

A influência dos pigmentos amarelo-laranja da semente de milho na coloração da gema de ovo de galinha *

E. A. Graner

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo

ÍNDICE

1) Introdução	426
2) Material e Método	426
3) Resultados obtidos	427
4) Discussão e conclusões	431
5) Agradecimentos	434
6) Abstract	434
7) Bibliografia	435
8) Explicação da figura ..	436

* Trabalho da Seção de Avicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

I) INTRODUÇÃO

A genética da coloração amarelo-laranja do endosperma de milho vem sendo estudada pelo autor há já algum tempo, estando alguns resultados principais já publicados (5, 6, 7, 8). Se bem que complexo o problema, êle pode porém ser resumido, encarando o aspecto econômico, em três fatores genéticos ou gens, designados por Y1, Y3 e Y7 e localizados respectivamente nos grupos 2, 6 e provavelmente 7 do milho, com ação complementar para a formação dos pigmentos amarelo-laranja na semente.

Ê bem conhecido o fato de algumas variedades comerciais possuírem sementes com uma tonalidade laranja muito forte, como o milho Cateto, enquanto que outras variedades possuem sementes de uma coloração amarela ou então, com uma tonalidade intermediária, designada por amarelo-laranja, como a de vários tipos de milho dente amarelo, por exemplo o conhecido pelo nome de Armour. A diferença entre a coloração laranja e a coloração amarela é devida a um outro fator genético, havendo outros ainda agindo como modificadores e determinando assim variedades com coloração intermediária e de vários graus entre o tipo laranja forte e o tipo com sementes bem amarelas. A coloração é devida à presença no endosperma de pigmentos pertencentes ao grupo carotenóide, parte dos quais tem uma potencialidade ativa em relação à formação de vitamina A no organismo animal, um assunto que será discutido numa outra publicação e parte sendo representada principalmente por xantofilas não precursoras de vitamina A. Ê sabido que as variedades de milho com grãos amarelos, bem como outros alimentos contendo êsses pigmentos, fazem com que a coloração da gema de ôvo da galinha torne-se mais colorida. A influência de algumas variedades de milho, de constituição genética conhecida, na maior ou menor coloração da gema, foi estudada e os resultados obtidos são relatados neste trabalho.

2) MATERIAL E MÉTODO

Dez galinhas de primeira postura, da raça **Rhode Island Red** da Seção de Avicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", com os números 77, 142, 160, 176, 702, 793, 804, 859, 861 e 869, e que foram separadas do lote geral por suspeitas de neurolinfomatose, serviram para a presente experiência e foram isoladas em um abrigo de aproximadamente

6 metros quadrados, em 26-6-46, tendo sido o contróle da postura feito por meio de ninho alçapão. Após 5 dias de isolamento, essas galinhas começaram a receber ração de postura controlada e com a seguinte constituição :

Farelo de arroz	10%
Farelo de algodão	6%
Farinha de carne 50%	14%
Milho	70%

(mais 3 kgs. de ostra e 1 kg. de sal juntados à ração).

O milho foi introduzido na ração em forma moída, tendo sido empregados 3 tipos diferentes e que formaram 3 qualidades distintas de ração, a saber :

Ração A (milho Cateto, duro, côr laranja forte).

Ração B (milho Cristal, duro, branco).

Ração C (milho Armour, dente, côr amarelo-laranja).

As rações foram dadas na seguinte ordem : primeiramente a ração A, com milho Cateto, depois a ração B, com milho Cristal e finalmente a ração C, com milho Armour. Depois da ração C as galinhas receberam novamente a ração B, com milho branco e depois de alguns dias, foi adicionada a essa ração com milho branco, diariamente, cêrca de 20 grs. de almeirão por galinha, afim de se comparar o efeito do verde em relação aos tipos de milho empregados. Os ovos foram recolhidos diariamente e sempre que possível, quebrados também diariamente, as suas gemas sendo comparadas à tabela de coloração de MAERZ e PAUL (15). No final da experiência, pareceu aconselhável reunir os dados de comparação em 4 classes distintas, a saber : laranja-forte, laranja, amarelo e amarelo-claro.

3) RESULTADOS OBTIDOS

Os dois tipos de milho com grãos coloridos, empregados na experiência, Cateto e Armour, foram analisados quanto ao seu conteúdo em pigmentos e os resultados desta análise estão reunidos no quadro anexo. Podemos verificar que a variedade Cateto, com grãos coloridos de laranja forte, foi a que apresentou maior quantidade de pigmentos, tanto no total, como na parte ativa em relação à vitamina A (β -caroteno e criptoxantina) e na parte restante, representada principalmente pela xantofila de nome zeaxantina. A variedade Armour, milho dente, de coloração amarelo-laranja, mais clara que a do milho Cateto, acusou praticamente a metade de pigmentos que

a variedade Cateto, tanto em relação ao total como em relação às outras duas partes.

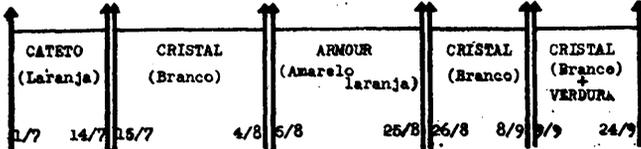
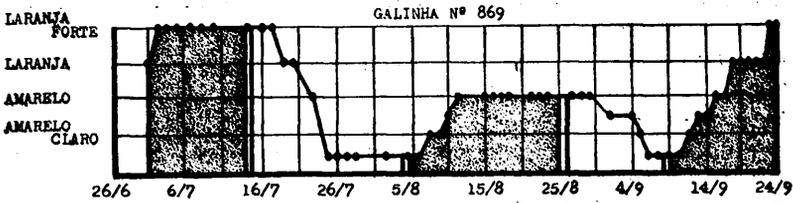
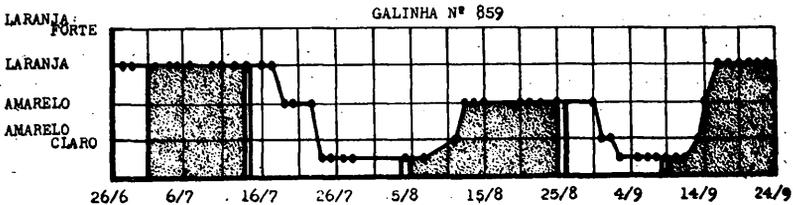
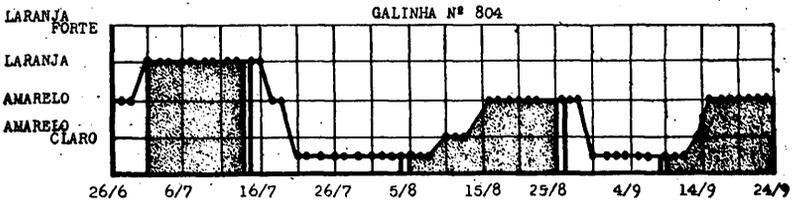
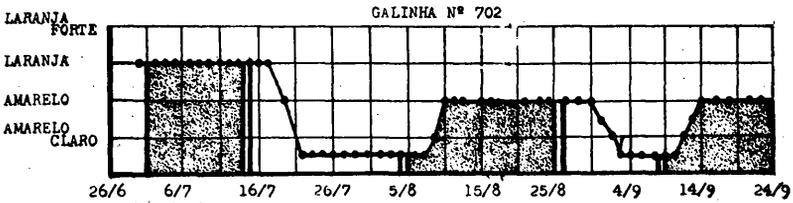
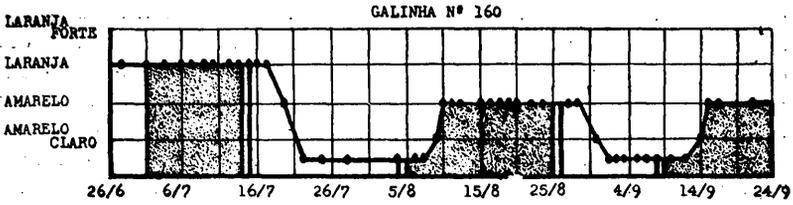
Das dez galinhas que entraram nesta experiência, duas, as de N.ºs 72 e 42, não puzeram ovos durante todo o período da sua realização. As galinhas N.ºs 176 e 861 puzeram uma quantidade muito pequena e a galinha N.º 793, não tendo tido uma postura regular, não pode ser comparada às 5 galinhas restantes, que tiveram uma postura normal.

Variedade	Cor da semente	Carotenoides (miligramas por grama de farinha de grãos desgerminados *)		
		Total	β - caroteno + criptoxantina. (Pró vitamina A)	Resto (Zeaxantina)
Cateto	laranja forte	0,0450	0,0207	0,0243
Armour	amarelo laranja	0,0253	0,0120	0,0133
Cristal	branca	—	—	—

Os dados obtidos destas cinco galinhas, N.ºs 160, 702, 804, 859 e 869, foram analisados e estão representados no gráfico incluso. As quatro classes de coloração estão colocadas verticalmente e, no sentido horizontal, estão representados os dias, desde o início da experiência até o final dela, ou sejam 90 dias. As classes referentes ao tempo de duração da experiência são de 10 dias e a postura de cada galinha está representada no gráfico por meio de pequenos círculos pretos. O período de duração de cada tipo de ração está representado no gráfico por áreas pontuadas ou em branco, havendo na parte de baixo do gráfico a indicação da data do início e do fim de cada ração empregada.

As cinco galinhas que tiveram postura normal reagiram praticamente do mesmo modo em relação à alimentação recebida. Antes do início da experiência, as galinhas receberam a ração normal dada às galinhas em postura no aviário e substituída quase sempre de milho Cateto. Assim, a coloração da gema dessas galinhas era praticamente uniforme, de uma to-

* Os valores contidos no quadro do trabalho publicado na Revista de Agricultura 21: 5-7, devem ser divididos por mil.



nalidade alaranjada. Três galinhas, as de N.ºs 160, 702 e 859 mantiveram, depois de receber a ração A, a mesma uniformidade de coloração alaranjada, enquanto que as outras duas, de N.ºs 804 e 869, uniformizaram a coloração, a de N.º 804 passando de uma coloração meio amarelada para a coloração alaranjada como as outras e a de N.º 869, uniformizando a coloração para uma tonalidade laranja forte. Durante 14 dias as 5 galinhas receberam a ração A. A cor das gemas manteve-se sempre uniforme. Terminadas as duas semanas da ração A, no dia seguinte as 5 galinhas passaram a receber a ração B, com milho branco. O efeito da ração anterior permaneceu por alguns dias, até que a coloração começou a ser afetada pela nova alimentação, conforme se pode ver perfeitamente no gráfico anexo. De uma forma geral, as 5 galinhas reagiram do mesmo modo, a coloração começando a cair gradativamente para as classes mais claras. Essa queda começa a se sentir após 3 ou 4 dias do recebimento da nova alimentação, e um período de 5 dias, como seguro para a manifestação da nova ração, pode ficar estabelecido como regra geral. Com a ração contendo milho branco a coloração da gema das cinco galinhas estabilizou-se para uma tonalidade amarela muito clara, com tendência acentuada para o branco. Essa coloração amarelo-clara firmou-se depois dos cinco primeiros dias e os pigmentos aí presentes devem ter tido sua fonte nas outras partes que constituíram a ração e mesmo na própria reserva de cada galinha.

Estabilizada essa coloração muito clara, as galinhas passaram a receber a ração C, com o milho dente, amarelo-laranja, reagindo da mesma forma como no caso anterior. Porém, depois de estabilizada a coloração, verifica-se que a tonalidade não atinge àquela dada pelo milho Cateto, passando as galinhas a produzir ovos com gema de cor amarela intensa, mas não alaranjada, de uma maneira aproximadamente proporcional à quantidade de pigmento cedido por cada tipo de milho. Essa coloração amarela, se bem que mais clara que aquela produzida pelo milho Cateto, é ainda uma coloração bastante satisfatória para as gemas. Após receber novamente uma alimentação com milho branco, quando a coloração das gemas passou novamente para a cor muito clara, as 5 galinhas receberam, em adição à alimentação com milho branco, uma ração de 200 gramas (20 gramas por cabeça) de almeirão. Novamente, e seguindo a mesma regra, a coloração da gema começou a tornar-se mais amarela, devido aos pigmentos fornecidos pelo alimento verde. A coloração obtida com a alimentação contendo o verde chegou até àquela tonalidade amarela obtida

com o milho dente amarelo e em alguns casos, galinhas 859 e 869, até mesmo à tonalidade obtida com o milho Cateto. Pode-se observar, pelo gráfico, que a variação, no caso da alimentação verde, foi maior em alguns casos e isto pode ser explicado pelo fato de a substância verde, o almeirão, ser dado uma só vez ao dia e em quantidade mínima, consumida pela galinha praticamente em 15 minutos. Não estando portanto o alimento verde à disposição da galinha durante todo o dia, como no caso do milho, é natural que algumas galinhas tenham comido maior quantidade que outras, ocasionando então maior variação na tonalidade da gema e é também possível que, com maior quantidade de verde, todas as galinhas passassem a produzir ovos com gema de uma tonalidade alaranjada, como aquela dada pelo milho Cateto e o que se deu com a galinha N.º 869. É de se notar também que a galinha N.º 869, tanto para o caso do milho Cateto, como para o caso do alimento verde, teve maior capacidade para aproveitar os pigmentos do que as 4 galinhas restantes. É assim possível tratar-se de um indivíduo com uma constituição genética mais favorável para a utilização desses pigmentos e o que é razoável em vista das galinhas usadas nesta experiência terem sido retiradas da população existente no aviário, pura para determinados caracteres na distinção da raça, mas heterozigotas para muitos outros fatores genéticos. Por exemplo, as galinhas utilizadas produziram ovos bastante diferentes em tamanho e cor, a galinha N.º 869 referida tendo produzido os menores ovos e de casca com coloração marron muito escura.

4) DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A presença de pigmentos amarelo-laranja no endosperma do milho depende da interação de três fatores genéticos conhecidos e designados por Y1, Y3 e Y7. A tonalidade dada por esses pigmentos às sementes pode variar de amarelo até laranja-forte, estando esta variação na dependência da ação de outros fatores ou gens (5, 6, 7, 8). Esses pigmentos são conhecidos por carotenóides, que compreendem, como principais, os carotenos e as xantofilas (21). Os grãos de milho amarelos contêm os carotenóides β -caroteno, criptoxantina e zeaxantina, dos quais o β -caroteno e a xantofila criptoxantina constituem uma parte chamada ativa, por ser precursora de vitamina A e a xantofila zeaxantina uma outra parte chamada inativa por não se desdobrar em vitamina A no organismo animal (20). Quanto mais intensa for a coloração do grão tan-

to maior será a quantidade desses pigmentos, mas os tipos de milho apresentando praticamente a mesma coloração podem variar quanto ao seu conteúdo total e principalmente quanto à relação entre as duas partes referidas (7), pois vários outros fatores genéticos controiam a distribuição desses pigmentos. Assim, tipos de milho apresentando sementes com a mesma coloração, podem ser diferentes em relação ao seu potencial pró-vitamínico, o que só uma análise poderá revelar. Dois tipos coloridos, utilizados nesta experiência, foram analisados, estando os dados reunidos no quadro anexo e por onde se vê que o milho de coloração laranja-forte foi o que maior quantidade de pigmentos acusou, praticamente o dobro para cada uma das partes em relação ao milho de coloração amarelo-laranja.

A coloração dos grãos de milho tem grande influência na coloração da gema de ovo de galinha, conforme foi constatado por vários outros autores que estudaram o problema (1, 2, 10, 11, 12, 17, 22) e essa influência é proporcional à quantidade de pigmento contido nas sementes, conforme se prova pelos dados obtidos nesta experiência e que estão representados no gráfico incluso. Resultados semelhantes foram obtidos por BEARSE e MILLER (3) com diferentes quantidades de milho amarelo na ração e por HEIMAN e WILHELM (10) com dois tipos de milho, um duro, da Argentina e outro milho dente amarelo.

Os pigmentos encontrados na gema de ovo são principalmente xantofilas (12, 16, 17, 21), sendo as principais a zeaxantina e a luteína. A luteína é o principal constituinte das xantofilas presentes nas folhas (21). Entretanto, dependendo naturalmente do tipo de ração empregada, pigmentos como criptoxantina, neoxantina, caroteno e outros, podem ser encontrados na gema, porém em quantidades pequenas (12, 16, 21). Assim, os pigmentos encontrados na gema são principalmente aqueles não precursores da vitamina A. Enquanto que a maior intensidade de coloração do milho indica, em geral, uma maior potencialidade pró-vitamínica, a maior intensidade de coloração da gema pode não corresponder a um aumento em valor vitamínico. Porém, independentemente da coloração da gema, o ovo de galinha é um alimento rico em vitamina A, pela presença nele desta vitamina na sua forma natural, incolor.

Dos pigmentos encontrados no grão de milho, aqueles pertencentes à parte ativa, são em parte aproveitados pelo animal para transformação em vitamina A, ficando para ser for-

necido à gema principalmente os pigmentos do grupo inativo, ou seja a zeaxantina. Assim, o tipo de milho laranja-forte utilizado nesta experiência, contendo cerca do dobro de zeaxantina que o milho de coloração amarelo-laranja, imprime à gema uma coloração muito mais intensa, alaranjada, enquanto que a coloração obtida com o outro milho é amarela. Quando foi empregada uma ração contendo milho branco, a coloração da gema tornou-se de um amarelo muito claro, a pequena quantidade de pigmento então presente devendo ter tido sua origem nos outros componentes da ração ou então na própria reserva do organismo. Alimento verde, no caso o almeirão, dado em quantidade mínima, juntamente à ração de milho branco, foi capaz de fornecer pigmentos suficientes para a coloração da gema, que no geral tornou-se amarela. Em alguns casos, a gema chegou mesmo a apresentar uma coloração laranja, como aquela dada pelo milho de grãos laranja, o que se pode explicar pelo fato de algumas galinhas terem comido maior quantidade de verde que outras.

O verde, em quantidades maiores é capaz de imprimir uma coloração intensa na gema. Convém porém observar que os diferentes alimentos verdes devem reagir diferentemente um do outro, ponto este que está sendo agora observado.

Pelos dados obtidos na presente experiência verifica-se que a coloração da gema aumenta proporcionalmente à quantidade de pigmentos fornecidos pelos tipos de milho empregados na ração. Deve-se admitir entretanto que, dentro de um lote recebendo a mesma ração, vários fatores como idade, quantidade de alimento e outros, podem contribuir para que haja variação de uma galinha para outra. Um fator importante, por exemplo, é a constituição genética, que pode fazer com que um indivíduo tenha uma maior capacidade de aproveitamento desses pigmentos e como foi o caso de uma galinha desta experiência, cujas gemas chegaram até uma coloração laranja-forte quando o milho cor laranja-forte foi empregado na ração.

A intensidade e a uniformidade da coloração da gema de ovo pode portanto ser grandemente controlada por meio da alimentação e o que representa importante ponto encerrando-se o lado econômico da questão.

Os ovos com gema de coloração muito intensa, como aqueles obtidos com alimentação de milho Cateto, são, em determinados mercados norte-americanos (13, 17), desprezados pelo fato de suas gemas apresentarem uma sombra muito forte quando os ovos são examinados por meio de iluminação. Os

ovos preferidos, neste caso, são aqueles com gema de coloração amarela não muito intensa, pois estas aparecem apenas como sombras fracas quando os ovos são atravessados pela luz. Esta prática é empregada no reconhecimento de ovos frescos de ovos velhos, pois quando novos, a clara se apresenta com uma viscosidade muito grande, mostrando, na iluminação, as gemas apenas como sombra muito fraca. A medida que os ovos vão se tornando velhos, a viscosidade vai diminuindo, a gema se apresentando então muito mais nitidamente e o que permite uma classificação. No caso de gemas muito coloridas, este tipo de exame fica prejudicado, pois mesmo os ovos frescos mostram as suas gemas perfeitamente, embora a clara esteja bastante densa.

Tal conceito não serve entretanto para os mercados brasileiros, onde o consumidor dá nítida preferência para os ovos de gema intensamente colorida. Isto se verifica não só na utilização industrial (pastifícios, confeitarias, etc.), como no uso doméstico porque a crença é que o ovo deve colorir, e que a falta de coloração indicaria a deficiência de ovo e por consequência inferioridade do produto manipulado.

Por este motivo, há neste país uma certa prevenção contra o ovo de granja, não tão colorido como o ovo "caipira", havendo um esforço dos granjeiros para produzir ovos coloridos ao gosto do consumidor.

Nosso trabalho demonstra, (a) que o milho Cateto dá uma coloração mais forte, (b) que o milho dente amarelo dá uma cor satisfatória à gema, e finalmente que na falta de milhos fornecedores de pigmentos (c) uma quantidade mínima de almeirão se presta para atingir a cor desejada.

5) AGRADECIMENTOS

O autor registra aqui os seus agradecimentos à Seção de Avicultura e à Fazenda Modelo da Escola "Luiz de Queiroz" pelas facilidades postas à sua disposição na execução da presente experiência e ao Prof. A. P. Torres, pelas sugestões e críticas apresentadas durante o tempo da sua realização.

6) ABSTRACT

The effect of carotenoid pigments on the egg yolk color was studied in this paper. Three types of maize of known genetical constitution were used: Cateto, with deep orange endosperm; Armour, with yellow-orange endosperm and Cristal,

with white endosperm. The carotenoid pigments of the two colored maizes were analysed: the total and both the active parts in relation to vitamin A and the zeaxanthin part showed to be practically double in the deep orange corn. The color of the yolk was orange when the ration had the deep orange corn and yellow in the case of the yellow-orange corn. The increase in shade was proportional to the amount of pigment present in the grains. If green feeds is added to the ration with white corn, the yolk becomes yellow or orange, depending on the amount of green given to the chickens. The practical importance of controlling the color of the yolk was emphasized.

7) BIBLIOGRAFIA

- 1) ALBRIGHT, W. P. and R. B. THOMPSON (1935) — Variations of yolk color and characteristics produced by feeding and environment. *Poultry Science* 14:373-375.
- 2) ALMQUIST, H. J. (1933) — Relation of the candling appearance of eggs to their quality. *University of California. Bulletin* 561:1-31.
- 3) BEARSE, G. E. and M. WAYNE MILLER (1937) — The effect of levels of vitamin A content of the egg yolk, on hatchability and on chick livability. *Poultry Science* 16:39-42
- 4) CAMPOS, F. MOURA (1946) — Relatório do 3.º ano de estudos sobre nutrição realizados sob os auspícios dos "Fundos Universitários de Pesquisas". São Paulo Médico 1946:249-300.
- 5) GRANER, E. A. (1943) — Genética da cor amarelo-laranja nas sementes do milho. *Revista de Agricultura* 18:443-445.
- 6) GRANER, E. A. (1945) — The yellow-orange endosperm of maize. *The American Naturalist* 19:380-391.
- 7) GRANER, E. A. (1946) — A importância do milho amarelo na alimentação dos animais. *Revista de Agricultura* 21:5-7.
- 8) GRANER, E. A. (1946) — Gen Y7, complementar de Y1 e Y3 para a coloração amarelo-laranja da semente de milho. (Em impressão).
- 9) GORTNER, R. A. (1938) — *Outlines of Biochemistry*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- 10) HEIMAN, V. and L. A. WILHELM (1937) — The transmission of xanthophylls in feeds to the yolk of hen's egg. *Poultry Science* 16:400-403.

- 11) HENDERSON, E. W. and H. L. WILCKE (1933) — Effect of ration on yolk color. *Poultry Science* 12:266-273.
- 12) HUGHES, J. S. and L. F. PAYNE (1937) — The relation of carotenoid pigments of feed to the carotenoid of egg yolk. *Poultry Science* 16:135-138.
- 13) HURD, M. A. (1944) — *Modern poultry farming*. The Macmillan Company, New York.
- 14) JULL, M. A. (1938) — *Poultry Husbandry*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- 15) MAERZ, A. and M. REA PAUL (1930) — *Dictionary of Color*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- 16) MATTIKOW, M. (1932) — A critical review of literature on the coloring matter in egg yolk. *Poultry Science* 11: 83-93.
- 17) PARKER, S. L. S., S. S. GOSSMAN and W. A. LIPPINCOTT (1926) — Studies on egg quality. I. Variations in yolk color. *Poultry Science* 5:131-145.
- 18) PARKER, S. L. (1927) — Studies on egg quality II. Seasonal variations in yolk color. *Poultry Science* 6:259-273.
- 19) PAYNE, L.F. (1925) — The cause of olive-colored egg yolk. *Poultry Science* 4:102-108.
- 20) RANDOLPH, L. F. and D. B. HAND (1940) — Relation between carotenoid content and number of genes per cell in diploid and tetraploid corn. *Journal of Agricultural Research* 60:51-64.
- 21) STRAIN, H. H. (1938) — *Leaf Xantophylls*. Carnegie Institution of Washington Publication N.º 490:1-147.
- 22) WALKER, A. L., L. N. BERRY and E. E. ANDERSON (1929) — *New Mexico egg storage studies*. New Mexico College of Agriculture and Mechanic Arts. Bulletin 177:1-47.

8) EXPLICAÇÃO DA FIGURA

Da esquerda para a direita : Milho Cristal (branco), Milho Armour (amarelo-laranja) e Milho Cateto (laranja-forte). Os tubos à direita contêm gemas de ovo (secadas e cortadas em pequenos pedaços) de galinhas que receberam rações com estes tipos de milho. Notar o aumento de coloração da gema, aumento este proporcional à quantidade de pigmento fornecido pelo milho.

