

EFEITO DO MILHO OPACO-2 SÔBRE PRODUÇÃO DE OVOS
E COLORAÇÃO DE GEMAS *

Marly Lopes Tafuri
Joaquim Campos
Dirceu Jorge da Silva
Martinho de Almeida e Silva**

1. INTRODUÇÃO

O gene opaco-2, localizado no cromossomo sete do milho, é um gene recessivo que, no estado homozigótico do núcleo triploide do endosperma, determina uma aparência opaca no grão maduro.

A despeito de sua descoberta, em 1935, por SINGLETON e JONES, citados por FONSECA (9), só em 1964 MERTZ, BATES e NELSON (16) fizeram a primeira publicação sobre seus efeitos na composição química dos grãos. Observaram estes autores que o fracionamento por cobre da proteína do endosperma do milho opaco-2 revelava 15,7% de zeína e 42,3% de glutelina. Proteína do endosperma do milho normal contém 41 a 52% de zeína e 17 a 28% de glutelina. Reprimida a formação de zeína, com baixo teor em lisina, registra-se incremento nas sínteses de frações mais ricas no aminoácido.

* Parte da tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação da UFV pelo primeiro autor, como um dos requisitos para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

Recebido para publicação em 16-9-1970.

** Respectivamente, Professora Adjunta, Professor Titular, Professor Assistente e Auxiliar de Ensino da Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa.

Ainda no mesmo trabalho verificou-se a dessemelhança nas frações ácido-solúvel e zeína dos dois endospermas com relação aos aminoácidos básicos.

Outro aminoácido que tem seu teor aumentado no milho opaco-2 é o triptofano, um dos mais deficientes na proteína do milho normal.

Pela composição química era de esperar, para o opaco-2, maior valor nutritivo. Coube a MERTZ *et alii* (17) evidenciar tal pressuposto, verificando que ratos que recebiam milho opaco-2 mostravam, em 28 dias, ganho de peso 3,7 vezes superior àquele que se observou em animais alimentados, em idênticas condições, com milho normal. Não se encontraram diferenças em digestibilidade que justificassem a alta capacidade do opaco-2 em promover crescimento.

Sendo o milho um dos alimentos básicos, tanto para o homem como para os animais domésticos, e havendo em muitos países, inclusive o Brasil, grande demanda de alimentos melhores, as experimentações com milho opaco-2 têm despertado extraordinário interesse.

O milho opaco-2 é deficiente em carotenóides, pigmentos que respondem pela cor amarelo-laranja das gemas. FONSECA *et alii* (10) observaram despigmentação de gemas, quando este milho era fornecido a poedeiras.

O mercado brasileiro exige ovos de gemas bastante pigmentadas, como as produzidas por aves que recebem ração ricas em milho amarelo. O estudo da influência do milho opaco-2 na coloração das gemas torna-se, em face disto, de grande interesse prático.

O presente trabalho tem por objetivo estudar os efeitos do milho opaco-2, em rações de galinhas, sobre produção de ovos e coloração de gemas.

Pretendeu-se estimar o efeito do milho opaco-2 sobre a pigmentação de gemas e procurar um corretivo para cor, através do fornecimento de um suplemento comercial de carotenóides e do feno de rami, produto tropical de composição semelhante à do feno de alfafa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O milho opaco-2 vem sendo utilizado, com excelentes resultados, em diversos experimentos nos campos de nutrição humana e animal.

ROGLER (21) observou que, na alimentação de pintos,

o milho opaco-2, suplementado com metionina, produzia melhores ganho de peso e conversão alimentar do que o milho normal, em níveis proteicos subótimos.

CROMWELL *et alii*, citados por FONSECA (9), admitem que a superioridade do milho opaco-2, suplementado com metionina sobre milho normal no crescimento de pintos, parecia prender-se ao seu alto teor em lisina. Estes autores também se referiram a um mais alto nível de lisina plasmática em pintos alimentados com milho opaco-2.

FONSECA *et alii* (10) confirmaram esta superioridade e verificaram também que poedeiras alimentadas com opaco-2, dieta com 12,5% de proteína, produziam quase tão bem quanto as que recebiam milho normal e farelo de soja, dieta com 15% de proteína. Não se registraram, no referido trabalho, diferenças significativas em tamanho de ovos.

FONSECA (9) verificou que a proteína do opaco-2 suplementado com metionina mostrava-se superior à do milho normal e comparável, em qualidade, à de soja, se fornecida a pintos. Foi obtida indicação de relação positiva entre níveis de lisina plasmática e taxa de crescimento. No mesmo trabalho foi, de novo, verificado o valor do opaco-2 na alimentação de poedeiras, avaliado em produção de ovos e eficiência alimentar.

PICKETT (20) observou que a qualidade da proteína do opaco-2 é semelhante à de uma dieta isonitrogenosa, constituída de milho normal e soja, com 11,6% de proteína, para suínos em crescimento.

COSTA *et alii* (5) verificaram grande eficiência do opaco-2 em nutrição de suínos nas fases de crescimento e acabamento, em termos de ganho de peso diário e conversão alimentar.

BRESSANI (3) estimou que o valor da proteína do opaco-2 correspondia a 90% do valor da proteína do leite desnatado, quando fornecido a criações.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram usadas 160 aves legorne, no segundo ano de postura, distribuídas, ao acaso, em 8 blocos de 5 unidades por tratamento e mantidas em gaiolas individuais. Estas aves foram retiradas de um lote de 225, submetido anteriormente a muda forçada, dentre as que apresentavam boas

condições físicas. Apresentavam postura média em torno de 70%, no início do experimento.

Usaram-se quatro tratamentos, inclusive a testemunha, assim distribuídos:

T₁ - milho normal somente

T₂ - milho opaco-2, somente

T₃ - milho normal suplementado com lisina

T₄ - milho normal suplementado com farelo de soja

A testemunha (T₄) era constituída por uma ração na qual o farelo de soja substituía, parcialmente, o milho normal perfazendo um total de 15,50% de proteína.

Todos os tratamentos tiveram suplementação adequada com metionina.

A fim de melhorar a condição física das rações, pelo aumento do teor de fibra, foi incorporado, a todas elas, 5% de casca de arroz (quadro 1).

O quadro 2 mostra os teores de aminoácidos essenciais dos milhos opaco-2 e normal.

O experimento abrangeu duas fases distintas. A duração da primeira fase foi de 60 dias, divididos em 5 períodos de 12 dias, durante os quais foram computados dados de postura, na base de "aves alojadas", consumo médio de ração e conversão alimentar.

O estudo dos efeitos do milho opaco-2 sobre a pigmentação das gemas foi feito, nos últimos dias da primeira etapa experimental, comparando-se os tratamentos T₁ (milho normal) e T₂ (milho opaco-2). Foram observados 36 ovos, por tratamento, colhidos em lotes de 9, com intervalos de 6 dias.

A segunda parte do experimento, com duração de 19 dias, teve o propósito de estudar a correção da despigmentação das gemas pelo uso de feno de rami (Boehmeria nivea, Gaud) e de um concentrado comercial de produtos naturais (Cortegg). Para isso, as aves do tratamento com opaco-2 foram separadas em dois grupos de 20 unidades que continuaram com a mesma ração anterior, acrescida apenas de Cortegg (T₂C) incorporado às rações na dosagem de 0,2%, ou feno de rami (T₂R), na proporção de 4%.

O feno de rami foi preparado no Instituto de Zootecnia,

QUADRO 1 - Composição das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Milho normal, %	85, 59	-	85, 39	64, 52
Milho opaco-2, %	-	85, 63	-	-
Farelo de soja tostado, %	-	-	-	21, 70
Casca de arroz, %	5, 00	5, 00	5, 00	5, 00
Concentrado de vitaminas e minerais, %	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00
Cloreto de sódio, %	0, 40	0, 40	0, 40	0, 40
Farinha de ostras, %	5, 35	5, 35	5, 35	6, 30
Fosfato de rocha desfluorado, %	2, 40	2, 40	2, 40	1, 00
DL-metionina, %	0, 26	0, 22	0, 26	0, 08
L-lisina. HCl, %	-	-	0, 20	-
Proteína * (Nx6, 25), %	8, 10	8, 70	8, 20	15, 50
Fibra **, %	3, 70	3, 70	3, 70	4, 60
Lisina **, %	0, 21	0, 41	0, 41	0, 81
Metionina + Cistina **, %	0, 53	0, 53	0, 53	0, 53
Triptofano **, %	0, 04	0, 10	0, 04	0, 21
Cálcio **, %	2, 75	2, 75	2, 75	2, 75
Fósforo **, %	0, 60	0, 60	0, 60	0, 60
Energia metabolizável, kcal/kg **	3. 168	3. 134	3. 158	2. 914

* - Análise feita no Instituto de Biologia e Química, Escola Superior de Agricultura, Viçosa.

** - Dados obtidos por cálculo.

QUADRO 2 - Teores de aminoácidos essenciais dos milhos opaco-2 e normal

Aminoácidos		Milho opaco-2	Milho normal
Ácido Aspártico*	%	1,26	0,52
Treonina*	%	0,40	0,33
Serina*	%	0,57	0,42
Ácido Glutâmico*	%	1,56	1,57
Glicina*	%	0,58	0,42
Alanina*	%	0,65	0,64
Valina*	%	0,52	0,40
Cistina*	%	0,16	0,11
Metionina**	%	0,16	0,22
Isoleucina*	%	0,33	0,30
Leucina*	%	0,77	1,06
Tirosina*	%	0,36	0,36
Fenilalanina*	%	0,42	0,42
Lisina*	%	0,48	0,25
Histidina*	%	0,34	0,28
Arginina*	%	0,66	0,39
Prolina*	%	0,88	0,73
Triptofano***	%	0,12	0,05

* - Análises recebidas do Department of Animal Sciences, Purdue University, Lafayette, Estados Unidos.

** - Dado obtido da Tabela do National Research Council (N. R. C.).

*** - Análise feita no Instituto de Biologia e Química, Escola Superior de Agricultura, Viçosa.

por dessecamento ao sol, pouco antes de sua utilização. Sua análise revelou 14,3% de proteína ($N \times 6,25$) e 16,1% de fibra.

Fêz-se a avaliação visual de pigmentação de gemas utilizando-se soluções de bicromato de potássio, de acordo com BORNSTEIN e BARTOV (2). Como as cores das soluções, nas concentrações propostas pelos autores, não correspondiam bem às gemas fortemente despigmentadas pelo efeito do opaco-2, as concentrações foram levemente modificadas, a fim de melhor corresponderem às comparações a serem feitas. Os treze padrões utilizados constam do quadro 3.

QUADRO 3 - Concentrações das soluções de bicromato de potássio utilizadas como padrão visual na avaliação de cor de gemas

Padrão (Nº)	$K_2Cr_2O_7$ (mg/ml)	Padrão (Nº)	$K_2Cr_2O_7$ (mg/ml)
1	0,08	7	1,00
2	0,10	8	2,00
3	0,20	9	4,00
4	0,40	10	6,00
5	0,60	11	8,00
6	0,80	12	10,00
=	=	13	12,00

As estimativas com o uso destes padrões representam médias de 3 comparações feitas por pessoas alheias ao experimento.

Os efeitos do feno de rami e do Cortegg foram comparados através do exame de todos os ovos postos, em dias alternados, num total de 41 para o tratamento com Cortegg (T_2C) e 45 para o tratamento com o feno de rami (T_2R).

Paralelamente, fêz-se a dosagem dos pigmentos das gemas (Equivalente β -caroteno), por método fotométrico, com uso de curva padrão de β -caroteno puro, conforme A.O.A.C. (1).

Osteores de xantofilas nas rações foram calculados com base nos resultados de análises fotométricas, conduzidas con-

formas técnicas propostas por MADIEDO *et alii* (14).

As dosagens de proteínas plasmáticas totais, feitas com o objetivo de auxiliar a interpretação dos resultados, foram efetuadas conforme GORNALL *et alii* (11). As amostras de sangue foram coletadas, da veia da asa, de 2 aves, por tratamento.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos para postura, consumo de ração e conversão alimentar, expressos em médias por período, para os diferentes tratamentos, constam dos quadros 4, 5 e 6.

As análises de variância revelaram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ao nível de 1% para produção de ovos e consumo de ração e ao nível de 5% para conversão alimentar.

Os dados de avaliação de coloração das gemas, nos diferentes tratamentos, por método fotométrico ou padrão visual, bem como os valores encontrados para os teores globais de xantofila nas rações, constam do quadro 7 e figura 1.

Os valores do Equivalente -caroteno e padrão visual para T_2R representam as médias das 4 últimas coletas, após a estabilização da cor das gemas, isto é, a partir do 13º dia de tratamento. Para T_2C , T_1 e T_2 foram consideradas, nos cálculos das médias, todas as coletas.

Os resultados das análises de plasma indicaram que os teores proteicos médios das aves dos tratamentos T_1 , T_2 e T_3 eram, respectivamente, cerca de 70, 95 e 65% do observado nas aves do tratamento testemunha (T_4).

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Observou-se para a postura a superioridade dos tratamentos T_4 (milho normal e farelo de soja) e T_2 (milho opaco-2) sobre T_1 (milho normal) e T_3 (milho normal suplementado com lisina sintética). Os dois últimos tratamentos, praticamente, se confundiram em seus resultados.

Notou-se também que as diferenças começaram a acen-tuar-se após a decorrência do primeiro período de observação, tornando-se mais nítidas à medida que avançava o tempo. Isto indica a possibilidade de estarem as aves, inicialmente, valendo-se de suas próprias reservas corporais.

De acordo com HARMS e WALDROUP (12), deficiência protéica atua no sentido de reduzir a extensão do ciclo de pos-

QUADRO 4 - Produção média de ovos nos diversos períodos de 12 dias*
(porcentagem)

Tratamentos	Períodos				Médias dos Tratamentos
	1º	2º	3º	4º	
Milho Normal (T ₁)	58,7 ^a	36,8 ^a	28,3 ^a	23,5 ^a	22,7 ^a
Milho Opaco-2 (T ₂)	62,0 ^a	55,5 ^b	53,7 ^b	46,0 ^b	50,2 ^b
Milho Normal + Lisina (T ₃)	63,7 ^a	39,4 ^a	28,1 ^a	25,6 ^a	24,8 ^a
Milho Normal + Farelo de Soja (T ₄)	73,5 ^b	67,8 ^c	66,5 ^c	63,5 ^c	67,0 ^c
					67,6

* - Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste de Duncan, 5%).

QUADRO 5 - Consumo alimentar médio nos diversos períodos de 12 dias*
(gramas de alimento/ave/dia)

Tratamentos	Períodos					Médias dos Tratamentos
	1º	2º	3º	4º	5º	
Milho Normal	(T ₁)	88,9a	71,2a	72,1a	67,7a	67,7a
Milho Opaco-2	(T ₂)	98,1b	95,9b	100,9b	103,3b	104,1b
Milho Normal + Lisina	(T ₃)	86,3a	62,6c	70,7a	69,8a	72,7a
Milho Normal + Farelo de Soja	(T ₄)	112,2c	109,8d	113,5c	113,0c	106,3b
						110,9

* - Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste de Duncan, 5%).

QUADRO 6 - Conversão alimentar nos diversos períodos de 12 dias*
 (quilos de alimento/dúzia de ovos)

Tratamentos	Períodos				Médias dos Tratamentos
	1º	2º	3º	4º	
Milho Normal (T ₁)	1, 861 ^a	2, 462 ^a	2, 978 ^a	3, 799 ^a	3, 807 ^a 2, 981
Milho Opaco-2 (T ₂)	1, 902 ^a	2, 131 ^a	2, 259 ^b	2, 780 ^b	2, 534 ^b 2, 321
Milho Normal + Lisina (T ₃)	1, 600 ^a	1, 985 ^a	3, 115 ^a	3, 454 ^a	3, 747 ^a 2, 780
Milho Normal + Farelo de Soja (T ₄)	1, 880 ^a	1, 992 ^a	2, 129 ^b	2, 223 ^b	1, 942 ^b 2, 033

* - Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste de Duncan, 5%).

QUADRO 7 - Avaliação de coloração de gemas e teores globais de xantofilas nas rações

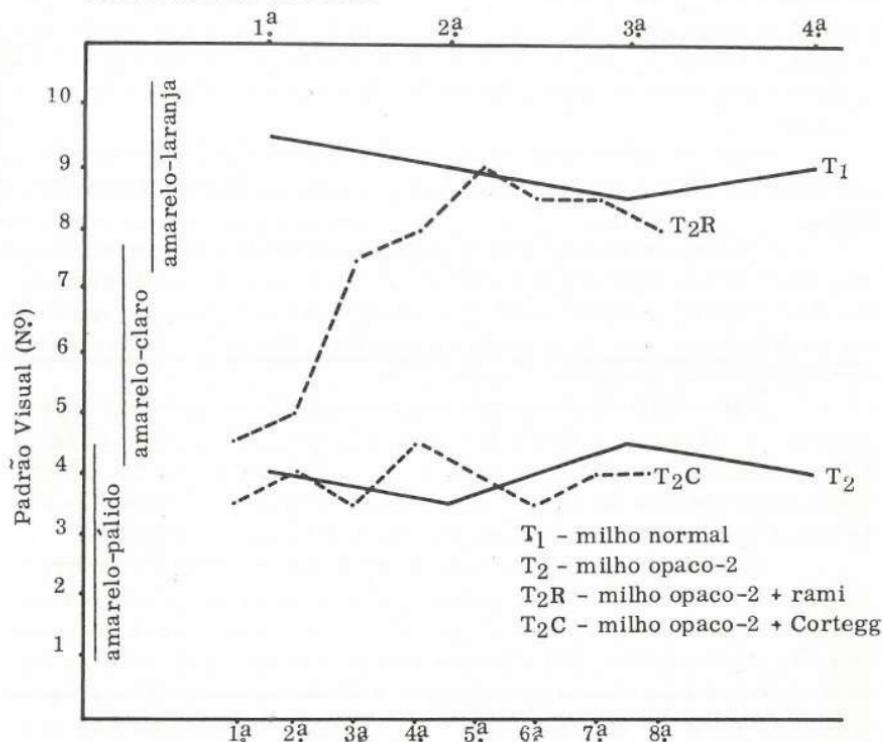
Tratamentos	Xantofilas (mg/kg de ração)	Equivalente β -caroteno (μ g/g de gema)	Padrão Visual (Nº)
Milho Normal (T ₁)	16,7	46,9	9,0
Milho Opaco-2 (T ₂)	7,0	15,6	4,0
Milho Opaco-2 + Feno de Rami (T _{2R})	15,3	40,6	8,5.
Milho Opaco-2 + Produto Comer- cial (T _{2C})	-	16,4	4,0

tura, baixando, em consequência, a produção total. Tal deficiência impediria a síntese adequada de proteína para formação do ovo. As aves que receberam 9% de proteína na ração tiveram um ciclo de postura de 1,09 ovos, o que indicava que elas dificilmente punham ovos em dois dias sucessivos. Em nível protéico de 11,6%, o ciclo aumentava, consideravelmente, para 4,88 ovos. Os autores ainda se referiram à importância da qualidade da proteína recebida pelas aves. O problema de baixos ciclos de postura acentuava-se em rações carentes de metionina.

A baixa produção das aves, que receberam apenas milho normal, pode ser explicada pela redução de ciclo de postura decorrente do uso de ração inadequada em proteína, quantitativa e qualitativamente. A suplementação com lisina sintética não deu resposta favorável. Convém notar, entretanto, que a suplementação apenas igualou os teores de lisina nos milhos normal e opaco-2. Os níveis de lisina nestas rações ainda se colocavam abaixo da recomendação do National Research Council (18).

Por outro lado, deve-se ter em mente que não está apenas no teor de lisina a diferença entre os milhos normal e opaco-2.

Coletas (T₂ e T₁): Médias de 36 ovos por tratamento, coletados com intervalos de 6 dias.



Coletas (T_{2R} e T_{2C}): Médias de todos os ovos postos em dias alternados, por tratamento.

FIGURA 1 - Avaliação de coloração de gemas através do uso de padrão visual, em diferentes tratamentos.

A superioridade do tratamento T₂ em relação ao T₃ fez-se notar, ainda que não tenha sido atingida a produção do tratamento testemunha (milho normal e farelo de soja), situando os resultados deste trabalho em concordância com vários autores que já enfatizaram a alta qualidade da proteína do milho opaco-2.

No presente estudo, a deficiência do opaco-2 em metionina, também notada por vários autores, foi corrigida por su-

plementação.

A complexidade dos fatores envolvidos em nutrição proteica, tal como salientada por DE HAAS e MORSE (8), não permite que seja atribuído, com base nos dados disponíveis, o resultado oferecido pelas aves do tratamento T₃ (milho normal e lisina) a um menor aproveitamento de fontes sintéticas do aminoácido.

Observou-se diferença, estatisticamente significativa, ao nível de 1%, no consumo de ração entre os vários tratamentos.

Os animais respondem às dietas carentes em um ou mais aminoácidos com acentuado decréscimo no consumo de alimento. SANAHUJA e HARPER (22) verificaram, inclusive, marca da preferência por uma dieta isenta de nitrogênio sobre outra desbalanceada em aminoácidos.

Este efeito depressivo sobre apetite tem sido várias vezes demonstrado, porém, a maneira pela qual um aminoácido per se influenciaria no apetite ainda não foi explicada. Admite-se a existência de algum mecanismo regulador extremamente sensível às concentrações de aminoácidos plasmáticos.

YOSHIDA et alii (26) admitiram mais eficiente incorporação dos aminoácidos limitantes das dietas, em proteínas de tecidos. Isto resulta em redução rápida de seus níveis no plasma. Os aminoácidos deficientes, conforme tem sido várias vezes observado, existem no plasma em baixa concentração e as interrelações de aminoácidos determinam mudanças nas concentrações de outros ainda que convenientemente supridos.

Tem-se apontado estas flutuações em aminoácidos plasmáticos como sendo um meio para avaliar-se o estado de nutrição proteica do animal (7), visto que o quadro geral de percentagem de aminoácidos no plasma será diferente se a dieta for bem balanceada ou não.

SANAHUJA et alii (23) mostraram que os valores do "quociente-apetite", tal como medido por Carpenter (4), para ratos, ou seja "relação entre energia metabolizável ingerida e 0,88 log peso do corpo", eram mais baixos em dietas não balanceadas em aminoácidos. Isto corroborava, segundo os autores, a hipótese de que a ingestão de alimentos é diretamente afetada pela concentração de aminoácidos plasmáticos.

Um consumo alimentar baixo (quadro 5) foi observado neste trabalho para as aves dos tratamentos T₁ e T₃, milho normal e milho normal suplementado com lisina. Deste modo, estas aves, com baixo consumo alimentar, decorrente das pró-

prias rações que lhes foram ministradas, tiveram uma causa adicional que as impediu de manter boa produção.

É admissível que, de início, as aves do tratamento T₂ tivessem estranhado um pouco o alimento que lhes era fornecido. Contudo, neste trabalho, o consumo alimentar das aves que receberam milho opaco-2 nunca chegou a ser tão baixo quanto o das que tiveram apenas milho normal, suplementado ou não com lisina.

O milho opaco-2 permitiu boa conversão alimentar. As diferenças encontradas entre o tratamento com este milho e o tratamento testemunha não foram estatisticamente significativas.

Atribuindo-se a superioridade do tratamento com o milho opaco-2 à melhor qualidade de sua proteína, seria de supor que houvesse reflexo nas reservas protéicas das aves. Foi efetuada, então, com base nesta hipótese, a análise de proteínas plasmáticas totais. Os resultados indicaram diferenças entre os tratamentos. Embora tais resultados não mereçam ênfase, tendo-se em vista o pequeno número de amostras analisadas, eles reforçam a linha de pensamento adotada neste trabalho, isto é, a possibilidade de se estar diante de um estado de desnutrição em T₁ e T₃. As aves destes tratamentos apresentaram os mais baixos níveis de proteína plasmática. As aves de T₂, com resultados muito próximos dos de T₄, tiveram menos necessidade de valeram-se de suas reservas protéicas e puderam manter-se em melhores condições nutricionais, o que lhes permitiu melhor produção.

Seriam desejáveis maiores informações com relação ao modo pelo qual o fornecimento de proteína nas rações poderia refletir-se em proteínas plasmáticas, já que o assunto pode apresentar grande interesse prático.

Finalmente, o milho opaco-2 afetou, desfavoravelmente, as qualidades comerciais dos ovos, no que se refere à pigmentação de gemas.

O efeito deste milho, determinando a produção de ovos com gemas pálidas, é consequência de seu baixo teor em carotenóides (quadro 7).

O valor do feno de rami, como fonte de carotenóides para aves foi observado por OCHIAI (19), em trabalho experimental, no qual este produto, quando incorporado às rações, mostrou-se mais eficiente que os fenos de alfafa e de soja perene na deposição de pigmentos amarelos na pele de frangos de corte.

Nas condições do presente experimento, evidenciou-se a eficiência deste feno na produção de gemas acentuadamente amarelas, conforme as exigências do mercado brasileiro.

Nenhum resultado positivo foi verificado com o uso de Cortegg.

MADIEDO *et alii* (14) não obtiveram efeito benéfico em pigmentação de gemas com o uso de um concentrado comercial de xantofilas. Há também referências na literatura à menor eficiência de utilização de concentrados comerciais, se comparados com milho e alfafa (6, 15). Em certos casos, entretanto, determinados pigmentos, em forma pura, têm-se revelado satisfatórios (24, 13, 25).

Ao que tudo indica, concentrados comerciais devem ser usados com cautela, em face da incerteza dos resultados.

Para o feno de rami, ao contrário, os resultados indicaram não haver problema em sua recomendação entre as fontes naturais de pigmentos. A figura 1 mostra, claramente, que sua adição ao milho opaco-2 determina a ocorrência de gemas de coloração semelhante à do milho normal.

O uso de padrões visuais de $K_2Cr_2O_7$ para estudos de coloração de gema pode ser considerado amplamente satisfatório. O método é de manuseio simples, fácil de ser reproduzido e de baixo custo. Houve boa concordância entre os valores encontrados em comparações feitas por pessoas diferentes.

6. RESUMO

Em um experimento, conduzido na Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Zootecnia, em que foram usadas 160 aves legorne, no segundo ano de postura, evidenciou-se a superioridade do milho opaco-2, suplementado com metionina, sobre o milho normal, também suplementado com metionina.

A suplementação com lisina sintética, elevando o teor deste aminoácido no milho normal até aquele do milho opaco-2, não teve efeito estatisticamente significativo.

As aves alimentadas à base do milho opaco-2 exibiram maior porcentagem de postura, maior consumo alimentar e melhor conversão, embora não atingissem os valores registrados para as aves do tratamento testemunha, no qual farelo de soja substituía parcialmente o milho normal, perfazendo 15,50% de proteína.

Neste mesmo experimento foi realizado um estudo sobre pigmentação de gemas. O milho opaco-2 mostrou-se menos eficiente que o milho normal na produção de gemas fortemente coloridas, conforme as exigências do mercado brasileiro.

O feno de rami, na dosagem de 4% da ração, foi eficiente na correção da cor das gemas dos ovos de galinhas submetidas, previamente, ao tratamento com milho opaco-2.

O uso de um produto comercial, como fator de correção de cor de gemas, mostrou-se ineficaz.

Um padrão visual, constituído por soluções de bicromato de potássio, foi considerado amplamente satisfatório como ponto de referência para comparação de cor de gemas.

7. SUMMARY

An experiment was conducted with 160 white leghorn type hens to compare the feeding value of opaque-2 corn with the normal corn for egg production.

The hens fed opaque-2 showed higher egg production, higher feed consumption and better feed efficiency.

The effect of opaque-2 on egg yolk color was also studied. The egg yolks were graded for color according to the potassium dichromate method of visual color scoring.

The opaque-2 corn produced pale egg yolks. The rami hay, used at the level of 4 percent of the diets, was very effective in recovering the orange-yellow color of the egg yolks.

The addition of a commercial source of xanthophyll to the diet of opaque-2 was not sufficient to recover the yellow color of the egg yolks when compared to the level in the eggs produced by hens fed normal corn. The potassium dichromate method of visual color scoring of egg yolk was very satisfactory.

8. LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (A. O. A. C.). Official Methods of Analysis. 9^a Ed. Washington, D. C. A. O. A. C., 1960. 832 p.
- BORNSTEIN, S. & I. BARTOV. A comparison between visual scoring of yolk color and colorimetric assay of yolk carotenoids. Poultry Sci., 45:287-293. 1966.

3. BRESSANI, R. Protein quality of opaque-2 maize in children. In: Proc. High Lysine Corn Conf. Corn Industry Research Foundation, Inc., Washington, D.C., 1966. p. 34-39.
4. CARPENTER, K. J. The concept of an "appetite quotient" for the interpretation of ad libitum feeding experiments. J. Nutrition, 51:435. 1953.
5. COSTA, P. M., H. VAZ DE MELLO, V. MAYROSE, L. PACHECO & J. M. PATO. Valor nutritivo do milho opaco-2 para suínos. In: Anais do 3º Seminário Nacional do Porco Carne. Universidade Federal de Viçosa, 1968. p. 16-19.
6. DAY, E. J. & W. WILLIAMS. A study of certain factors that influence pigmentation in broilers. Poultry Sci., 37: 1373-1381. 1958.
7. DEAN, W. F. & M. M. SCOTT. Use of free amino acid concentration in blood plasma of chicks to detect deficiencies and excesses of dietary amino acids. J. Nutrition, 88: 75-83. 1965.
8. DE HAAS, H. & E. H. MORSE. Utilization of amino acids from protein. Manual of procedures. Northeast Regional Research Publication. University of Maine. Technical Bulletin nº 33, 1968.
9. FONSECA, J. B. Evaluation of protein quality of selected varieties of corn and sorghum for poultry. Purdue University. 1969. [Tese de Ph. D.]
10. FONSECA, J. B., W. R. FEATHERSTON, J. C. ROGLER & T. R. VLINE. Nutritive value of high protein opaque-2 corn for chicks and laying hens. Trabalho apresentado na 57^a reunião da America Poultry Science Association. Texas A. e M. University. 1968.
11. GORNALL, A. G., C. J. BARDAWILL & M. D. DAVID. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. J. Biol. Chem., 177:751-766. 1949.

12. HARMS, R. H. & P.W. WALDROUP. Length of laying cycle as influenced by protein level. Poultry Sci., 42:1195-1197. 1963.
13. MADIEDO, G. & M. L. SUNDE. The effect of algae, dried lake weed, alfalfa and ethoxyquin on yolk color. Poultry Sci., 43:1056-1061. 1964.
14. MADIEDO, G., E.F. RICHTER & M. L. SUNDE. A comparison between chemical determination for xanthophylls and yolk pigmentation scores for yellow corn, alfalfa, algae, lake weed and marigold petals. Poultry Sci., 43: 990-994. 1964.
15. MARUSICH, W., E. DE RITTER & J.C. BAUERNFEIND. Evaluation of carotenoids pigments for coloring egg yoks. Poultry Sci., 39:1338-1345. 1960.
16. MERTZ, E.T., L.S. BATES & O.E. NELSON. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science, 145:279-280. 1964.
17. MERTZ, E.T., O.A. VERON, L.S. BATES & O.E. NELSON. Growth of rats fed on opaque-2 maize. Science, 148:1741-1742. 1965.
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N.R.C.). Nutrient Requirement for Poultry. Washington, D.C. 1966, 33 p.
19. OCHIAI, T. Efeito de alguns fenos triturados no crescimento e na pigmentação de frangos de corte. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. 1967. [Tese de M.S.] .
20. PICKETT, R. A Opaque-2 corn in swine nutrition. In: Proc. High Lysine Corn Conf. Corn Industry Research Foundation, Inc. Washington, D.C. 1966, p. 19-22.
21. ROGLER, J.C. A comparison of opaque-2 and normal corn for chick. In: Proc. High Lysine Corn Conf. Corn Industry Research Foundation, Inc. Washington, D.C. 1966, p. 23-25.

22. SANAHUJA, J. C. & A. E. HARPER. Amino acid balance and imbalance: Effect of amino acid on self-selection of diet by the rat. J. Nutrition, 81:363-369. 1963.
23. SANAHUJA, J. C., M. E. RIO & M. V. LEDE: Decrease in appetite and biochemical changes in amino acid imbalance in the rat. J. Nutrition, 86:424. 1965.
24. SUNDE, M. L. The effect of different levels of vitamin A, β -apo-8'-carotenal and alfalfa on yolk color. Poultry Sci., 41:532-541. 1962.
25. WILLIAMS, W. P., R. E. DAVIES & J. R. COUCH. The utilization of carotenoids by the hen and chick. Poultry Sci., 42:691-699. 1963.
26. YOSHIDA, A., P. M. B. LENRY, Q. R. ROGERS & A. E. HARPER, Effect of amino acid imbalance on the fate of limiting amino acid. J. Nutrition, 89:80-90. 1966.