
8. Van Dyck, Stefaan; Vennekens, Bart; Adams, Clifford A. Toxfin™: an activated clay mineral formulation with excellent adsorption characteristics. Kemin Europa. 2004
9. Kemin Internal Reference PRE-15-00182
10. Determinação da adsorção de aflatoxina, fumonisina, toxina T2 e ocratoxina *in vitro* pelo TOXFIN™ Dry. Kemin interno publicado 2.373074