

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE LISINA EM GRÃOS DE MILHO E DE SORGO COM BASE NO CRESCIMENTO DE PINTOS, UTILIZANDO DIETA PURIFICADA^{1/}

Marly Lopes Tafuri^{2/}
José Brandão Fonseca^{2/}
Paulo Melgaço A. Costa^{2/}
Horácio Santiago Rostagno^{2/}
Martinho de Almeida e Silva^{2/}

1. INTRODUÇÃO

Para fins nutricionais, a composição química nem sempre é suficiente para descrever o valor dos alimentos, uma vez que, além da variação de seu teor percentual, um nutriente pode ser diferentemente disponível.

Sendo assim, as avaliações de disponibilidade complementam as informações obtidas nas análises quantitativas conduzidas em laboratórios.

O interesse no desenvolvimento ou na adaptação de técnicas que permitam estimar a disponibilidade de aminoácidos vem motivando a condução de inúmeros trabalhos experimentais. Entretanto, a literatura registra resultados discordantes, o que se tem atribuído a uma série de fatores, na qual BAKER (1) incluiu as diferenças de nível protéico, balanceamento de aminoácidos e densidade calórica das dietas.

Além disso, a disponibilidade de um aminoácido sofre influência genética, conforme evidenciaram STEPHENSON *et alii* (19), trabalhando com diferentes linhagens de sorgo, sendo afetada também pelo processamento e pelas condições de armazenamento a que forem submetidos os alimentos (6, 11, 12).

^{1/} Incluído no Projeto n.º 554/CT, Convênio FINEP/UFV (Zootecnia).

Aceito para publicação em 27-11-1986.

^{2/} Departamento de Zootecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.
Agradecimentos a Produtos Roche Química e Farmacêutica S.A. e à Tortuga Cia. Zootécnica Agrária, pela oferta das vitaminas utilizadas.

Deste modo, justifica-se o estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos, para aplicação em alimentos utilizados no Brasil.

O presente experimento teve por objetivo obter informações sobre a disponibilidade de aminoácidos, com base no crescimento de pintos alimentados com dieta purificada, ao mesmo tempo que se comparavam os resultados referentes à lisina contida nos grãos de milho comum, milho opaco-2, sorgo granífero e sorgo sacarino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Dietas Experimentais

Foi usada uma dieta purificada (dieta basal), com aminoácidos cristalinos, na qual a lisina era introduzida em nível subótimo (0,44%). A essa dieta foram acrescentados, substituindo o amido, níveis crescentes de lisina, mantendo-se, contudo, o aminoácido sempre abaixo do nível ótimo. A dieta basal, bem como as misturas de aminoácidos, minerais e vitaminas nela contidas (Quadro 2), foi preparada de acordo a orientação de COSTA *et alii* (3), adotando-se as modificações propostas por BAKER *et alii* (2). A celulose para uso em rações, não disponível no mercado brasileiro, foi substituída por polpa de celulose para fabricação de papel. Para estudar a viabilidade dessa substituição, foram conduzidos cinco ensaios preliminares (20).

Os alimentos estudados (milho, comum e opaco-2, e sorgo, granífero e sacarino) substituíram o amido da dieta basal em dois níveis, de modo que constituíssem 30 a 60% das dietas experimentais.

Desse modo, obtiveram-se diferentes combinações de ingredientes, que deram origem às dietas descritas no Quadro 3.

O milho opaco-2 utilizado neste estudo esteve armazenado por longo tempo, tendo sofrido intenso ataque de carunchos. Em razão disso, uma seleção dos melhores grãos, com endospermas mais intactos, por meio de peneiramento e catação manual, antecedeu sua moagem e inclusão nas rações.

No Quadro 1 estão os resultados das análises feitas, pelos métodos clássicos, para a avaliação da composição química dos alimentos estudados, estando nele incluídos, para comparação, os teores de nutrientes nos grãos do milho opaco-2, recém-colhido e após o armazenamento.

Em face do precário estado de conservação do milho opaco-2, utilizou-se, nas rações que continham esse milho, mistura de vitaminas em quantidade 50% superior à recomendada. Para uniformização, foi feito o mesmo acréscimo às demais rações.

2.2. As Aves e Seu Manejo

Foram utilizados 480 pintos Hubbard, alimentados com ração comercial até os sete dias de idade. Os pintos foram submetidos a jejum de uma noite. Em seguida, passaram a receber as dietas experimentais.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e 10 aves por unidade experimental. As aves foram mantidas em baterias metálicas e receberam água e alimento à vontade.

Foram determinados o ganho de peso e o consumo alimentar, considerando apenas os valores registrados do 9.º ao 13.º dia de vida das aves, a fim de minimi-

QUADRO 1 - Composição química¹ dos alimentos utilizados no estudo da disponibilidade de Lisina

Teores na matéria natural	Milho comum	Milho opaco-2		Sorgo grano-grão	Sorgo saca-rino
		(I)	(II)		
Matéria seca (%)	86,8	87,2	89,7	90,1	87,2
Proteína bruta (%)	9,4	8,5	9,2	13,2	11,1
Extrato etéreo (%)	3,8	4,0	4,1	1,6	2,0
Fibra bruta (%)	1,5	2,9	1,5	1,2	1,3
Matéria mineral (%)	1,1	1,3	1,4	1,7	1,6
Energia bruta (kcal/kg)	-	3.991	4.200	-	-
Taninos (%) ³	-	-	-	0,1	0,4
Aminoácidos (%):					
Lisina	0,25	0,32	0,36	0,19	0,18
Histidina	0,25	0,27	0,25	0,26	0,20
Arginina	0,26	0,61	0,56	0,43	0,37
Aspartato	0,61	0,83	0,76	0,93	0,79
Treonina	0,34	0,33	0,29	0,42	0,36
Serina	0,52	0,46	0,40	0,67	0,56
Glutamato	2,12	1,63	1,65	3,69	2,96
Prolina	0,92	0,77	0,65	1,17	0,95
Glicina	0,38	0,46	0,41	0,37	0,31
Alanina	0,81	0,61	0,54	1,60	1,29
Cistina	0,12	0,11	0,14	0,13	0,08
Valina	0,36	0,41	0,39	0,60	0,48
Metionina	0,13	0,12	0,07	0,17	0,13
Isoleucina	0,37	0,25	0,18	0,46	0,40
Leucina	1,34	0,83	0,76	2,30	1,85
Tirosina	0,37	0,29	0,28	0,54	0,44
Fenilalanina	0,46	0,37	0,32	0,70	0,60

1) Análises conduzidas nos laboratórios dos Departamentos de Zootecnia e de Biofísica da Universidade Federal de Vicosa.

2) Resultados de análises do milho opaco-2 recém-colhido (I) e do mesmo milho após o armazenamento (II).

3) Dados corrigidos, deduzidos os valores obtidos em amostras de milho comum analisadas através da mesma técnica (Folin-Denis).

QUADRO 2 - Composição da dieta basal (dieta purificada com 0,44% de lisina)

Ingredientes	g
Mistura de aminoácidos cristalinos ¹	19,78
Óleo de milho	5,00
Mistura de minerais ¹	5,37
Celulose	3,00
NaHCO ₃	1,50
Cloreto de colina	0,20
Mistura de vitaminas ¹	+
Vitamina E (20 ppm)	+
Etóxiquina (125 ppm)	+
Amido de milho	100,00
	q.s.p.

¹ Aminoácidos(%): L-Arginina, HCl, 1,15; L-Mistidina, HCl, H₂O, 0,45; L-Lisina, HCl, 0,44; L-Tirosina, 0,45; L-Triptofano, 0,15; L-Fenilalanina, 0,50 DL-Metionina, 0,35; L-Cistina, 0,35; L-Treonina, 0,65; L-Leucina, 1,00; L-Isoleucina, 0,60; L-Valina, 0,69; Glicina, 0,60; L-Proli-
na, 0,40; Ácido L-Glutâmico, 12,00.
Minerais(%): CaCO₃, 0,3; Ca₃(PO₄)₂, 2,8; K₂HPO₄; 0,9; NaCl, 0,88; MgSO₄.7H₂O, 0,35; MnSO₄.
H₂O, 0,065; Citrato Férrico, 0,05; ZnCO₃, 0,01; CuSO₄.5H₂O, 0,02; H₃BO₃, 0,0009; Na₂MoO₄.2H₂O,
0,0009; KI (substituído por quantidade equivalente, em iodo, de KIO₃), 0,004; CoSO₄.7H₂O, 0,0001;
Na₂SeO₃, 0,00002.
Vitaminas (por quilo de dieta): Tiamina, HCl, 100 mg; Niacina, 100 mg; Riboflavina, 16 mg; Pan-
totenato de Cálcio, 20 mg; Vitamina B₁₂, 0,02 mg; Piridoxina, HCl, 6 mg; Biotina, 0,6 mg; Áci-
do Fólico, 4 mg; Inositol, 100 mg; PABA, 2 mg; Menadiona, 5 mg; Ácido Ascórbico, 250 mg; Vita-
mina A, 10.000 UI; vitamina D₃, 600 UI.

QUADRO 3 - Descrição das dietas experimentais utilizadas no estudo da disponibilidade de lisina

Dietas	Níveis incorporados à dieta basal ¹		Lisina total nas dietas (%)
	De lisina ² cristalina ²	Do alimento	
1. Dieta basal	0	-	0,440
2. Dieta basal	0,1	-	0,540
3. Dieta basal	0,2	-	0,640
4. Dieta basal	0,3	-	0,740
5. Milho comum	-	30	0,515
6. Milho comum	-	60	0,590
7. Milho opaco-2	-	30	0,548
8. Milho opaco-2	-	60	0,656
9. Sorgo granífero	-	30	0,497
10. Sorgo granífero	-	60	0,554
11. Sorgo sacarino	-	30	0,494
12. Sorgo sacarino	-	60	0,548

1) Incorporações feitas em substituição ao amido.

2) Utilizada na forma de L-lisina.HCl (80% de lisina).

zar o efeito de um possível superconsumo de alimentos, que poderia ocorrer no 8.º dia, ou seja, logo em seguida ao jejum, conforme recomendação de NETKE e SCOTT (9) e SASSE e BAKER (17).

2.3. Cálculo de Disponibilidade

Para avaliar a disponibilidade de lisina, foram adotados três métodos de cálculo.

Método A: Utilizou-se o procedimento descrito por SMITH (18) e por SASSE e BAKER (17), tendo sido obtida uma curva-padrão de crescimento, por meio de uma equação de regressão, $\bar{Y} = a + bX$, considerando o ganho de peso (Y) e o consumo de lisina cristalina (X) das aves alimentadas com a dieta basal.

Para cada nível de incorporação do alimento à dieta basal, foi obtida uma estimativa de disponibilidade, pela relação, em porcentagem, entre o consumo calculado e o consumo observado de lisina. O consumo calculado foi determinado pela substituição, na curva-padrão de crescimento, do ganho de peso das aves. Obteve-se, assim, a quantidade de aminoácido que foi efetivamente utilizada na promoção do crescimento, descontando-se o aminoácido cristalino, que se tomou como 100% disponível. O consumo observado foi obtido com base na composição química e no consumo de cada alimento estudado.

Método B: Uma equação de regressão múltipla

$$Y = a + b_1X_1 + \sum_{n=2}^5 b_nX_n$$

foi ajustada às observações.

Foram usadas como variáveis independentes as quantidades (mg) de lisina cristalina e de lisina das proteínas consumidas e como variável dependente o ganho de peso por ave (g), de acordo com COSTA *et alii* (3). A estimativa de disponibilidade foi obtida por meio de uma comparação, em base percentual, de dois coeficientes de regressão (relação de declividades b_n/b_1 , para n variando de 2 a 5).

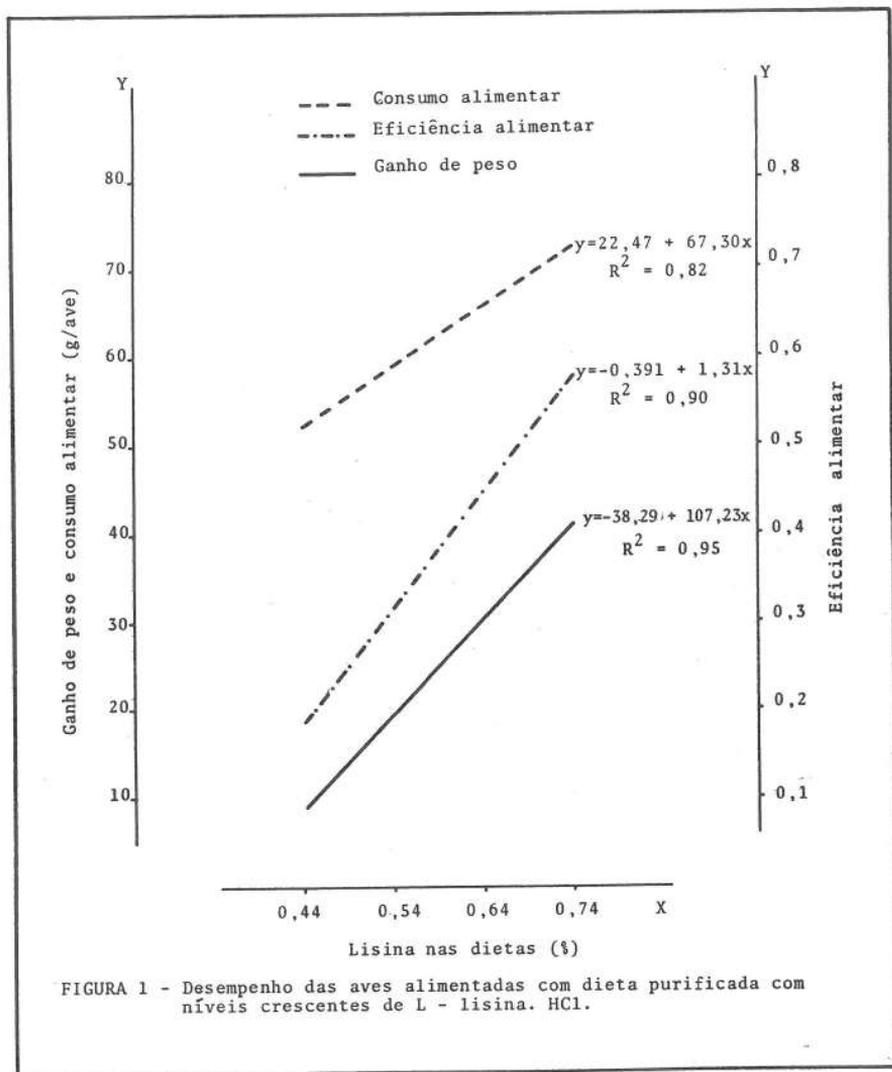
Método C: A disponibilidade da lisina foi determinada por meio de equação de regressão múltipla, na qual o ganho de peso (g) foi tomado em função do consumo de lisina cristalina (mg) e do consumo dos alimentos (g), conforme citado por SASSE e BAKER (17), sendo o teor de lisina disponível obtido, em mg/100 g de cada alimento, pela relação de declividades.

Nas equações de regressão (métodos B e C), X_1 corresponde à lisina cristalina e X_2 , X_3 , X_4 e X_5 a milho comum, milho opaco-2, sorgo granífero e sorgo sacarino, respectivamente. Ao se aplicarem esses métodos, atribuiu-se à lisina cristalina disponibilidade igual a 100.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho das Aves

O ganho de peso, o consumo das dietas e a eficiência alimentar aumentaram (Figura 1) à medida que maiores quantidades de lisina foram introduzidas na dieta basal (tratamentos 1 a 4). Do mesmo modo, o desempenho das aves que receberam o milho comum refletiu o nível de lisina contido nas rações (Quadro 4).



O consumo alimentar das aves que receberam dietas às quais se incorporou o milho opaco-2, principalmente ao nível de 60%, foi inferior ao das aves submetidas aos tratamentos em que se utilizou o milho comum. Todavia, verificou-se que, dentre as dietas com milho opaco-2, a de mais alto teor percentual de lisina tendeu a ser mais bem consumida, sendo maiores ($P < 0,05$) o ganho de peso e a eficiência alimentar.

As dietas com sorgo, granífero ou sacarino, ambos de baixo teor tânico (Quadro 1), propiciaram os menores ganhos de peso e foram consumidas em pequenas quantidades. No nível de 30%, as aves que receberam sorgo granífero, de mais baixo teor de tanino, foram, dentre todas, as que consumiram menos ração. Há, de acordo com BAKER (1), diferenças na sensibilidade dos animais às variações nos teores de lisina nas dietas, relacionadas com a fonte protéica estudada.

QUADRO 4 - Influência da incorporação de diferentes alimentos na dieta basal sobre o desempenho das aves¹

Níveis incorporados à dieta basal (%)	Alimentos				Médias
	Milho Comum	Milho opaco-2	Sorgo granífero	Sorgo sacarino	
Ganho de peso (g/ave)					
30	15,3 ^a	15,7 ^a	10,6 ^a	12,2 ^a	13,45
60	26,0 ^b	24,6 ^b	13,4 ^a	13,1 ^a	19,28
Médias	20,65	20,15	12,00	12,65	16,36
Consumo de dieta (g/ave)					
30	57,1 ^a	55,5 ^a	48,8 ^a	52,7 ^a	53,52
60	67,9 ^b	60,6 ^a	50,0 ^a	51,4 ^a	57,48
Médias	62,50	58,05	49,40	52,05	55,50
Consumo total de lisina (mg/ave) ²					
30	293 ^a	304 ^a	243 ^a	260 ^a	275,00
60	401 ^b	398 ^b	278 ^a	281 ^a	339,50
Médias	347,00	351,00	260,50	270,50	307,25
Eficiência alimentar					
30	0,27 ^a	0,28 ^a	0,22 ^a	0,23 ^a	0,25
60	0,38 ^b	0,41 ^b	0,26 ^a	0,25 ^a	0,33
Médias	0,33	0,35	0,24	0,24	0,29

1) Valores registrados do 9º ao 13º dia de vida das aves. Médias, na mesma coluna, assinaladas com as mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Duncan, 5%.

2) Considerando o consumo de lisina proveniente de duas fontes: lisina cristalina e lisina do alimento.

Entre linhagens de sorgo têm sido verificadas diferenças na proteína dos grãos, e alguns pesquisadores têm admitido que, às vezes, os efeitos dos sorgos sobre o desempenho dos animais podem ser mais bem explicados por diferenças entre linhagens do que pelos teores de tanino (19, 21).

Foi verificado, ainda, que o desempenho das aves foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de incorporação dos alimentos à dieta basal e pela interação de alimentos e níveis.

MUELENAERE *et alii* (7) admitiram a existência de erros inerentes ao método de curvas de crescimento quando proteína de qualidade inferior é testada, afirmando que, nesse caso, se a quantidade do suplemento de proteína puder ser mantida baixa, não haverá efeito muito grande do desbalanceamento. SMITH (18) evitou usar altos níveis das fontes protéicas, considerando que excessos de outros

aminoácidos poderiam prejudicar o balanceamento da dieta basal.

Com base nessas observações, pode-se inferir que, na avaliação da disponibilidade de aminoácidos, é muito importante a escolha cuidadosa dos níveis em que cada alimento será incorporado à dieta basal. Neste experimento, para o milho comum, os níveis de 30 e 60%, escolhidos de acordo com COSTA *et alii* (3), foram, com vistas a uma uniformização, adotados para os demais alimentos. É possível que maior número de níveis de substituição permita acompanhar com mais exatidão o desempenho das aves.

Finalmente, pode-se considerar que, do mesmo modo que em muitos outros registrados na literatura, como os de KLEIN *et alii* (4) e COSTA *et alii* (3), não houve no presente trabalho a preocupação de tornar as dietas isocalóricas.

MUELENAERE *et alii* (7) propuseram que os teores calóricos das dietas fossem iguados quando comparações de valores de disponibilidade fossem desejadas, uma vez que a interação de nitrogênio total e nível de energia pode afetar os resultados.

Com base em valores médios, obtidos em várias análises conduzidas no Laboratório do Departamento de Zootecnia, calculou-se que a redução no teor de energia metabolizável/kg de dieta, em consequência da substituição do amido pelo milho comum, correspondia a aproximadamente 55% da determinada pela substituição do amido, nos mesmos níveis, por sorgos de baixo teor tânico.

3.2. Disponibilidade de Lisina

Para o milho comum, verifica-se (Quadro 5) que as estimativas baseadas no consumo de lisina ou no consumo de milho conduziram a resultados idênticos de disponibilidade. A adoção do consumo do alimento para calcular as equações de regressão oferece a vantagem de dispensar a análise de aminoácidos.

Verifica-se, ainda, que houve coincidência entre as estimativas de disponibilidade de lisina feitas por meio da relação de declividades e da curva-padrão de crescimento, o que está de acordo com os resultados obtidos por SASSE e BAKER (17).

Depreende-se das informações de literatura que determinações de disponibilidade de aminoácidos podem conduzir a resultados diferentes, variando conforme o número de dias de condução do teste (14), metodologia aplicada (10), número de observações no estabelecimento das curvas de crescimento (4) e desbalanceamento de aminoácidos (8), entre outros fatores. Em que pesem as discrepâncias, o valor médio (métodos A, B e C) registrado neste estudo para a disponibilidade de lisina do milho comum, 83,6%, não se mostra inaceitável, se considerados os resultados obtidos em outros trabalhos.

Com o mesmo método utilizado neste estudo, COSTA *et alii* (3) avaliaram em 78% a disponibilidade de lisina do milho comum.

MUZTAR e SLINGER (8), trabalhando com aves, aplicaram, para estimar a disponibilidade de lisina, a mesma técnica utilizada na determinação de energia metabolizável verdadeira e encontraram, em amostras diferentes, valores de 84, 88 e 91%, quando o milho era usado como alimento exclusivo, e de 92, 89 e 97%, para as mesmas amostras misturadas a uma dieta basal.

De acordo com RAHARJA e FARREL (13), o coeficiente de digestibilidade da lisina do milho comum, medido no íleo terminal, é de 89%, para aves.

Observou-se, para o milho opaco-2, em relação aos métodos de cálculos adotados, que os resultados não eram diferentes se se considerava o consumo do

QUADRO 5 - Disponibilidade da lisina contida em diferentes alimentos, avaliada por meio de diferentes métodos de cálculo¹

Níveis dos alimentos nas dietas (%)	Alimentos	Disponibilidade de lisina (%)		Lisina disponível (%)			Valores relativos de disponibilidade ²
		A		A	B	C	
		Por nível	Médias	A	B	C	
30	Milho comum	79,4					
60	Milho comum	86,4	82,9	0,207	0,211	0,209	100
30	Milho opaco-2	73,3					
60	Milho opaco-2	81,3	77,3	0,278	0,281	0,281	93
30	Sorgo granífero	86,0					
60	Sorgo granífero	78,7	82,4	0,157	0,140	0,141	92
30	Sorgo sacarino	79,7					
60	Sorgo sacarino	67,2	73,5	0,132	0,124	0,122	84

Equações de regressão³

A: $Y = -14,25 + 0,104X$

B: $Y = -13,54 + 0,1018X_1 + 0,0857X_2 + 0,0794X_3 + 0,0752X_4 + 0,0699X_5$

C: $Y = -13,53 + 0,1017X_1 + 0,2127X_2 + 0,2861X_3 + 0,1435X_4 + 0,1241X_5$

1) Método A: Considerados o ganho de peso (Y) e o consumo da lisina cristalina (X) para a obtenção de uma curva-padrão de crescimento, utilizando-se apenas a dieta basal (Tratamentos 1 a 4).

Método B: Considerados o ganho de peso (Y) e o consumo de lisina cristalina (X₁) e de lisina dos alimentos (X₂X₅).

Método C: Considerados o ganho de peso (Y), e o consumo de lisina cristalina (X₁) e dos alimentos (X₂X₅).

2) Atribuído valor 100 à lisina disponível do milho comum e considerado o teor percentual de lisina de cada alimento.

3) X₂, X₃, X₄ e X₅ correspondem a milho comum, milho opaco-2, sorgo granífero e sorgo sacarino, respectivamente.

R² ajustado
0,96
0,91
0,91

milho ou o da lisina nele contida (Quadro 5). Foram também idênticos os resultados obtidos na avaliação da disponibilidade da lisina com o uso das equações de regressão (relação de declividades) e da curva-padrão de crescimento.

A estimativa feita no presente estudo, 77,8%, considerando os três métodos de cálculo adotados, não difere muito de um dos valores médios, 80%, calculados por KLEIN *et alii* (4), que trabalharam com ratos, mas informações contrárias foram conseguidas para valores relativos de disponibilidade de lisina contida nos dois tipos de milho.

Segundo MAJOR (5), há pouca relação entre estimativas de disponibilidade obtidas com pintos e com ratos ou suínos, tendo sido notadas, entre esses animais, diferenças na utilização da lisina relacionadas com a fonte do aminoácido utilizada nas dietas. Pode-se lembrar que, em dietas práticas, o milho opaco-2 tem-se mostrado superior ao comum para ratos e suínos (4), ao passo que, para aves, essa superioridade não tem sido tão nítida (20).

ROSTAGNO e FEATHERSTON (16), trabalhando com pintos, determinaram, pelo método de análise fecal, disponibilidade de 91,3 e 90,7%, para a lisina do milho opaco-2 e comum, respectivamente. KLEIN *et alii* (4) admitiram que a análise fecal conduz a resultados superiores aos determinados por meio de curvas de crescimento, embora no trabalho desenvolvido por MUELENAERE *et alii* (7) tenha sido observado o oposto, o que, segundo esses autores, ocorrerá sempre que fatores outros, diferentes do teor de lisina, influenciarem o crescimento.

Os resultados deste trabalho diferiram dos de ROSTAGNO e FEATHERSTON (16) porque, em relação ao milho comum, a lisina do milho opaco-2 mostrou-se menos disponível (93%). É possível que o longo período de armazenamento a que foi submetido o milho opaco-2, a despeito da seleção de grãos feita, tenha influenciado esses resultados. A lisina é sensível às condições de secagem e armazenamento dos grãos, quando pode ter sua disponibilidade diminuída.

Foram calculados, neste estudo, para a lisina contida no sorgo, granífero e sacarino, valores médios de disponibilidade (métodos A, B e C) de 76,8 e 70,0%, respectivamente.

Os valores de disponibilidade, em relação ao milho comum, foram de 92%, para o sorgo granífero, e 84%, para o sorgo sacarino (Quadro 5).

Resultado semelhante foi obtido por ROSTAGNO e FEATHERSTON (16), que observaram que, para aves, a disponibilidade de lisina no cultivar de sorgo granífero estudado era estatisticamente inferior à disponibilidade desse mesmo aminoácido no milho, comum e opaco-2, e que a lisina do sorgo mostrou-se 94,3% tão disponível quanto a do milho comum.

Todavia, em diferentes trabalhos conduzidos com sorgos, variações de resultados bem acentuadas têm sido registradas. De acordo com PARSONS (11), a literatura registra valores de disponibilidade de lisina do sorgo entre 41 e 92%.

ROSTAGNO *et alii* (15) obtiveram valores de disponibilidade de lisina que variavam entre 72,3 e 40,5% em grãos de sorgo, com teores de tanino de 0,31 a 1,41%, respectivamente.

Os sorgos utilizados no presente estudo continham baixos teores de tanino. Sendo assim, talvez se possa admitir que diferenças na qualidade protéica dos grãos respondam, pelo menos em parte, pelos valores relativos de disponibilidade.

Para o sorgo, granífero ou sacarino, não se verificaram diferenças nas estimativas de disponibilidade quando se considerou o ganho de peso com base na ingestão da lisina do alimento ou na ingestão do alimento. Entretanto, pode-se observar (Quadro 5) alguma dessemelhança entre os valores de disponibilidade determinados por meio da relação de declividade e da curva de crescimento, parti-

cularmente para o sorgo granífero.

É possível que os resultados reflitam o reduzido ganho de peso e o baixo consumo alimentar das aves alimentadas com as dietas que continham sorgo. A pequena ingestão de alimentos fez com que as quantidades de lisina cristalina ingeridas pelas aves ficassem muito próximas ou fossem um pouco inferiores ao menor valor registrado nos tratamentos em que se utilizou a dieta basal.

Pode-se ainda notar que, diferentemente dos resultados obtidos para o milho, comum e opaco-2, os valores calculados de disponibilidade de lisina nos sorgos eram menores nos níveis mais altos de utilização desses cereais. Essa tendência de decréscimo de disponibilidade quando se aumenta o nível do alimento tem sido verificada em vários trabalhos e atribuída à fonte protéica. Segundo MUELENAERE *et alii* (7), pode haver um aumento na exigência de lisina em decorrência do aumento do teor protéico das rações, principalmente se é estudada proteína de qualidade inferior.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Conduziu-se um estudo de disponibilidade de lisina, utilizando pintos Hubbard, alimentados com uma dieta basal purificada na qual foram introduzidas quantidades crescentes de L-lisina.HCl. Os alimentos (milho comum, milho opaco-2, sorgo granífero e sorgo sacarino) foram incorporados à dieta basal, com 0,44% de lisina, em níveis de 30 e 60%. Foram determinados o ganho de peso e o consumo alimentar do 9.º ao 13.º dia de vida das aves. A estimativa de disponibilidade foi feita mediante a comparação de coeficientes, em equações de regressão múltipla (relação de declividades), ou mediante a curva-padrão de crescimento.

Verificou-se relação linear entre o desempenho das aves, baseado no ganho de peso, consumo de alimentos e eficiência alimentar, e o teor de lisina contida na dieta basal. O desempenho foi também influenciado pela interação de alimentos e níveis de substituição do amido nas dietas.

Entre as dietas com milho comum, a mais bem consumida foi a de mais alto teor de lisina, que propiciou também melhores ganho de peso e eficiência alimentar. A disponibilidade da lisina contida nesse cereal foi avaliada em 83,6% (média dos valores obtidos por meio dos três métodos de cálculo adotados).

— As aves alimentadas com dietas de milho opaco-2 apresentaram menor consumo alimentar do que o das submetidas aos tratamentos em que foi utilizado o milho comum, principalmente ao nível de 60%. Foi calculado que a lisina do milho opaco-2 era 93% tão disponível quanto a do milho comum, para aves.

— As aves dos tratamentos em que se utilizou o sorgo, granífero ou sacarino, apresentaram baixo consumo de alimento e foram, dentre todas, as que ganharam menos peso. Foi estimado que, para aves, a lisina dos sorgos, granífero e sacarino, em relação ao milho comum, era 92 e 84% disponível, respectivamente.

Não se observaram diferenças de resultados quando o ganho de peso das aves foi tomado com base na ingestão do alimento ou na ingestão da lisina nele contida. A adoção, para cálculo da equação de regressão, do consumo do alimento oferece a vantagem de dispensar a análise de aminoácidos.

— Para o milho, comum ou opaco-2, houve boa concordância entre as estimativas de disponibilidade de lisina feitas com o uso das equações de regressão múltipla (relação de declividades) e da curva-padrão de crescimento. Para o sorgo, houve alguma dessemelhança de valores, particularmente para o sorgo granífero.

5. SUMMARY

(BIOAVAILABILITY OF LYSINE IN CORN AND SORGHUM GRAINS AS DETERMINED BY CHICK GROWTH ASSAY)

Four hundred and eight Hubbard chicks eight-day old were fed a basal purified diet deficient in lysine (.44% L-lysine HCl). Graded levels of crystalline lysine and two levels, 30 and 60%, of the cereal grains, normal corn, opaque-2 corn, sorghum grain and sweet sorghum grain, were added to the basal diet, replacing the starch.

The assay was run for five days. The weight gain per chick and the amounts of crystalline lysine, cereal lysine, and cereal consumed per chick were calculated. These values were used to estimate lysine availability in the cereal grains by the use of the standard curve method or the slope-ratio technique based upon multiple regression analysis.

The data obtained allowed the following conclusions:

Chicks responded to each addition of .1% crystalline lysine to the basal diet with improvements in weight gain, feed consumption and feed efficiency. The performance of chicks was affected by interaction grain type x grain level in diets.

— Higher level of lysine in normal corn diet also resulted in improved performance of the birds. Lysine availability in this cereal was estimated in 83.6% (mean value of 3 methods of estimation).

— A reduced feed consumption was noted with opaque-2 corn diet as compared with normal diet, specially at 60% level. The lysine in opaque-2 corn was 93% as available as lysine in normal corn.

— Lower weight gains and feed consumption were observed with sorghum diets. The average lysine availability estimates for sorghum grain and sweet sorghum grains were 92 and 84%, respectively, as compared with normal corn.

— The available lysine levels estimated by multiple regression equations employing consumption of the feedstuff or consumption of the lysine in the feedstuff were identical.

— Very close agreement was observed between estimates of lysine availability in normal or opaque-2 corns by standard curve and slope-ratio techniques. Slightly different values were observed for sorghum lysine.

6. LITERATURA CITADA

1. BAKER, D.H. 1978. Nutrient bioavailability in feedstuffs: methodology for determining amino acids and B-vitamins availability in cereal grains and soybean meal. *Proc. Georgia Nutr. Conf.* 12 P.
2. BAKER, D.H.; ROBBINS, K.R. & BUCK, J.S. Modification of the level of histidine and sodium bicarbonate in the Illinois crystalline amino acids diets. *Poultry Sci.*, 58(3):749-750. 1979.
3. COSTA, P.M.A.; JENSEN, A.H.; BAKER, D.H. & NORTON, H.W. Lysine availability of roasted dried and high moisture corns as determined by chick growth assay. *J. Animal Sci.*, 45(3):457-462. 1977.
4. KLEIN, R.G.; BEESON, W.M.; CLINE, T.R. & MERTZ, E.T. Lysine availability of opaque-2 corn for rats. *J. Animal Sci.*, 35(3):551-554. 1972.

5. MAJOR, E.J. Availability of lysine in protein concentrates as determined by the slope ratio assay with chicks and comparison with rat, pig and chemical assay. *Brit. J. Nutr.* 46(3):513-519. 1981.
6. MORAN, JR., E.T. & SUMMERS, J.D. Factors in feed processing affecting utilization of nutrients. *Feedstuffs* 42(45):26-27. 1970.
7. MUELEENAERE, H.J.H.; CHEN, M.L. & HARPER, A.E. Assessment of factors influencing estimation of lysine availability in cereal products. *J. Agric. Food Chem.*, 15(2):310-317. 1967.
8. MUZTAR, A.J. & SLINGER, S.J. Bioavailable amino acids in corn and alfalfa as measured by applying the true metabolizable energy assay. *Poultry Sci.*, 59(8):1873-1877. 1980.
9. NETKE, S.P. & SCOTT, H.M. Estimate on the availability of amino acids in soybean oil meal as determined by chick growth assay: methodology applied to lysine. *J. Nutrition* 100(3):281-288.
10. NORDHEIN, J.P. & COON, C.N. A comparison of 4 methods for determining available lysine in animal proteins meals. *Poultry Sci.*, 63(5):1040-1051. 1984.
11. PARSONS, C.M. Amino acid availability in poultry feed. *Poultry* 1(6):20-21. 1985.
12. PAPADOPOULOS, M.C.; EL BOUSBY, A.R. & KETELAARS, E.H. Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chicken assay. *Poultry Sci.*, 64(9):1729-1741. 1985.
13. RAHARJA, Y. & FARREL, D.J. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a single cannula and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. *Anim. Feed Sci. Technol.* 12(1):29-45. 1984.
14. ROBEL, E.J. & FROBISH, L.T. Evaluation of the chick bioassay for estimating sulfur amino acids, lysine and tryptophan availability in soybean meal. *Poultry Sci.*, 56(5):1399-1404. 1977.
15. ROSTAGNO, H.S.; ROGLER, J.C. & FEATHERSTON, W.R. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 2. Amino acid digestibility studies. *Poultry Sci.*, 52(2):772-778. 1973.
16. ROSTAGNO, H.S. & FEATHERSTON, W.R. Disponibilidade de aminoácidos do milho opaco-2, milho comum e sorgo granífero para pintos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 6(1):77-85. 1977.
17. SASSE, C.E. & BAKER, D.H. Availability of sulfur amino acids in corn and corn gluten meal for growing chicks. *J. Animal Sci.*, 37(6):1.351-1.355. 1973.
18. SMITH, R.E. Assessment of the availability of amino acids in fish meal, soybean meal and feather meal by chick growth assay. *Poultry Sci.*, 47(5):1624-1630. 1968.

19. STEPHENSON, E.L.; YORK, J.O.; BRAGG, P.B. & YVI, C.A. The amino acid content and availability of different strains of grain sorghum to the chick. *Poultry Sci.*, 50(2):581-584. 1971.
20. TAFURI, M.L. *Estudo de alguns aspectos da nutrição protéica em aves de corte*. Viçosa, U.F.V., 1983. 141 p. (Tese D.S.).
21. TAVERNER, M.R.; HEME, I.D. & FARREL, D.J. Availability to pig of amino acids in cereal grain. *Brit. J. Nutr.* 46(1):159-171. 1981.