

# A revista do **OVO**

Um produto AviSite

Mundo Agro  
Editora

Maio/2018  
Nº 48 - ano VI  
[www.revistadoovo.com.br](http://www.revistadoovo.com.br)



## Cobertura especial do Congresso de Ovos da APA



### Especial

Evolução genética do milho e  
interferência na formulação de  
ração para poedeiras comerciais

### Nutrição

Fibra dietética na  
alimentação de  
frangas

### Condomínio Avícola

Contribui para redução de custos  
da ração para associados  
à Coopeavi



Acesse  
nossa **Leitor Digital**  
[www.revistadoovo.com.br](http://www.revistadoovo.com.br)



/avsite.portaldaavicultura



@mundo\_agro\_editora

# Evolução genética do milho e interferência na formulação de ração para poedeiras comerciais

Argumentos técnicos e econômicos para se adotar medidas que melhorem a estimativa do valor nutricional do milho e de práticas que melhorem sua qualidade

Autor: Gustavo J. M. M. de Lima, Ph.D. Embrapa Suínos e Aves

O milho é utilizado como a principal fonte de energia na formulação de dietas para aves no Brasil. A produção desses animais é altamente dependente da utilização do grão, uma vez que a rentabilidade do negócio depende da sua disponibilidade e preço. Ao contrário do conteúdo energético, a maior limitação do milho como fonte de nutrientes são os baixos teores dos aminoácidos metionina, lisina e triptofano. A qualidade do milho é muito importante na nutrição de aves para assegurar: (1) os nutrientes necessários; e (2) a au-

sência de substâncias tóxicas, especialmente micotoxinas. As partidas de milho são valorizadas pelo peso, teor de umidade e parâmetros de classificação, mas as diferenças em conteúdo de nutrientes são praticamente esquecidas.

Pela importância que o milho apresenta na produção animal o bom senso nos leva a pensar que maior cuidado deve ser dado a este ingrediente, tirando o máximo de aproveitamento do seu valor nutricional. O objetivo deste artigo é apresentar argumentos técnicos e econômicos para se adotar medidas que melhorem a estimativa do valor nutri-

cional do milho e de práticas que melhorem sua qualidade. Ao mesmo tempo, fazemos uma avaliação da evolução desses parâmetros nos últimos anos, decorrentes da melhoria genética e de manejo da cultura do milho.

## A variabilidade na composição nutricional do milho

Do ponto de vista econômico, o milho representa cerca de 70% do custo das dietas. Esse grão é a fonte mais importante de energia para aves e o teor de óleo representa grande impacto no



valor nutricional desse grão e nos custos das dietas. Assim, é fundamental proceder ao ajuste do valor energético do milho nas planilhas de formulação das dietas, em função deste parâmetro.

O milho apresenta grande variação na sua composição nutricional, o que normalmente é negligenciado. A qualidade de um lote de milho é heterogênea. Ela é afetada pela posição do grão na espiga, localização da planta que gerou esta espiga na lavoura, além de outras variáveis, como genética da semente, fertilidade do solo, nível de adubação, clima, colheita, processamento, armazenamento, mistura de lotes, entre outros fatores.

Foi realizado um grande número de análises e experimentos com milho na Embrapa Suínos e Aves nos últimos trinta anos. A Tabela 1 apresenta um primeiro retrato dessas informações, obtidas até 1999. O teor de óleo médio dessas amostras foi de 3,67%, variando de 1,41% a 6,09%. Através de estudos com frangos de corte, também realizados na Embrapa Suínos e Aves, estimou-se que o valor energético do milho é acrescido em 50 kcal EM/kg para cada unidade percentual acima do teor médio de óleo no grão. Usando esta referência, uma partida de milho com 6,09% de óleo possui 2,42% mais óleo do que a média, ou 121 kcal EM/kg a mais do que a média. Conforme observado na mesma tabela, os valores de energia metabolizável, obtidos em 23 balanços de energia, variaram de 3045 a 3407 kcal/kg, o que reflete as variações encontradas nas análises bromatológicas das diferentes partidas de milho. Em geral, a quantidade de energia

Tabela 1. Resultados de análises químicas e experimentos de digestibilidade com diferentes partidas de milho na Embrapa Suínos e Aves, até 1999

Parâmetro <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo
Matéria Seca, %	489	87,68	82,69	91,97
Proteína Bruta, %	637	8,49	6,43	10,99
Óleo, %	356	3,67	1,41	6,09
Cinza, %	305	1,15	0,24	2,00
Fibra Bruta, %	362	2,25	1,10	3,48
Energia Metabolizável, Aves, kcal/kg <sup>3</sup>	23	3229	3045	3407
Ca, %	273	0,04	0,01	1,05
P, %	281	0,26	0,11	0,88
Mg, %	23	0,10	0,08	0,12
K, %	10	0,35	0,30	0,41
Na, %	3	0,00	0,00	0,00
Cu, mg/kg	47	4,65	0,91	19,39
Fe, mg/kg	43	58,67	22,48	182,30
Mn, mg/kg	44	7,34	1,10	20,00
Zn, mg/kg	47	27,39	13,93	151,88
Lisina total, %	95	0,24	0,19	0,31
Metionina total, %	74	0,21	0,14	0,27
Metionina + Cistina total, %	75	0,48	0,32	0,62
Treonina total, %	92	0,27	0,22	0,33
Triptofano total, %	119	0,05	0,02	0,14

1-Valores expressos em base natural; 2-N = número de amostras; 3-Resultados de balanços de energia, determinados com animais.

liberada pelo metabolismo de gorduras e óleos é 2,25 vezes maior que a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de carboidratos. Desta forma, o

aumento do teor de óleo do milho indica que ele tem maior valor energético, podendo reduzir o custo de produção de aves e suínos.

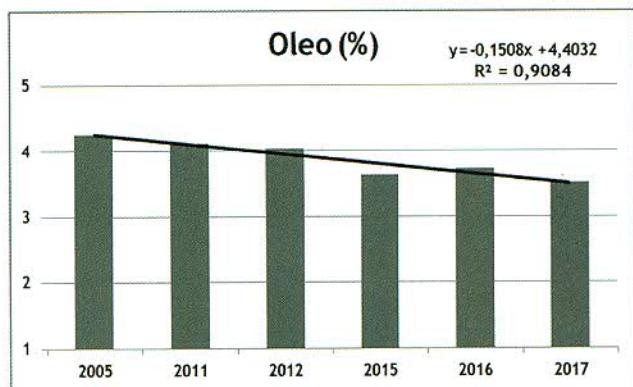


Figura 1. Teor médio de óleo no milho ao longo dos anos.



Figura 2. Desvio padrão do teor de óleo do milho ao longo dos anos.

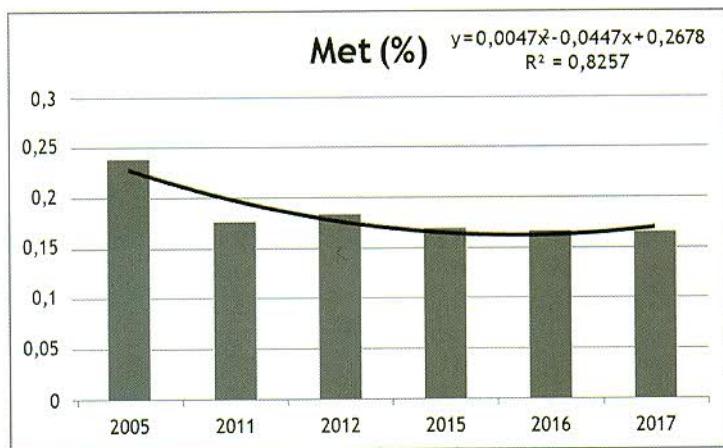


Figura 3. Teor médio de metionina no milho ao longo dos anos.

Recentemente, fizemos uma avaliação da composição nutricional do milho, baseado em 41.508 amostras coletadas e analisadas nos anos de 2005, 2011, 2012 e no período de 2015 a 2017. O teor de óleo vem caindo ao longo do tempo, assim como a variabilidade desse parâmetro (Figuras 1 e 2). A queda no teor de óleo ao longo dos anos é reflexo direto do aumento do número de plantas cultivadas por área, fato conhecido na literatura. Essa constatação tem influência direta no conteúdo energético do milho, que vem caindo da mes-

ma forma. Entretanto, a variabilidade verificada anteriormente, exemplificada na Tabela 1, vem reduzindo drasticamente, conforme pode ser observado na Figura 2. Este fato indica que o milho vem se tornando em um ingrediente com menor variação, o que acarreta em menor preocupação com o ajuste das formulações, especialmente com relação ao conteúdo energético.

A análise do teor de matéria seca do milho é importante para avaliar o grau de concentração de nutrientes na partida, contribuindo para a comercializa-

ção mais justa e também para servir de subsídio para os processos de secagem e armazenagem dos grãos. Por outro lado, o teor de proteína bruta não é um bom indicador, porque a proteína bruta de um alimento é calculada a partir da quantidade de nitrogênio total determinada na amostra multiplicada pelo fator 6,25. Assim, uma maior adubação nitrogenada de cobertura, realizada para aumentar a produtividade, acarreta no aumento da absorção de nitrogênio pela planta. Como decorrência, o teor de nitrogênio aumenta no grão e, por conseguinte, o teor de proteína bruta. Contudo, esse maior nível de nitrogênio na planta e nos grãos é depositado, predominantemente, na forma de amônio e nitrato, que não são diretamente utilizados por animais monogástricos como as aves e suínos. De uma maneira geral, o aumento da adubação nitrogenada proporciona um aumento dos teores de proteína bruta, sendo este aumento relacionado ao aumento da zeína, que é uma proteína de baixo valor nutricional. O aumento da adubação nitrogenada também exerce influência sobre o balanço dos aminoácidos, uma vez que o aumento do teor de proteína bruta leva a um decréscimo da concentração de aminoácidos, especialmente lisina e triptofano, que são muito importantes para aves e suínos. O mesmo acontece com a metionina (Figura 3).

Assim, a adubação nitrogenada de cobertura é importantíssima para aumentar a produtividade, mas ela piora a qualidade nutricional do grão, através da menor deposição de aminoácidos essenciais. Considerando-se que as dietas são formuladas para teores de aminoácidos digestíveis, e não para proteína bruta, aconselha-se a não desperdiçar recursos com análises de proteína bruta, pois ela é de pouca importância prática na avaliação de partidas de milho.

A cor do milho não afeta seu valor nutricional. A diferença básica entre um milho branco e um milho amarelo, ou alaranjado, são as concentrações de carotenóides e xantofilas, as quais são maiores no milho amarelo com coloração mais intensa. Do ponto de vista nutricional essas características per-

Tabela 2 – Análise de Espectrofotometria de Reflectância de Infra Vermelho Próximo das 1021 amostras de milho coletadas pela Embrapa Suínos e Aves

	Média	DP	Valor mínimo	Valor máximo
MS, %	85,877	1,877	69,770	93,540
PB, em base seca, %	10,534	1,328	6,591	15,886
EE, em base seca, %	4,402	0,782	2,000	6,660

DP = desvio padrão; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo

Tabela 3 - Valores de correlações de Pearson entre parâmetros analisados de amostras de milho coletadas pela Embrapa Suínos e Aves

	PB	EE	FB	Lys	Met	Thr	Trp	Val
PB		0,40	0,08	0,05	0,51	0,43	-0,31	0,60
EE	0,40		-0,09	-0,06	0,09	0,09	-0,02	0,26
FB	0,08	-0,09		0,03	0,05	-0,12	-0,20	0,10
Lys	0,05	-0,06	0,03		0,17	0,34	-0,13	0,62
Met	0,51	0,09	0,05	0,17		0,33	-0,04	0,47
Thr	0,43	0,09	-0,12	0,34	0,33		-0,14	0,55
Trp	-0,31	-0,02	-0,20	-0,13	-0,04	-0,14		-0,06
Val	0,60	0,26	0,10	0,62	0,47	0,55	-0,06	

PB = proteína bruta; EE = óleo; FB = fibra bruta; Lys = lisina; Met = metionina; Thr = treonina; Trp = triptofano; Val = valina

Tabela 4. Número de amostras (valor absoluto e percentual), média valor máximo e valor mínimo (ppb) em função do tipo e concentração de micotoxinas em milho no Brasil, em 2016 e 2017<sup>1</sup>

Tipo e Concentração de Micotoxinas	N (valor absoluto e percentual)	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Aflatoxinas</b>				
ND <sup>2</sup>	194 (53,01%)	0	0	0
<20 ppb	145 (39,62%)	2,29	1,01	14,50
20<ppb<1000	27 (7,38%)	61,51	26,97	127,20
≥ 1000 ppb	0	0	0	0
Total	366 (100,00%)	5,22	0	127,20
<b>Deoxinivalenol</b>				
ND	1 (1,54%)	0	0	0
≤ 1000 ppb	50 (76,92%)	487,06	220,00	930,00
>1000 ppb	14 (21,54%)	1277,14	1010,00	1800,00
Total	65 (100,00%)	657,23	0	1800,00
<b>Tricotecenos (T2)</b>				
ND	52 (53,06%)	0	0	0
≤ 100 ppb	43 (43,88%)	20,18	10,10	68,40
>100 ppb	3 (3,06%)	172,67	124,60	237,20
Total	98 (100,00%)	14,14	0	237,20
<b>Fumonisina</b>				
ND	90 (23,81%)	0	0	0
≤ 5000 ppb	257 (67,99%)	1622,88	210,00	4910,00
> 5000 ppb	31 (8,20%)	8148,71	5190,00	22490,00
Total	378 (100,00%)	1771,67	0	22490,00
<b>Ocratoxina A (OTA)</b>				
ND	65 (90,28%)	0	0	0
≤ 50 ppb	7 (9,72%)	4,87	2,10	8,85
>50 ppb	0	0	0	0
Total	72 (100,00%)	0,47	0	8,85
<b>Zearalenona (ZEA)</b>				
ND	66 (61,68%)	0	0	0
≤ 500 ppb	40 (37,38%)	72,01	20,70	483,10
>500 ppb	1 (0,93%)	857,10	857,10	857,10
Total	107 (100,00%)	34,93	0	857,10

1 Dados, de 1086 análises, gentilmente cedidos pelo CBO Análises Laboratoriais, Valinhos, SP;  
2 ND = não detectado.

dem importância quando a vitamina A é adicionada às dietas, o que é uma medida imprescindível para a produção de aves e suínos e ocorre rotineiramente.

O milho preferido para a produção de aves é o amarelo. O milho é o ingrediente utilizado em maior quantidade na alimentação de aves de corte e pos-

tura, contribuindo para a pigmentação de carcaças e ovos. Essa característica é economicamente importante, pois há demanda dos consumidores por frangos e gemas de ovos com coloração amarela de intensidade forte.

A colheita do milho deve acontecer tão logo os grãos atinjam os teores de umidade adequados (20 a 24 % para a colheita mecânica e 18 a 22 % para colheita em espiga). Desta forma, as perdas pelo ataque de roedores, insetos e fungos são reduzidas significativamente e diminui os problemas de pós - colheita, havendo melhor qualidade do produto e menor grau de infestação inicial. O milho colhido deve ser seco imediatamente. O teor elevado de umidade dá condições ao desenvolvimento de microrganismos e aumenta as perdas de peso devido ao aceleração do processo respiratório dos grãos, causando elevação da temperatura e deterioração do produto. Recomenda-se utilizar temperatura de secagem de 90°C. Com esta temperatura o grão atinge um aquecimento em torno de 45°C, o que não causa nenhum dano à sua integridade. Temperaturas mais elevadas (entre 90°C e 140°C) podem causar injúrias como quebras e fissuras nos grãos, prejudicando a qualidade de estocagem. A umidade recomendada para o armazenamento é de 13 a 14% quando a granel.

## Correlação entre os nutrientes do milho

Pesquisadores da Universidade de Illinois avaliaram a digestibilidade de aminoácidos em partidas de milho com diferentes teores de óleo (3,8%; 5,2%; 6,0%; 8,6%) em galos cecotomizados. Eles observaram que as amostras com maiores teores de óleo (6,0% e 8,6%) apresentaram maior digestibilidade verdadeira para ácido aspártico, treonina, serina, glicina, prolina, alanina, valina, leucina, arginina, cistina e isoleucina. Na média, as amostras com maiores teores de óleo obtiveram uma diferença positiva de 10% para os valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. No mesmo experimento verificou-se que a disponibilidade de lisina e energia metabolizável verdadeira foram maiores na amostra com

maior teor de óleo. Ao analisar os dados das análises bromatológicas das amostras de milho utilizadas, os pesquisadores verificaram que os teores de proteína bruta não se correlacionaram com os teores de óleo. Entretanto, os teores de lisina aumentaram (2,78%; 3,03%; 3,05%; 3,48%) conforme se aumentou os teores de óleo. Com estes resultados, os autores sugeriram a possibilidade de a proteína do gérmen apresentar melhor digestibilidade para aves. Também se deduziu ser possível que o maior teor de óleo nas amostras contribuiu para a maior disponibilidade dos aminoácidos.

Em pesquisa realizada por nós na Embrapa Suínos e Aves foram coletadas 1021 amostras de milho (Tabela 2), em diferentes regiões do Brasil, no ano de 1999. Estas amostras foram individualmente homogeneizadas e analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e óleo através de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIR). Com base nestes resultados, as amostras foram classificadas por ordem de teor de extrato etéreo e 80 amostras foram selecionadas de maneira a representar toda a população original, as quais foram analisadas quimicamente para óleo, proteína bruta, fibra bruta, cinza, matéria seca e aminoácidos, de acordo com metodologias recomendadas pela AOAC. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que a grande maioria dos valores de correlação entre os nutrientes analisados foram baixos (Tabela 3), inclusive entre proteína bruta e aminoácidos. Esta constatação demonstra a falta de precisão de equações de predição do teor de aminoácidos em função do conteúdo de proteína bruta.

## Milho com alto teor de óleo

As variedades e os híbridos de milho com alto nível de óleo foram estudados por décadas pelos melhoristas norte americanos, com maior intensidade entre os anos de 1995 e 2005. Esses genótipos mostraram-se importantes para a moderna indústria de alimentos para animais porque continham mais energia do que o milho comum. Existem vários relatos na lite-

ratura sobre a variabilidade no teor de óleo no milho. Em alguns artigos são relatadas variações de 2,9 a 13,1% de óleo, observando-se uma nítida vantagem econômica com a formulação de rações, principalmente para aves, em aumentar-se o teor de óleo do milho.

Não resta dúvida que a melhoria da qualidade genética do milho representa, per si, um aumento da competitividade da indústria animal. Como a maior parte do óleo se concentra no gérmen, ou embrião, do milho, normalmente observa-se que genótipos de teor mais alto de óleo apresentam maior gérmen, estabelecendo uma associação positiva entre tamanho de gérmen e conteúdo em óleo. A seleção para aumento de óleo no milho tem ocorrido com concomitante aumento de proteína bruta devido ao aumento do tamanho do embrião. Esse incremento é da ordem de 1,3% quando o conteúdo de óleo é elevado em 3,5%. Da mesma forma, o teor de aminoácidos, como a lisina e o triptofano, apresenta associação positiva com tamanho de gérmen e, por conseguinte, teor de óleo. Foi demonstrado que o milho alto óleo para frangos de corte apresenta maior teor de óleo e aminoácidos com incremento na energia metabolizável de 6,4 % do que a do milho comum. Foi observado em outras pesquisas que genótipos de milho alto óleo com até 132 % mais óleo e 8% mais energia metabolizável do que o milho convencional para suínos em crescimento.

O maior enfoque em cultivares e híbridos de valor nutricional agregado traz consigo vantagens diferenciais na qualidade do milho que asseguram maior lucratividade aos setores de produção vegetal e animal. Na safra 1999, os produtores norte americanos de milho alto óleo receberam prêmios da ordem de US\$5,91 a US\$9,84/tonelada de milho alto óleo produzido, dependendo do teor de óleo nos grãos, segundo o U.S. Feed Grains Council.

Segundo alguns autores, o milho alto óleo proporcionou maior valor agregado por bushel, em relação ao milho convencional, o qual variou de US\$0,38 a US\$0,77 para dietas de perus ou poedeiras. Além disso, há outras

vantagens para os produtores de aves e suínos: (a) redução no transporte e armazenamento com grãos, uma vez que é necessária uma menor quantidade de grãos por unidade de produção; (b) melhora na eficiência alimentar dos animais, devido ao menor incremento calórico produzido pelo óleo; e (c) redução da poeira na fábrica de rações e nas instalações com animais, reduzindo as perdas de ingredientes e incidência de doenças respiratórias. Um aspecto importante do uso de milho alto óleo é que ele promove uma maior produção de energia e proteína por ha sem necessidade de aumento dos níveis de adubação. Essa característica é desejável não só do ponto de vista social, pois abriria maiores oportunidades para os pequenos produtores, como também na visão ambiental, já que é necessária uma menor área para produzir a mesma quantidade de nutrientes, quando comparado aos grãos tradicionais.

Foram desenvolvidas na Embrapa Suínos e Aves diversas pesquisas com grãos de alta concentração em nutrientes para reduzir o custo de produção de suínos e aves (Projeto 04.1999.301 - *Identificação e avaliação de cultivares de grãos de alta densidade em nutrientes para produção de aves e suínos*). O principal objetivo desta linha de pesquisa foi identificar linhagens, variedades e híbridos de milho com alto teor de óleo para subsidiar os programas de melhoramento de empresas públicas e privadas para que os produtores brasileiros pudessem disponibilizar milho alto óleo ao mercado brasileiro de rações, para que a avicultura e suinocultura nacionais aumentassem o seu poder competitivo. O projeto identificou genótipos promissores, inclusive híbridos de milho comerciais, com altos níveis de óleo (6-6,5%). Uma das empresas parceiras do projeto lançou dois híbridos de alto óleo para validação em plantio comercial. Embora os resultados de produtividade e teor de óleo fossem muito promissores, comparados aos genótipos norte americanos, o mercado não se dispôs a pagar um prêmio aos produtores, demonstrando que não tinha capacidade para assimilar uma alta tecnologia, como essa, naquela oportunidade. A falta de pagamento de

um prêmio ao produtor de milho, baseado no teor de óleo, desanimou o setor produtivo e a empresa retirou os genótipos do mercado.

### A preocupação com micotoxinas

A principal preocupação dos produtores com o milho é a falta do grão no mercado. Entretanto, a presença de micotoxinas nos grãos constitui-se na segunda maior preocupação.

As micotoxinas são metabólitos produzidos por fungos que prejudicam a saúde do homem e dos animais. Sua produção ocorre nas fases de pré colheita em condições favoráveis ao desenvolvimento fúngico e ao longo do período pós-colheita, quando o milho não é conservado em boas condições. Elas constituem grande ameaça a toda a cadeia de produção de alimentos e vem sendo utilizada como critério de restrição à importação por outros países e na comercialização pelas grandes empresas do setor.

A presença de micotoxinas não é uma exclusividade do milho, podendo aparecer em outros grãos, seus subprodutos e de outros alimentos. Além disso, a falta de limpeza durante os processos de secagem, armazenagem e no próprio preparo das dietas na fábrica de rações constituem-se em importantes fatores que contribuem para a contaminação. Entretanto, quando ocorre o problema, o setor de produção de aves e suínos normalmente culpa o milho em primeiro lugar, pois ele é o ingrediente mais utilizado nas dietas. A ocorrência do problema pode ser reduzida escolhendo-se genótipos que proporcionem bom empalhamento de espigas ou tenham a presença de genes resistentes ao ataque de insetos, além do emprego de práticas de manejo que reduzam a quebra e os danos nos grãos. Na fábrica de ração este problema tem sido contornado parcialmente pelo uso de adsorventes de micotoxinas ou através da diluição da concentração do ingrediente contaminado com a toxina. Uma forma eficaz de redução do efeito prejudicial de algumas das micotoxinas é a pré limpeza dos cereais na chegada da fábrica de rações e o uso de mesas densimétricas, que separam os grãos mais densos daqueles chochos ou fragmentos de grãos. Mesmo que o milho seja comprado já com pré limpeza feita no silo de armazenagem do fornecedor, a limpeza na fábrica de rações é essencial para a melhoria da qualidade do alimento.

O desenvolvimento de fungos no milho armazenando depende principalmente das condições de umidade, temperatura, nível inicial de contaminação e condições físicas dos grãos. A atividade fúngica pode estar associada à produção de micotoxinas. As mais frequentes no milho são a zearalenona, fumonisina e a aflatoxina.

A presença de micotoxinas no alimento não está diretamente associada à presença de fungos, pois pode haver presença de fungos sem que haja produção de toxinas e estas podem permanecer no alimento mesmo após o desaparecimento dos fungos.



## Seladoras Manuais e Automáticas

### Filmes PVC e Poliolefínico



(11) 2412-0176  
2482-4700 | 2682-0056

[www.maxfilm.com.br](http://www.maxfilm.com.br)  
[comercial@maxfilm.com.br](mailto:comercial@maxfilm.com.br)





Recentemente, estudou-se a ocorrência e quantificação das principais micotoxinas em milho para se verificar se apresentam risco à saúde humana e animal. O monitoramento foi realizado a partir de amostras analisadas em laboratório de controle de qualidade de alimentos nos anos de 2016 e 2017. Foram realizadas 1086 análises micotoxicológicas quanto às aflatoxinas, tricotecenos – T2 e deoxinivalenol, fumonisina, ocratoxina e zearalenona, utilizando-se o método ELISA (Tabela 4). Para poedeiras, os níveis aceitáveis (não produzem alterações clínicas e de desempenho) de micotoxinas isoladas em dietas animais, compilados da literatura e da legislação brasileira são de 20 µg/kg (ppb) para aflatoxinas, 500 ppb para zearalenona, 50 ppb para ocratoxina, 5000 ppb para fumonisina, 1000 ppb para deoxinivalenol e 100 ppb para tricotecenos. Considerando os resultados obtidos no presente trabalho e as pesquisas realizadas na literatura, é possível afirmar que as quantidades encontradas são difíceis de serem consideradas problemáticas do ponto de vista nutricional, se usadas na ração de ani-

mais de produção de alimentos. Por exemplo, certas toxinas (tricotecenos) são mais toleráveis pelos frangos, ao passo que suínos devem receber dietas isentas de outras micotoxinas, pois são mais suscetíveis a doenças. Assim, as análises micotoxicológicas realizadas durante 2016 e 2017 mostraram que 43,1% dos resultados foram negativos. Das amostras positivas, de 78 a 100% estiveram abaixo do limite tolerável, não acarretando em prejuízo à saúde dos animais ou humana.

Os fatores que podem ter contribuído para a menor ocorrência de micotoxinas no milho são:

- 1) Uso de genótipos BT, com maior resistência ao ataque a insetos;
- 2) Melhoria na operação de colheita como o emprego de colheitadeiras axiais;
- 3) Encurtamento do ciclo de produção do milho;
- 4) Colheita antecipada, com grãos com maior teor de umidade;
- 5) Melhores condições de secagem e armazenagem;
- 6) Maior uso de limpeza de grão e separação por densidade;

Não se inclui aqui, o desenvolvimento de aglutinantes de micotoxinas, que foram importantes para reduzir os problemas para os animais, mas não tem influência direta sobre a qualidade do milho.

## **Classificação**

Os defeitos e imperfeições que podem aparecer no milho são:

- Grãos carunchados - São os grãos ou pedaços de grãos furados ou infestados por insetos vivos ou mortos.
- Grãos ardidos - São os grãos ou pedaços de grãos que perderam a coloração característica, em mais de  $\frac{1}{4}$  do tamanho do grão.
- Grãos brotados - São os grãos ou pedaços de grãos que apresentam germinação visível.
- Impurezas e fragmentos - São os detritos do próprio produto, bem como os fragmentos que vazam numa peneira de crivos circulares de três mm de diâmetro.
- Matérias estranhas - São os grãos ou sementes de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza,

não oriundos do produto.

Os valores de energia metabolizável dos grãos quebrados são em geral 2,5% menores. Por outro lado, a presença de matérias estranhas junto com os grãos de milho reduz o teor de energia do milho, tendo sido observados resultados variados, que chegaram a uma diminuição de até 11% no valor de energia metabolizável, quando comparado aos grãos inteiros.

A densidade da amostra de milho constitui-se em outro parâmetro importante, mas que não é utilizado para a comercialização. Quanto maior a densidade, definida como o quociente entre a massa e o volume desse corpo, maior é o valor energético do milho e menor é o custo de produção de aves e suínos. A densidade é facilmente determinada e utilizada há muitos anos para a comercialização de cereais de inverno como o trigo, triticale e cevada.

O ataque de insetos afeta a composição química do milho. A infestação por carunchos (*Sitophilus zeamais*), nas

fases iniciais, promove redução do teor de extrato não nitrogenado pelo fato do caruncho consumir preferencialmente o endosperma, rico em amido. Nos níveis mais elevados de infestação, os insetos atacam também o embrião. Neste estágio, os teores de proteína bruta e óleo são reduzidos.

## A evolução genética do milho

**Amino ácidos** - Pesquisadores da Purdue University, Estados Unidos, descobriram, em 1964, que um mutante de milho, denominado opaco 2, apresentava grãos com cerca de 50% mais lisina e triptofano, aumentando o valor biológico da proteína do milho. Contudo, esses cultivares de milho opaco 2 não foram adotados pelos agricultores por terem menor produtividade e densidade, apresentarem grãos com textura farinácea, pulverulentos quando moídos, além de mais suscetíveis ao ataque de insetos e fungos, comparados ao milho comum. Outro mu-

tante, o floury-2, resultou na produção de endosperma com maior teor de lisina e metionina. Nos dois casos os teores de triptofano foram maiores em relação ao milho comum. Essas mudanças ocorreram devido à redução da síntese de zeína, fração da prolamina, do milho, que possui baixos teores de lisina, e um aumento das frações de globulina e de albumina, que são frações mais ricas em lisina que a prolamina. Além disso, houve um aumento dos teores de aminoácidos livres. Outra mudança observada nestes grãos foi o maior embrião do milho opaco-2. Para amenizar as características negativas, pesquisadores do Centro Internacional de Melhoramento de Milho (CIMMYT) no México, desenvolveram novos híbridos de milho chamados de QPM ("quality protein maize") através de esquemas de cruzamentos e seleção recorrente. Esses novos materiais genéticos tornaram-se viáveis pela melhoria nas características dureza e densidade do grão, menor susceptibilidade aos



Pleyades

**QUALIDADE E  
TECNOLOGIA**  
PARA SUA GRANJA

**PL2-360°**

Bebedouro niple em aço inox com rosca, pino com ação 360°.

**PL3-FLEX**

Bebedouro niple com pino flexível para frangos de corte e postura comercial.

**PL3-360°**

Bebedouro niple com aço inox revestido com PVC rígido especial na cor amarela, pino com ação 360°.

**BEBEDOURO EM J**

Bebedouro niple com modelo em J de baixa ou alta vazão.

**PL-MY/CLIP NIPLE**

Bebedouro econômico acoplável para tubos redondos, amarelo, pino com ação 360°.

**AP2**

Campânula a gás para pintos, infravermelha, capacidade de 1.200 pintinhos.

**GLOBAL 8 THI**

Campânula de aquecimento infravermelho, capacidade de 2.500 pintinhos.

**PL1 COM BORRACHA**

Bebedouro em niple, para avicultura e para cunicultura, fabricado em Máquinas CNC todo em aço inox de alta durabilidade, com borracha para fixar incluída.

[www.pleyades.com.br](http://www.pleyades.com.br)

+55 (19) 3802-2288 | (19) 99147-4080 [pleyades01@terra.com.br](mailto:pleyades01@terra.com.br)

fungos e insetos e maturidade antecipada. Na Embrapa Milho e Sorgo foi desenvolvido o BR - 451, adaptado às condições brasileiras, a partir de material genético oriundo do CIMMYT.

**Milho Alto Óleo** - Outra característica que se buscou no melhoramento genético do milho foi o teor de óleo. Este é depositado quase exclusivamente na porção do escutelo do gérmen. O conteúdo de óleo no grão é afetado pela posição do grão na espiga, podendo ser encontradas variações de 0,1% a 0,6% entre grãos da base, do meio e do topo da espiga, sendo que as porções mais elevadas em óleo eram encontradas no meio dela. Estes grãos, além de possuírem mais óleo, costumam ser mais uniformes em tamanho, comparados aos grãos maiores na base e os menores ao topo da espiga. O teor de óleo é uma característica de alta herdabilidade. Na Universidade de Illinois, nos estados unidos, após 85 gerações de seleção para alto óleo e baixo óleo, foram obtidos

valores de 20,4% para a seleção de altos teores de óleo e 0,3% para a seleção de baixos teores de óleo. Constatou-se que o tamanho do germe e a porcentagem de óleo no germe aumentaram, mas o endosperma e o peso dos grãos diminuíram, bem como a produtividade. Desta maneira foi possível aumentar a porcentagem de óleo no grão aumentando-se o tamanho do gérmen e reduzindo-se o tamanho do endosperma.

**Milho com maior fósforo disponível** - Uma das grandes ameaças à produção animal é o potencial poluente dos dejetos produzidos. O fósforo é um nutriente essencial ao crescimento dos animais e também um dos elementos com maior potencial poluente, já que os alimentos vegetais apresentam a maior parte desse mineral na forma fítica, que possui baixa disponibilidade. O milho, um dos maiores ingredientes das rações, apresenta menos de 15 a 30% do fósforo total disponível aos animais. Isso obriga à suplementação de fósforo com fontes de alta disponibilidade, como o fosfato bicálcico, para atender à exigência dos animais. Dois mutantes de milho com menor teor de ácido fítico foram desenvolvidos e apresentam 33% e 66% menos fósforo na forma fítica no grão, comparado ao milho comum. Esses híbridos são fenotipicamente iguais aos híbridos comuns, mas os grãos contém menor quantidade de fósforo fítico no gérmen do grão com pouco efeito sobre o conteúdo total de fósforo. Esses grãos apresentam excelentes perspectivas de aplicação na alimentação animal com o objetivo de reduzir o poder poluente dos dejetos produzidos. Embora esses materiais fossem desenvolvidos, o seu uso comercial foi inviabilizado pelo amplo emprego da enzima fitase, que catalisa a disponibilização de fósforo fítico, em praticamente todas as dietas de monogástricos.

**Materiais obtidos por transgenia** - No Brasil, a primeira onda de grãos geneticamente modificados foi lançada em 1998, mas o primeiro evento de milho foi aprovado em 2007 (Liberty Link, evento T25), com tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. No mesmo ano, o evento MON810 (Guardian) foi aprovado, contendo o



gene cry1Ab de *Bacillus thuringiensis*. Este gene codifica a proteína Cry1Ab, que é tóxica para as pragas de lepidópteros. Em 2011 foram aprovados três eventos, sendo que um combinou resistência aos insetos das ordens Lepidoptera e Coleoptera, além da tolerância ao glifosato. Até 2013, foram lançados 18 eventos para milho, que geraram 783 genótipos desenvolvidos e registrados para milho. Embora haja relatos de seleção de genótipos transgênicos com maior conteúdo em determinados nutrientes, nenhum evento com enfoque em composição nutricional diferenciada foi lançado comercialmente. Da mesma forma, mas em estágio mais preliminar, tem sido relatado o desenvolvimento da resistência do milho à contaminação por micotoxinas, no caso aflatoxina, na fase pré-colheita. A estratégia de resistência do milho ganhou maior enfoque devido aos avanços na identificação de traços de resistência natural. No entanto, a resistência nativa na contaminação do milho para os fungos produtores de aflatoxina é poligênica e complexa e, portanto, os marcadores precisam ser identificados para facilitar a transferência de traços de resistência em origens genéticas agro-nomicamente viáveis, ao mesmo tempo em que limitam a transferência de características indesejáveis.

## Impacto sobre a formulação das dietas para aves

O milho representa cerca de 70% do custo das dietas para aves. O milho é a fonte mais importante de energia para esses animais e os teores de óleo e amido representam grande impacto no valor nutricional desse grão e nos custos das dietas. Assim, maior importância deveria ser dada às variações na composição nutricional do milho, especialmente no teor de óleo, ajustando-se a composição nutricional do milho nas planilhas de formulação das dietas.

Na prática, observa-se que os técnicos não fazem ajustes na matriz de composição nutricional do milho ao longo do tempo quando se utilizam diferentes partidas do grão na formulação de dietas para aves e suínos. Esta atitude seria procedente se a composição do milho fosse constante, o que não é. O fato da amplitude dos teores de óleo ter sido reduzida ao longo dos últimos anos, assim como a variabilidade, não dispensa a atenção que tem que ser dada ao monitoramento desta característica e adequação das fórmulas.

A granulometria do milho, ou seja, o grau de finura com que esse grão é moído é de fundamental importância para o aproveitamento dos nutrientes pelas aves e suínos. O grau de moagem do milho determina alterações nos valores de energia metabolizável em função da maior ou menor exposição dos nutrientes aos processos digestivos. Em geral, quanto mais fino o tamanho das partículas do milho maior a digestibilidade e maior o consumo de energia elétrica demandado na moagem. Assim, é muito importante que o milho seja moído a uma granulometria que consuma o mínimo de energia elétrica e proporcione máximo desenvolvi-





mento dos animais. Entre os fatores que influenciam a granulometria, no processo de moagem em moinhos a martelo usados na maioria das propriedades, citam-se: diâmetro dos furos da peneira, área de abertura da peneira, velocidade de rotação e número de martelos, distância entre martelos e peneira, fluxo de moagem e teor de umidade do milho.

Com base nas análises de 1021 amostras de milho coletadas pela Embrapa Suínos e Aves (Tabela 2) e analisadas usando o NIR, foram escolhidas 80 amostras que representasse toda a população, baseado no teor de óleo, e realizadas análises químicas para determinação da composição bromatológica e de aminoácidos, estes analisados por HPLC. Das 80 partidas de milho, nove amostras foram descartadas durante a análise estatística por serem consideradas amostras discrepantes ("outliers"), ou seja, sua composição apresentava pelo menos um nutriente com valor tão discrepante que não permitia ser reconhecido como milho. No cálculo dos valores de EM do

milho, tomou-se como base uma pesquisa desenvolvida na Embrapa Suínos e Aves, na qual foi demonstrado que cada acréscimo de 1% de óleo na composição média do milho correspondia a um aumento de cerca de 50 kcal de energia metabolizável/kg. Os preços dos ingredientes foram aqueles praticados em 2005.

Tem sido relatado que os níveis de inclusão de óleo na ração alteraram significativamente a produção de ovos. Tem sido observado que à medida que se incrementa o nível de óleo na dieta, a produção e a massa de ovos aumentam. Isso ocorre, possivelmente, em virtude da melhor utilização da energia da ração contendo níveis crescentes de óleo, pela diminuição do incremento calórico. Este efeito é especialmente desejável em condições de calor, quando se espera redução no consumo de ração.

## Conclusões

As cadeias produtivas de animais e milho apresentam grandes áreas de interseção e deveriam buscar objetivos que contemplam o crescimento

conjunto de todos esses setores. Como as aves são os maiores clientes do milho, há necessidade de adequação de grãos com qualidade necessária para manter ou aumentar a competitividade da produção desses animais. Nos Estados Unidos o setor de grãos com alto valor agregado, cresceu muito até o setor de produção de álcool demandar grande parte da produção e determinar que "quantidade" fosse mais importante que "qualidade". Essa busca por maior oferta de milho favoreceu ganhos tecnológicos voltados predominantemente para as características agronômicas, em vez de características nutricionais. Mesmo assim, houve uma evolução nutricional do milho, uma vez que ocorreu redução na variabilidade da composição nutricional, embora o teor de óleo e aminoácidos tenha caído ao longo dos anos, e pela redução de ocorrência de micotoxinas. Conclui-se que o milho transformou-se em ingrediente de qualidade menos variável, com menor teor de micotoxinas, facilitando a formulação das dietas de poedeiras, frangos e suínos.