

# OS PIGMENTOS AMARELO-LARANJA DO GRÃO DE MILHO COMO PRECURSORES DA VITAMINA A NA ALIMENTAÇÃO DOS PINTOS \*

E. A. Graner e A. P. Torres  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de São Paulo

## ÍNDICE

1) INTRODUÇÃO .....	290	d) Lote A (Milho laranja-forte "Cateto") e Lote C (Milho amarelo-laranja "Armour") .....	298
2) MATERIAL E MÉTODO .....	290	4) RESUMO E CONCLUSÕES .....	303
3) EXPERIMENTAL .....	291	5) AGRADECIMENTOS ..	303
a) Quantidade de pigmentos das variedades com grãos coloridos .....	291	6) ABSTRACT .....	304
b) Análises dos lotes de pintos no início da experiência .....	293	7) BIBLIOGRAFIA .....	304
c) Lote B (milho branco "Cristal") .....	293		

\* Trabalho da Seção de Avicultura e Cunicultura.

## 1) INTRODUÇÃO

A importância das vitaminas no desenvolvimento dos animais é um problema que tem recebido a atenção de muitos pesquisadores e a influência benéfica delas no crescimento dos pintos, principalmente da vitamina A, é um assunto bem conhecido e não precisa ser aqui discutido. Diversos autores demonstraram que são necessárias de 150 a 200 unidades U. S. P. de vitamina A, pelo menos, para promover um crescimento normal. (16). Muitas são as fontes de vitamina A para o organismo, seja na sua forma natural ou seja como pró-vitamina. Dentre as fontes de pró-vitamina destacam-se, como importantes para nós, os grãos de milho de coloração amarela ou amarelo-laranja os quais possuem dois pigmentos precursores de vitamina A, o  $\beta$  caroteno e a criptoxantina. Um dos autores deste trabalho (GRANER) tem se ocupado com o estudo da genética dessa coloração amarelo-laranja dos grãos de milho e, no presente, apresentamos os resultados obtidos numa experiência organizada para se constatar a influência de variedades comerciais, típicas e comuns no país, que apresentam variação na intensidade de coloração dos grãos, como fornecedoras de pró-vitamina A na ração.

## 2) MATERIAL E MÉTODO

Duas variedades de milho com grãos coloridos foram utilizadas na presente experiência: o milho dente chamado "Armour", cujos grãos têm uma coloração amarelo-laranja e o milho duro chamado "Cateto", com grãos coloridos de laranja-forte. Para testemunha empregamos o milho "Cristal", cujos grãos duros são completamente desprovidos de qualquer pigmento do grupo carotenóide. Esses três tipos de milho são os mesmos já utilizados numa outra experiência sobre a coloração da gema de ovo de galinha (9). Os grãos desses três tipos de milho, depois de moídos, entraram na ração como 70% do seu volume, tendo sido escolhida uma fórmula que eliminasse tanto quanto possível, qualquer outra fonte de vitamina A ou pró-vitamina A. A ração utilizada tinha assim a seguinte composição:

---

Milho .....	70%
Farelo de Arroz .....	10%
Farelo de Algodão .....	6%
Farinha de Carne .....	14%

(Mais sal e ostra adicionados à ração).

Três rações foram preparadas, designadas, A, B, e C e contendo respectivamente milho "Cateto", "Cristal" e "Armour". Correspondendo aos três tipos de ração, foram organizados três lotes de pintos da raça "Rhode Island Red" de três semanas de idade. Os pintos para cada um dos três grupos foram tirados ao acaso de um lote bastante grande, tendo sido feita uma tentativa de seleção em favor das fêmeas. Devido a certas dificuldades na classificação do sexo quando ainda pequenos, alguns machos passaram a fazer parte de cada grupo e os resultados obtidos com relação a influência do sexo são mencionados adiante. Os pintos foram numerados individualmente, tendo sido feita uma pesagem inicial de cada um deles e outras pesagens semanais, durante um período de seis semanas. Durante todo o tempo da experiência os pintos foram mantidos em gaiolas especiais, que recebiam diariamente uma exposição de sol. Para comparação, as rações A e B foram dadas também a dois lotes de pintos de 5 dias, cada lote sendo formado de 10 pintos, também pesados semanalmente.

### 3) EXPERIMENTAL

Os dados obtidos na presente experiência serão apresentados por partes, como segue.

- a) Quantidade de pigmentos das variedades com grãos coloridos.

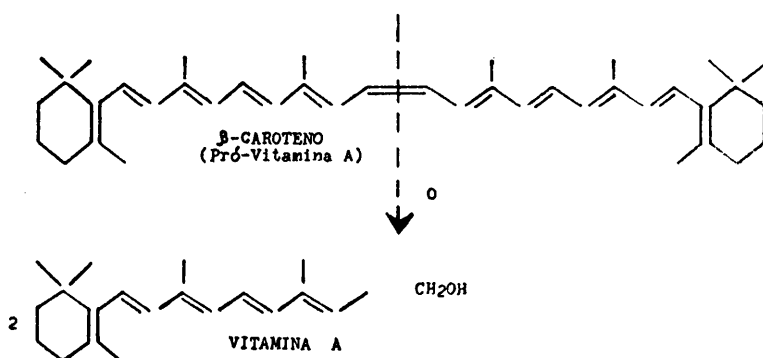
Uma análise da quantidade de pigmentos do grupo carotínóide para os dois tipos de milho estudados foi realizada, estando os dados reunidos no quadro N.º 1

O método empregado permite uma observação da quantidade total de pigmentos e da quantidade da parte mais importante, chamada ativa, em relação à formação da Vitamina A no organismo animal, por conter os pigmentos  $\beta$  carote-

QUADRO N.º 1

Variedade	Côr da semente	Carotenóides (miligramas por grama de farinha de grãos desgerminados)	
		Total	$\beta$ - caroteno + criptoxantina (Pró-Vitamina A)
Cateto	Laranja forte	0,0450	0,0207
Armour	Amarelo-laranja	0,0253	0,0120

no e criptoxantina. Dêstes dois pigmentos ativos, o mais importante é o primeiro, pois cada molécula se desdobra no organismo animal em duas moléculas de vitamina A (Vela a ilustração anexa). Pelos números obtidos podemos verificar que a dife-



rença na tonalidade da coloração dos grãos corresponde uma diferença no conteúdo dos pigmentos, possuindo o milho "Cateto" praticamente o dobro em relação ao milho "Armour".

Assim, o milho "Cateto", com grãos laranja forte, tem uma potencialidade pró-vitaminica dobrada em relação ao milho "Armour", de grãos amarelo-laranja.

b) Análise dos lotes no início da experiência.

Após a separação dos três lotes de pintos da Raça "Rhode Island Red", feita ao acaso, foram esses pintos pesados e determinada a média para cada um dos lotes. Tendo havido uma diferença numérica para os valores das três médias, foi feita pelo teste *t* uma análise para verificar se essa diferença era estatisticamente importante ou não.

QUADRO N.º 2

Pesagem inicial			
Lote	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	n
A	141,93	13,50	20
B	149,43	17,55	20
C	143,65	18,68	20
t A/B = - 1,51 (Insignificante)			
t C/B = - 1,01 (Insignificante)			
t A/C = - 0,33 (Insignificante)			

Os dados obtidos estão reunidos no quadro N.º 2, onde se constata, pelos valores insignificantes de *t*, que os três lotes apresentaram apenas diferenças devidas ao acaso, sendo portanto praticamente uniformes.

c) Lote B (Milho branco, "Cristal")

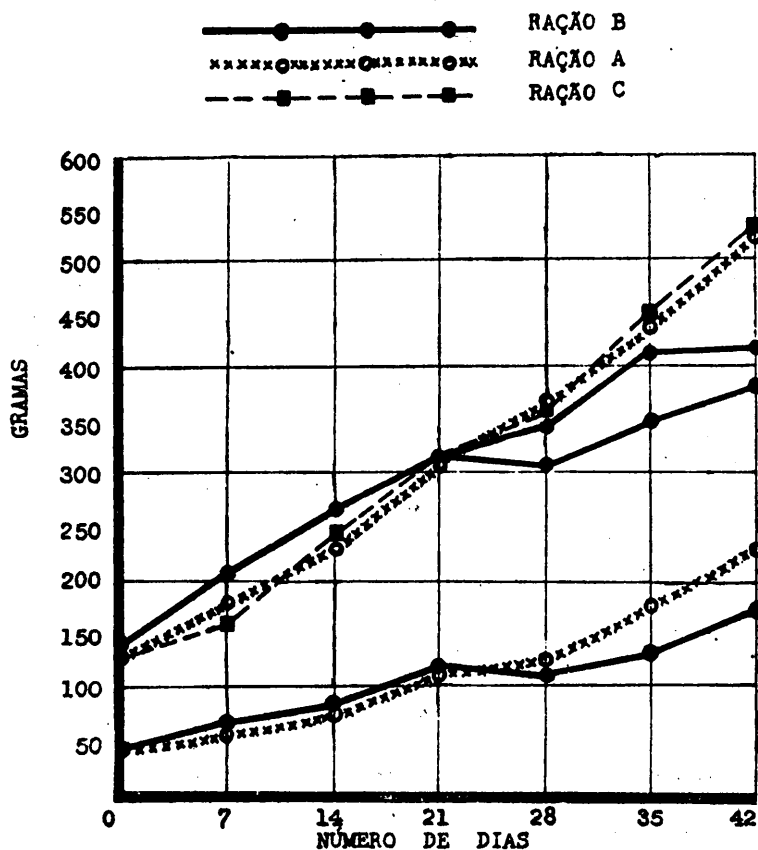
Durante as duas primeiras semanas da experiência todos os três lotes de pintos reagiram praticamente da mesma maneira.

QUADRO N.º 3

Lote B n.º do pinto	Ganho em pêsos (grs.) por semana						Aspecto geral após 6 se- manas de tratamento
	1.a	2.a	3.a	4.a	5.a	6.a	
301	50,5	51,0	19,0	—	—	—	—
302	67,5	75,5	81,0	98,0	51,0	— 38,0	Ruim
303	62,5	90,5	69,0	— 20,0	43,0	—	—
304	29,5	57,0	19,0	0	24,0	— 74,0	Ruim
305	43,5	70,0	79,0	90,0	110,0	— 117,0	Ruim
306	71,5	94,0	57,0	— 11,0	77,0	—	—
307	65,0	70,5	85,0	51,0	84,0	45,0	Bom
308	66,5	75,0	46,0	— 45,0	—	—	—
309	51,0	54,0	35,0	1,0	16,0	—	—
310	35,0	14,0	0	—	—	—	—
311	65,0	95,0	5,0	—	—	—	—
312	53,0	84,0	63,0	33,0	— 106,0	—	—
313	47,5	68,0	69,0	— 72,0	—	—	—
314	59,5	78,0	33,0	— 55,0	—	—	—
315	51,0	67,0	58,0	26,0	42,0	— 3,0	Regular
316	37,0	56,0	68,0	45,0	63,0	5,0	Regular
317	60,0	74,5	28,0	— 38,0	—	—	—
318	42,0	34,0	38,0	—	—	—	—
319	60,0	58,0	14,0	—	—	—	—
320	56,0	67,0	0	20,0	—	—	—
Total	1073,0	1333,0	866,0	123,0	404,0	— 182,0	—
n	20	20	20	15	10	6	6
Média	53,65	66,65	43,30	8,78	40,40	— 30,33	—

O lote B, que era o que levava uma pequena vantagem, no peso inicial, manteve essa diferença durante as duas primeiras semanas, igualando, porém, no fim da terceira semana, seu peso médio com aquele dos lotes A e C. (Compare a par-

▲ GRÁFICO 1



te de cima do gráfico 1). Também, no caso de pintos com apenas cinco dias, a reação foi a mesma, como se constata na parte de baixo do gráfico 1. Da quarta semana em diante as diferenças do lote B com relação a A e C se acentuaram tanto que justificaram uma análise separada em dois grupos distin-

tos, ou seja o grupo com a ração B e o grupo formado pelos dois lotes com as rações A e C. Os dados detalhados para o lote B estão reunidos no quadro N.º 3. São 20 pintos, numerados individualmente e cujos números estão contidos na primeira coluna do referido quadro. As seis colunas seguintes contêm o ganho médio em gramas para cada pinto, em seis semanas seguidas. A última coluna contém as informações sobre os animais após a 6.ª semana, quando a experiência foi terminada. Na parte de baixo do mesmo quadro estão contidos os números de pintos bem como o ganho médio de todos eles em cada semana. O ganho médio de 20 pintos nas duas primeiras semanas, para o lote B, foi um pouco superior àquele obtido pelos pintos dos lotes A e C (Compare os quadros N.ºs 3 e 5) mas essa diferença deve ter sido devida à vantagem inicial do lote B. Comparando-se as colunas das duas primeiras semanas para o lote B, quadro 3, constata-se que cada pinto reagiu favoravelmente nesse período, cada um deles tendo tido um aumento de peso bastante razoável. Já na terceira semana observa-se uma queda bastante grande da média dos 20 pintos com a ração B em comparação àqueles que receberam as rações A e C. Examinando os pintos individualmente para o caso do lote B, vamos constatar uma reação bastante diferente para cada um deles. Enquanto que alguns continuaram a aumentar normalmente de peso, outros obtiveram um ganho muito pequeno. (Nos. 301, 304, 311 e 319) e outros ainda não aumentaram de peso. (Nos. 310 e 320). Da quarta semana em diante, então as diferenças são muito grandes, não havendo mais necessidade de comparação do lote B para com os lotes A e C. A diferença entre os pintos do lote B é, porém, bastante apreciável, uns continuando ainda na quarta semana a ter um aumento normal de peso, enquanto os outros começaram a perder peso, alguns menos e outros mais, cinco deles tendo morrido. Na quinta semana restavam apenas 10 pintos, dos quais sete continuaram a aumentar normalmente de peso, dois tiveram um aumento muito pequeno (Nos. 304 e 309) e um deles, (No. 312) teve uma perda considerável de peso. Na sexta semana só restava um pinto (N.º 307), que ainda continuou aumentando de peso, embora esse aumento tivesse sido a metade daquele obtido da 5.ª semana. Nesta semana, isto é, na 6.ª, restavam apenas 6 pintos, dos quais 4 tiveram perda de peso e um só teve um ganho de 5 gramas. Após a 6.ª semana de tratamento, a experiência foi terminada, pois só restava um pinto em condições mais ou menos satisfatórias, mas que seria por certo eliminado também depois de mais algum tempo de tratamento, tratando-se possivelmente de um



animal um pouco mais resistente que os outros. Aquêles pintos que, após a 6.ª semana ainda não tinham morrido, apresentavam-se com um aspeto bastante ruim, caminhando rapidamente para a morte. O quadro N.º 4 resume o número de pintos mortos em cada semana de tratamento.

QUADRO N.º 4

Lote B	Pintos mortos durante 6 semanas de tratamento					
	1.a	2.a	3.a	4.a	5.a	6.a
N.º de pintos	0	0	0	5	5	4

Os pintos do lote B, quando começavam a perder o peso, apresentavam secreção mucosa, tristeza, marcha difícil, asas e pescoço caídos (observe a figura inclusa) e não se alimentavam mais. Todos os pintos, que morreram, foram necropsiados, tendo sido constatado nos seus órgãos internos o seguinte :

Pericardio : inflamado

Coração : coágulos sanguíneos

Vesícula biliar : volumosa e endurecida

Moela : muito inflamada

Rins : depósitos de urato

Pulmões : congestionados

Esófago : granulações amareladas, parede espessa.

No gráfico 1, estão reunidas as médias do ganho em peso para cada um dos três lotes e para cada semana. A linha cheia representa o lote com a ração B (milho branco) e na quarta semana observa-se uma queda bastante grande de peso para este grupo, enquanto que os dois outros grupos (rações A e C) continuam sempre a aumentar de peso. As duas linhas cheias após a 3.ª semana representam : a inferior, as médias dos pintos inclusive aquêles mortos durante a semana e a superior, as médias obtidas somente dos pintos ainda vivos. A ascensão que se nota após a 4.ª semana, para este lote, é devida a alimento verde (fólias de repolho) dado aos pintos uma úni-

ca vez. Assim, observa-se que, quando começam a sentir o efeito do tratamento, pequena quantidade de verdura traz uma reação forte e rápida no desenvolvimento dos animais. Na parte de baixo do gráfico 1 estão as médias para os lotes A e B com pintos de 5 dias e por onde se vê que a reação se inicia sempre após as três primeiras semanas de tratamento.



Pintos submetidos durante 4 semanas a uma alimentação deficiente em Vitamina A. A ração foi composta de Milho Branco Cristal em lugar de milho amarelo fornecedor de pigmentos precursores dessa vitamina no organismo animal.

d) Lote A (Milho laranja-forte "Cateto") e Lote C (Milho amarelo-laranja "Armour").

Estes dois lotes reagiram praticamente da mesma maneira, apesar de que o lote A recebesse uma ração contendo o milho "Cateto" e por isso uma quantidade de pigmentos pró-vitamínicos dobrada com relação ao lote C, em regime de milho "Armour". O gráfico 1 mostra, na linha interrompida e na linha formada por cruces, as curvas obtidas para estas duas rações. Observa-se, por elas, que os pintos que receberam estas duas rações, nas seis semanas da experiência, não apresentaram diferenças importantes.

QUADRO N.º 5

Ganho em pêsos (média em grs.)									
Sexo	Lote	N.º	Semanas						Total
			1.a	2.a	3.a	4.a	5.a	6.a	
Fêmea	A	13	40,38	49,69	62,38	46,92	65,53	65,00	54,96
	C	15	44,10	51,10	55,67	51,13	75,60	77,06	59,11
Macho	Total	28	42,24	50,39	59,02	49,02	70,56	71,03	57,03
	A	7	50,00	63,78	74,71	69,86	90,28	99,00	74,60
	C	5	44,00	68,00	67,20	70,40	93,80	106,40	74,96
	Total	12	47,00	65,89	70,95	70,13	92,04	102,70	74,78

Pigmentos amarelo-laranja do grão de milho

Na sexta semana da experiência foi possível separar o sexo dos animais destes lotes e assim verificámos que, apesar de ter sido feita uma seleção em favor das fêmeas, no início apareceu ainda um certo número de machos, cuja reação foi bastante diferente daquela das fêmeas. Uma comparação entre os dois lotes A e C e também entre os dois sexos foi feita, estando os dados reunidos no quadro N.º 5. Por êste quadro verifica-se que os machos têm um aumento médio por semana bastante superior ao das fêmeas e as diferenças entre o ganho da fêmea e aquele do macho, no total, são estatisticamente significativas para o caso do lote A e para o total, sendo duvidosa para o lote C, conforme os testes reunidos no quadro N.º 6.

QUADRO N.º 6

Entre sexo	
Lote A	t fêmea/macho = — 5,52 (Significante)
Lote C	t fêmea/macho = — 2,26 (Duvidoso)
Total	t fêmea/macho = — 5,53 (Significante)

Podemos assim concluir que os machos têm um aumento médio maior que as fêmeas, não só no total das seis semanas como também, de uma forma geral, em cada uma das seis semanas de tratamento o que, aliás, tem sido constatado por outros. Observando-se agora os aumentos médios em cada uma das semanas, tanto para machos como para fêmeas, vamos notar que há uma diferença da primeira semana para a segunda, ou seja, um ganho médio de peso maior na segunda semana em relação ao ganho da primeira semana e que nas três semanas seguintes (2.a, 3.a e 4.a) o ganho médio é, de uma maneira geral, praticamente o mesmo. A diferença da 4.a para a 5.a semana é porém bastante grande, tanto para os dois lotes como para os dois sexos. O ganho médio na 6.a semana é idêntico àquele da 5.a semana, conforme os testes realizados e reunidos no quadro N.º 7.

Assim, o ganho médio em peso, por semana, é diferente, sendo muito maior nas duas últimas semanas do que nas quatro semanas anteriores. Nestas, a primeira semana tem um aumen-

## QUADRO N.º 7

Entre 5.a e 6.a semanas	
Lote A fêmea	t 5.a/6.a = + 0,09
Lote A macho	t 5.a/6.a = - 1,53
Lote C fêmea	t 5.a/6.a = - 0,23
Lote C macho	t 5.a/6.a = - 0,54
(Todos valores de t insignificantes)	

to médio menor do que aquele das três semanas seguintes. As diferenças entre os dois lotes A e C, na 5.a e 6.a semanas, que apresentaram um aumento médio de peso muito maior que as demais semanas, são insignificantes como se pode constatar pelo quadro N.º 8. Podemos então concluir que as diferen-

## QUADRO N.º 8

Entre Lotes A e C	
Fêmea 5.a semana	t A/C = - 1,50
Fêmea 6.a semana	t A/C = - 1,90
Macho 5.a semana	t A/C = - 0,28
Macho 6.a semana	t A/C = - 0,36
(Todos valores de t insignificantes)	

ças significativas se encontram entre as semanas e entre os sexos, os dois lotes comportando-se igualmente com relação aos dois tipos de alimentação recebidos, uma com milho "Cateto" e outra com milho "Armour".

Uma análise mais detalhada, cujos dados estão contidos no quadro, 9, confirma estas conclusões, mostrando ainda que, tanto no grupo das fêmeas como no grupo dos machos, há variação significativa também entre indivíduos e o que se pode esperar do material utilizado, que não era formado de linhagens, mas sim de uma população pura para determinados caracteres da raça e heterozigota para muitos outros fatores genéticos.

QUADRO N.º 9

Sexo	Efeito	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	$\pm \sigma$	$\bar{y}$	Limites de significância	
						5%	1%
Fêmea	Total	24892,68	111	11,47	—	—	—
	Entre Pintos	10075,41	27	19,31	1,65	1,0	1,0
	Entre Semanas	3809,33	3	35,64	3,04	1,6	1,9
	Entre Tratamentos	11,91	1	3,45	3,39	15,9	79,8
	Restante	10996,03	80	11,70	—	—	—
Macho	Total	11794,20	47	15,81	—	—	—
	Entre Pintos	4661,00	11	20,59	2,17	1,4	1,7
	Entre Semanas	4207,28	3	37,68	3,97	1,7	2,1
	Entre Tratamentos	39,15	1	6,25	1,52	15,9	79,8
	Restante	2883,77	32	9,49	—	—	—

#### 4) RESUMO E CONCLUSÕES

A presente experiência foi realizada afim de se constatar a influência de dois tipos de milho comerciais, com grãos coloridos de amarelo-laranja, como precursores de vitamina A no crescimento de pintos. Um deles, denominado "Cateto", duro, de cor laranja muito forte e outro, chamado "Armour", dente, de coloração amarelo-laranja. Para testemunha foi empregado o milho "Cristal", duro e branco. Uma análise dos pigmentos dos dois tipos de milho com grãos coloridos mostrou que o milho Cateto, com grãos de coloração laranja forte, tem aproximadamente o dôbro de pigmentos, tanto total como quanto a parte ativa em relação à vitamina A, quando comparado com o milho dente amarelo-laranja. Três lotes de pintos de 3 semanas foram utilizados, cada um recebendo a mesma ração onde variava somente o tipo de milho. Nas três primeiras semanas os três lotes reagiram bem, sem quaisquer diferenças apreciáveis. Após a terceira semana, o lote que recebeu milho branco apresentou uma queda sensível de peso dos pintos, os quais apresentaram todos os sinais de avitaminose A. Os outros dois lotes que receberam ração contendo milho de grãos coloridos não apresentaram sinal de avitaminose A. Os resultados obtidos indicam assim que a) o milho "Armour", dente, de grãos amarelo-laranja, embora possua, em relação ao milho "Cateto", duro, de grãos coloridos de laranja forte, cerca da metade da quantidade de pigmentos ativos em relação a formação de vitamina A no organismo animal, é capaz de prevenir a avitaminose, quando empregado em cerca de 70% da ração, b) que a ração contendo o milho "Cristal", duro, de grãos brancos, é deficiente, produzindo uma acentuada avitaminose A, que deverá ser corrigida, na falta de milho de grãos amarelo-laranja, por alimento verde ou outro alimento fornecedor dessa vitamina e c) que sendo o milho "Cateto", mais caro de Cr.\$2,00 a 8,00 por saco de 60 quilos, há vantagem econômica no emprêgo do milho tipo "Armour" na constituição das misturas para aves.

#### 5) AGRADECIMENTOS

Registramos nossos agradecimentos ao Dr. Walter Ramos Jardim pelo exame dos animais mortos e ao Dr. Armando Bergamin pela classificação do sexo nos lotes A e C.

## 6) ABSTRACT

Two commercial types of maize, largely used in the State of S. Paulo, Brazil, were tried as source of pró-vitamin A in growing pullets. The amount of pró-vitamin A was found to be practically doubled in "Cateto", a flint type with deep orange grains when compared with "Armour", a dent type with yellow orange grains. Both "Cateto" and "Armour" proved to be equally good in preventing avitaminosis A, when used in the same proportion in the ration (70%). White corn used for comparison produced strong avitaminosis A.

## 7) BIBLIOGRAFIA

- 1) AMARAL, F. P. (1942) — A vitamina A. **Publicação da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.** 1942 : 1-113.
- 2) ANDRÉS, J. M. (1944) — Análises genético del color de de endosperma em algunos maíces comerciales argentinos. **Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.** 1 : 1-25.
- 3) BEARSE, G. E. and M. W. MILLER (1937) The vitamin A requirements of white Leghorn pullets during the growing period. **Poultry Science** 16: 34-38.
- 4) BRIEGER, F. G. (1937) — Tábuas e fórmulas para estatística. Cia. Melhoramentos de São Paulo.
- 5) GORTNER, R. A. (1938) — **Outlines of Biochemistry.** John Wiley & Sons Inc., New-York.
- 6) GRANER, E. A. (1943) — Genética da cor amarelo-laranja nas sementes de milho. **Revista de Agricultura.** 18 : 443-445.
- 7) GRANER, E. A. (1945) — The yellow orange endosperm of maize. **The American Naturalist** 19 : 380-391.
- 8) GRANER, E. A. (1946) — A importância do milho amarelo na alimentação dos animais. **Revista de Agricultura.** 21 : 5-7.
- 9) GRANER, E. A. (1946) — A influência dos pigmentos amarelo-laranja da semente de milho na coloração da gema de ovo de galinha. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".** 3 : 425-436.
- 10) GRANER, E. A. (1947) Gen Y7, complementar de Y1 e Y3 para a coloração amarelo-laranja da semente de milho. **Revista de Agricultura,** 22 : 42-54.



- 11) HAUGE, S. M. and J. F. TROST (1928) An inheritance study of the distribution of vitamin A in maize. **The Journal of Biological Chemistry**. 80 : 107-114.
- 12) HAUGE, S. M. (1930) — An inheritance study of the distribution of vitamin A in maize. II — Vitamin a in hybrid red maize. **The Journal of Biological Chemistry** 86 : 161-165.
- 13) HAUGE, S. M. and J. F. TROST (1930) An inheritance study of the distribution of vitamin A in maize. III. Vitamin A content in relation to yellow endosperm. **The Journal of Biological Chemistry**. 86 : 167-172.
- 14) HOLMES, A. D., F. TRIPP and P. A. CAMPBELL (1936) — Vitamin A storage by chickens. **Poultry Science**. 15 : 71-78.
- 15) JOHNSON, I. J. and E. S. MILLER (1939) Immediate effect of cross pollination on the carotenoid pigments in the endosperm of maize. **Cereal Chemistry**. 16 : 88-92.
- 16) JULL, M. A. (1938) — *Poultry Husbandry*. Mac Graw-Hill-Book Co. New York.
- 17) MANGELSDORF, P. C. and G. S. FRAPS (1931) A direct quantitative relationship between vitamin A in corn and the number of gens for yellow pigmentation. **Science** 73 : 241-242.
- 18) MEYER, J. R. (1935) — Doenças devidas a falta de vitamina A e D. **O Biológico**. 1 : 113-114.
- 19) 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.
- 20) NEIVA, CICERO (1931) Vitaminas e Avitaminose. **Revista de Agricultura** 6 : 303-310.
- 21) PALMER, L. S. (1919) — Carotinoid as fat. soluble vitamin. **Science** 50 : 501-502.
- 22) PAULSEN, E. F. e E. LIO (1941) — Sobre el contenido en carotinoides de los maíces argentinos. **Jornadas Agronómicas y Veterinarias de Buenos Aires** 1941 : 1-13.
- 23) POLK, H. D. (1940) — White corn shown to be as good as yellow corn in the poltry ration if supplemented with green feed, grazing or cod-liver oil. **Mississippi Farm. Research** 3 : N.º 3.
- 24) RANDOLPH, L. F. and D. B. HAND (1938) — Increase in vitamin A activity of corn caused by doubling the number of chromosomes. **Science** 87 : 442-443.
- 25) RANDOLPH, L. F. and D. B. HAND (1940) — Relation between carotenoid contents and the number of gens per cell in diploid and tetraploid corn. **Journal of Agricultural Research** 60 : 51-64.

- 
- 26) RECORD, P. R., R. M. BETHKE and O. H. M. WILDER (1937) — The vitamin A requirement of chicks with observations on the comparative efficiency of carotene and vitamin A. *Poultry Science* 16 : 25-33.
  - 27) STEENBOCK, H. (1919) — White corn vs. yellow corn and a probable relation between the fat soluble vitamins and yellow plant pigments. *Science* 50 : 352-353.
  - 28) STEENBOCK, H. and P. W. BOUTWELL (1920) — Fat soluble vitamin. III — The comparative nutritive value of white and yellow maizes. *Journal of Biological Chemistry* 41 : 81-96.
  - 29) ZAPPI, E. V. (1942) — Tratado de Química organica. Tomo 2.º, 2.a parte. "El Ateneo", Buenos Aires.