USO DE MILHO OPACO-2 NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO-TERMINAÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN

Orientador: GERALDO ANTONIO TOSELLO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1982

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello, pela orientação, amizade e incentivo constantes;

Ao Prof. Dr. Abel Lavorenti, pelo interesse e sugestões para o aprimoramento deste trabalho e, na qualidade de Chefe do Departamento de Zootecnia, pelas facilidades concedidas;

Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer, pela valiosa colaboração na análise dos dados e pelas sugestões apresentadas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida;

Aos Engenheiros Agrônomos Gustavo J.M.M. Lima, Dirlei A. Berto e José Roberto A. Moreira, pela colaboração na condução do experimento;

Aos Acadêmicos de Engenharia Agronômica Henrique F. Ribeiro, Amália S. Bernardes e Jaime J. Grisotto, pelo auxílio na condução do experimento;

Aos Senhores Octávio Oliveira, Mário Lopes, Moacir Ventura e Benedito Galvão, pela colaboração constante;

À Senhora Sonia N. Rasera, pelos serviços de datilografia;

A minha esposa Aurea Aparecida Rocha da Silva Menten, pelo incentivo e compreensão;

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuiram para a realização deste trabalho; e

A Deus, por ter-me dado forças nas horas difíceis.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1. O gene opaco-2 (o_2) e sua ação 3

2.2. Efeitos do gene opaco-2 9

2.3. Estudos nutricionais com milho opaco-2 .. 22

2.4. Milho opaco-2 na alimentação de suínos .. 29

3. MATERIAL E MÉTODOS 38

3.1. Material genético de milho 38

3.2. Fase experimental 39

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 47

4.1. Aminoácidos nos ingredientes e nas rações 47

4.2. Desempenho 52

4.2.1. Dados coletados no experimento ... 52

4.2.2. Ganho de peso 56

4.2.3. Consumo de ração 66

4.2.4. Conversão alimentar 70

4.3. Características de carcaça 74

5. CONCLUSÕES 81

6. LITERATURA CITADA 84

CURRICULUM VITAE

José Fernando Machado Menten, filho de Ovídio José Menten e Sonia Machado Menten, nasceu em São Paulo, SP, a 12 de janeiro de 1955. É casado com Aurea Aparecida Rocha da Silva Menten.

Realizou seus estudos primários e secundários em Jundiaí, SP, e graduou-se em Engenharia Agronômica pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) em janeiro de 1977.

Desempenhou atividades profissionais no Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (Campinas) e atualmente ocupa o cargo de Auxiliar de Ensino do Departamento de Zootecnia da ESALQ.

RESUMO

USO DE MILHO OPACO-2 NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO-TERMINAÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICA DE CARCAÇA

Canditado: JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN

Orientador: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

Com a finalidade de avaliar a alteração nos níveis de aminoácidos do milho Piranão causada pelo introdução do gene opaco-2 e comparar o valor nutricional das cultivares normal e opaco-2, foi realizado um experimento com suínos em crescimento-terminação.

Foram utilizados 24 leitões (12 machos e 12 fêmeas), sendo 12 mestiços Landrace-Duroc e 12 mestiços Landrace-Wessex, com peso médio inicial de 17,52 kg. A esses leitões, de acordo com grupo racial, peso, sexo e ninhada foram aplicados 4 tratamentos, com 3 repetições por tratamento e com 2 animais por unidade experimental (parcela). O experimento foi instalado segundo o delineamento de blocos casualizados.

A duração do período experimental foi de 112 dias, sendo de 56 dias a fase de crescimento (até 54,43 kg de peso médio) e de 56 dias a fase de terminação (até 91,07

kg de peso médio).

Os tratamentos foram os seguintes:

T_1 - Ração controle, com milho Piranão normal e farelo de soja, com níveis padrões de proteína: 16,0% PB na fase de crescimento e 13,0% PB na fase terminação;

T_2 - Ração com milho Piranão opaco-2 e farelo de soja, com níveis padrões de proteína (idem T_1);

T_3 - Ração com milho Piranão normal e farelo de soja, com níveis baixos de proteína: 14,0% PB na fase de crescimento e 11,0% PB na fase de terminação;

T_4 - Ração com milho Piranão opaco-2 e farelo de soja, com níveis baixos de proteína (idem T_3).

Todas as rações foram suplementadas com vitaminas e minerais para atender às exigências dos animais, de acordo com as normas do NRC (1979), e foram fornecidas à vontade em comedouros automáticos.

Os níveis de proteína bruta e lisina nos grãos das cultivares Piranão normal e Piranão opaco-2 foram, respectivamente, 9,20 e 0,26% e 10,90 e 0,47%. Além de ter apresentado um teor de lisina 80% superior, o material opaco-2 mostrou valores mais elevados dos aminoácidos essenciais triptofano, treonina, arginina, valina e histidina embora fosse mais pobre em metionina, leucina e fenilalanina.

Os resultados obtidos foram, respectivamente, para os tratamentos T_1, T_2, T_3 e T_4: ganho médio diário de peso: 0,689, 0,713, 0,608 e 0,617 kg; consumo médio diário de ração: 2,32, 2,35, 2,19 e 2,11 kg e conversão alimentar média: 3,37, 3,30, 3,61 e 3,42.

O desempenho dos animais não foi significativamente ($P < 0,05$) afetado pelos tipos de milho, embora o milho opaco-2 tenha mostrado um comportamento ligeiramente superior ao normal quanto ao ganho de peso e conversão alimentar.

Os valores médios das características de carcaça ajustados para o mesmo peso de abate foram, para os tratamentos T_1 a T_4, respectivamente: rendimento de carcaça: 80,1, 80,9, 78,9 e 80,5%; porcentagem de pernil: 31,8, 32,9, 30,8 e 31,8%; comprimento de carcaça: 94,1, 94,1, 96,8 e 96,3 cm; espessura de toicinho: 3,39, 3,25, 3,40 e 3,05 cm; área de olho de lombo: 27,03, 32,12, 27,47 e 29,46 cm^2 e relação carne-gordura: 1,02, 1,01, 1,07 e 0,85.

Com exceção da área de olho de lombo, as demais características de carcaça não foram significativamente afetadas ($P < 0,05$) pelos tipos de milho. A área de olho de lombo foi superior ($P < 0,05$) nos animais que receberam milho opaco-2, sendo que a diferença foi mais evidente quando foram comparados os tratamentos com nível padrão de pro -

teína ($P < 0,05$).

Os resultados evidenciaram, ainda, que o uso de milho opaco-2 foi vantajoso pois permitiu uma redução de cerca de 4% na quantidade de farelo de soja nas rações, reduzindo o seu custo.

SUMMARY

USE OF OPAQUE-2 CORN IN GROWING-FINISHING SWINE DIETS AND ITS EFFECTS ON PERFORMANCE AND CARCASS TRAITS

Author: JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN

Adviser: Prof. Dr. GERALDO ANTONIO TOSELLO

A feeding trial was carried out, using growing-finishing pigs, to compare the varieties of corn Piranão with normal seed endosperm (br_2O_2) and Piranão opaque-2 (br_2o_2) with respect to the amino acid composition and the nutritional value.

Twenty-four crossbred barrows and gilts were used (12 Landrace-Duroc and 12 Landrace-Wessex), with an average initial weight of 17.52 kg. According to breed, weight, sex and litter, the pigs were alloted to 4 treatments, with 3 replicates per treatment and with 2 animals per pen. The experimental design was the randomized complete block.

The growing phase was conducted for 56 days (up to 54.43 kg of average live weight) and the finishing phase for 56 days (up to 91.07 kg of average live weight).

The experimental diets were:

T_1 - Control ration, with normal corn and soybean meal, containing standard protein level: 16.0% CP in the growing phase and 13.0% CP in the finishing phase;

T_2 - Ration with opaque-2 corn and soybean meal, containing standard, protein level;

T_3 - Ration with normal corn and soybean meal, containing low level of protein: 14.0% CP in the growing phase and 11.0% CP in the finishing phase;

T_4 - Ration with opaque-2 corn and soybean meal, containing low level of protein.

All diets were supplemented with vitamins and minerals, according to the NRC (1979) recomendations, and were fed "ad libitum".

The normal and the opaque-2 corns contained, respectively, 9.20 and 10.90% CP and 0.26 and 0.47% of lysine. The opaque-2 corn contained 80% more lysine than the normal corn and greater levels of tryptophan, threonine, arginine, valine and histidine and lower levels of methionine, leucine and phenylalanine.

The results were, respectively, for treatments T_1, T_2, T_3 and T_4: average daily gain: 0.689, 0.713, 0.608 and 0.617 kg; average daily intake: 2.32, 2.35, 2.19 and 2.11 kg and feed conversion: 3.37, 3.30, 3.61 and 3.42.

The performance of the pigs was not significatively affected ($P < 0.05$) by the corn types, but the opaque-2 corn was slightly superior to the normal corn with respect to the average daily gain and feed conversion.

The results of the carcass traits were, respectively, for the treatments T_1 to T_4: dressing percent: 80.1, 80.9, 78.9 and 80.5%; ham percent: 31,8, 32.9, 30,8 and 31.9%; carcass length: 94.1, 94.1, 96.8 and 96.3 cm; backfat thickness: 3.39, 3.25, 3.40 and 3.05 cm; loin eye area: 27.03, 32.12, 27.47 and 29.46 cm^2 and fat-loin area ratio: 1.02, 1.01, 1.07 and 0.85.

With exception to the loin eye area all the traits were not affected ($P < 0.05$) by the corn types. The opaque-2 corn rations produced greater ($P < 0.05$) loin eye area, particularly when standard level of protein was used.

The results showed the superior quality of opaque-2 corn over normal corn, since 4% less soybean meal was used in the composition of the opaque-2 corn based diets than in the normal corn diets.

1. INTRODUÇÃO

O gene mutante recessivo opaco-2 (o_2) de milho foi identificado em 1935 e confere, quando em dose tripla, uma aparência opaca ao endosperma do grão, contrastando com o endosperma translúcido do milho normal. Entretanto, o efeito mais marcante desse mutante, ou seja, a alteração no padrão de aminoácidos da proteína de seu endosperma, elevando consideravelmente seu teor em lisina e triptofano, foi relatado a partir de 1964.

Como a lisina e o triptofano são os principais aminoácidos limitantes para várias espécies de animais monogástricos cujas dietas são baseadas em milho, desde 1965 vêm se desenvolvendo estudos com milho opaco-2 em nutrição de humanos, ratos e suínos. A ênfase dada aos estudos com suínos se prende ao fato de ser o milho tradicionalmente o alimento básico para essa espécie.

A maior parte dos estudos com milho opaco-2 na nutrição de suínos confirma sua qualidade superior à do milho normal, embora em alguns trabalhos essa superioridade não tenha sido evidenciada, o que foi atribuído ao uso de milho opaco-2 com nível de lisina relativamente baixo ou de milho normal com nível relativamente alto desse aminoácido.

Com a difusão do milho opaco-2 para vários países, constatou-se que o grau da alteração induzida pelo gene o_2 depende, em grande parte, do germoplasma em que ele é introduzido, com consequências sobre a qualidade nutricional do material.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a alteração induzida pelo gene o_2 sobre a qualidade do milho Piranão e comparar o valor nutricional dos dois materiais em um experimento com suínos em crescimento-terminação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O gene opaco-2 (o_2) e sua ação

O gene mutante recessivo o_2 de milho foi identificado em 1935 e confere, quando em dose tripla, uma aparência opaca ao endosperma do grão de milho, contrastando com o endosperma translúcido do milho normal. Uma diferença marcante no arranjo dos grânulos de amido pode ser observada (DIMLER, 1966): no endosperma do milho normal os grânulos de amido são tão comprimidos uns contra os outros que delimitam facetas, enquanto no milho opaco-2 eles são arredondados, indicando um arranjo menos compacto. A esses espaços de ar intergranulares ROBUTTI *et alii* (1974) atribuiram a baixa densidade e a opacidade do endosperma macio do milho opaco-2.

Após ter sido localizado no cromossomo 7 do milho, o gene o_2 permaneceu muito tempo apenas como curiosidade e marcador genético até que seu efeito principal, de provocar mudan-

ças bruscas na composição de aminoácidos do endosperma do grão, através de uma nova distribuição de suas proteínas, foi descoberto por MERTZ *et alii* (1964).

Muito interesse se voltou a esse mutante devido a seu maior teor em lisina, um aminoácido em que o milho, bem como outros cereais, apresentam em deficiência e que é limitante, em dietas baseadas nesses alimentos, para o homem e animais monogástricos. O triptofano, outro aminoácido limitante no milho normal, também tem seu teor consideravelmente maior no milho opaco-2 (NELSON *et alii*, 1965).

Outra característica notada por MERTZ *et alii* (1964) foi uma menor proporção da fração protéica zeína e uma maior proporção da fração glutelina no endosperma opaco-2 em relação ao normal. A fração protéica prolamina(representada pela zeína) é pobre em lisina, enquanto a fração glutelina é rica em lisina e esses fatos permitiram a confirmação por JIMÉNEZ (1966) que o aumento na quantidade de lisina causado pelo gene o_2 ocorria em virtude de uma grande redução na proporção de zeína e um consequente aumento na proporção das frações protéicas albumina, globulina e glutelina. Usando uma nova técnica para fracionamento de proteínas, MISRA *et alii* (1972) chegaram a conclusões semelhantes, porém mais detalhadas; a glutelina foi separada em 3 frações e a fração que sofreu maior incremento no endosperma opaco-2 foi justamente a da proteína com o maior teor de lisina.

O gene o_2 interfere apenas na composição do endosperma da semente, não causando alteração no perfil de aminoácidos do embrião (NELSON, 1969); as diferenças entre as composições em aminoácidos do milho opaco-2 e normal são, portanto, mais pronunciadas quando se observa o aminograma do endosperma apenas; do que quando se trata do grão inteiro. O gene o_2 não induz, também, alteração alguma no perfil de aminoácidos de qualquer das proteínas constituintes do endosperma, mas apenas na proporção dessas proteínas; assim JIMÉNEZ (1966) não encontrou diferenças na composição de aminoácidos das frações zeína, albumina e globulina provenientes de milho normal e opaco-2 e MISRA *et alii* (1975) também não encontraram diferenças nas 3 frações da glutelina de milho normal e opaco-2.

A partir dos conhecimentos iniciais a respeito das alterações provocadas pelo mutante opaco-2 no milho, surgiram várias linhas de pesquisa voltadas para: (a) elucidação do mecanismo de ação do gene o_2, (b) obtenção de material genético de milho agronomicamente viável com as vantagens do caráter opaco-2 e (c) uso do milho opaco-2 na alimentação humana e animal.

Os estudos objetivando elucidar a ação do gene o_2 se revestem de precaução quanto aos materiais genéticos utilizados, procurando-se trabalhar com germoplasmas idênticos diferindo apenas no locus o_2, ou seja, linhagens isogênicas, resultantes de mutação espontânea nesse locus, ou quase isogênicas, obtidas através de vários retrocruzamentos com seleção para o caráter opaco-2.

DALBY e DAVIES (1967) e WILSON e ALEXANDER (1967) detectaram um alto nível da enzima ribonuclease no endosperma de milho opaco-2 em desenvolvimento, quando este se encontrava na condições homozigota ($o_2o_2o_2$), não tendo havido efeito de dosagem do gene. DALBY e DAVIES (1967) mostraram que a atividade da ribonuclease no endosperma é sempre maior no milho opaco-2 que no normal, chegando a ser 6 vezes maior entre 22 e 25 dias após a polinização (DAP). Baseados nesses dados lançaram a hipótese de que o locus o_2 seria regulador da síntese de ribonuclease, sendo que o alelo normal produziria uma substância repressora que estaria ausente ou inativa no mutante. Essa hipótese encontra algum apoio no fato de que a síntese de zeína, em ambos os genótipos, ocorre entre 10 e 30 DAP, o período em que o excesso de produção de ribonuclease é mais aparente no endosperma opaco-2, levando os autores a sugerir que a maior atividade da ribonuclease possa ser responsável, pelo menos em parte, pela redução na síntese de zeína e consequente modificação no perfil de aminoácidos do endosperma opaco-2. Complementando, WILSON e ALEXANDER (1967) especularam que a ribonuclease pudesse impedir a síntese de zeína destruindo seu RNA mensageiro específico.

Pela hipótese apresentada acima, o efeito primário do gene o_2 seria o aumento da produção de ribonuclease, enquanto NELSON (1969) sugeriu que o gene o_2 poderia ser regulador para a síntese de zeína e que seu efeito primário seria a redução no conteúdo de zeína. Os efeitos de repressão na síntese de

zeína e de estímulo na síntese de albumina, globulina e glutelina foram atribuídos como um todo ao gene o_2 por MISRA *et alii* (1972).

Dando continuidade aos estudos de síntese de proteínas no endosperma de milho normal e opaco-2, LEE *et alii* (1976) separaram a fração zeína em 6 proteínas diferentes, sendo 2 delas (Z_1 e Z_2) presentes em maior abundância; sua composição em aminoácidos não diferiu significativamente e o gene o_2 causou uma redução substancial no nível do componente Z_1. Em seguida, utilizando a técnica de síntese de zeína "in vitro", JONES *et alii* (1977) sugeriram que a diminuição na quantidade da proteína Z_1 codificada pelo mutante o_2 poderia estar relacionada à ausência de uma região do retículo endoplasmático a que estariam especificamente ligados ribossomos com função de reconhecer as mensagens para produção de zeína, o que acarretaria uma redução na quantidade de RNA-mensageiro para zeína. Sugeriram, ainda, baseados no fato de que no milho normal existe quase o dobro do RNA-ribossômico ligado à membrana existente no milho opaco-2, que o mutante poderia interferir com o mecanismo de tradução por 2 vias : impedindo a ligação dos ribossomos à membrana do retículo (deficiência em um componente receptor) ou impedindo o início da tradução (deficiência em uma classe particular de proteína ribossômica).

Uma outra proposta para explicar o controle

dos níveis de lisina no endosperma de milho foi feita por SILVA e ARRUDA (1979) que determinaram que a concentração de lisina que entrava na espiga era a mesma para os genótipos normal e mutante, e com a maturação do grão sua concentração ia baixando no endosperma normal e se mantinha no endosperma opaco-2; o excesso de lisina no endosperma normal devia, portanto, ser catabolizado o que levou os autores a concluir que a taxa de conversão de lisina seria um mecanismo importante para o controle dos níveis de lisina no endosperma de milho. Com efeito, SODEK e WILSON (1970) já haviam mostrado, usando lisina marcada (^{14}C), que esse aminoácido era convertido a ácido glutâmico e prolina no endosperma normal, ao passo que muito pouca lisina era convertida no endosperma opaco-2.

Pode-se observar que das tentativas feitas para explicar o mecanismo de ação do gene o_2 nenhuma chegou a ser conclusiva, sendo necessário evidências mais seguras para que uma ou outra hipótese seja aceita. A hipótese de que o opaco-2 seria um gene regulador da síntese de ribonuclease não teve sustentação e deixou de ser levada em consideração pelos seus próprios autores em trabalhos posteriores. A hipótese de que o gene o_2 seria regulador da síntese de zeína encontrou respaldo nos trabalhos de LEE *et alii* (1976) que sugeriram uma possível ação do mutante a nível de tradução da informação para síntese de um componente da zeína e não a nível de transcrição. Esta hipótese deixou em aberto o fato da

maior síntese das proteínas não-zeína no milho opaco-2. Com relação a isso, SODEK e WILSON (1970) comentaram julgar improvável que apenas o gene o_2 pudesse deprimir a síntese de zeína e estimular a síntese de outras classes de proteína, e propuseram que os aumentos em proteínas não-zeína podiam ser uma resposta a um aumento na disponibilidade de aminoácidos. A hipótese proposta por SILVA e ARRUDA (1979), supõe que o gene o_2 atue, de alguma forma, sobre a conversão de lisina no endosperma, propiciando a síntese de proteínas ricas em lisina, quando esta não é catabolizada (milho opaco-2), e de proteínas pobres em lisina quando esta é cabolizada (milho normal); não permite explicar, entretanto, a síntese diferencial das proteínas Z_1 e Z_2 da fração zeína.

Assim, as hipóteses apresentadas explicam apenas em parte os passos em que o gene o_2 possa atuar, não sendo possível, em vista dos conhecimentos atuais, ter uma visão global do seu modo de ação.

2.2. Efeitos do gene opaco-2

Em diversos países houve interesse pelo milho opaco-2, havendo inúmeros relatos sobre a introdução do gene o_2 em linhagens e populações locais, sempre ressaltando a melhoria da qualidade da proteína, por seu maior teor em lisina. Os doadores do gene o_2 foram os estoques de Purdue e

Illinois (U.S.A.), que não eram materiais com boas características agronômicas (SINGH e ASNANI, 1975).

Entretanto, em nenhum desses países o milho opaco-2 alcançou a difusão que suas potenciais vantagens deixavam antever, tendo seu uso limitado por deficiências, apontadas por SINGH e ASNANI (1975), como menor produção de grãos, maior teor de umidade na colheita e maior suscetibilidade a pragas e doenças. Essas deficiências podem ser atribuídas, em parte, à permanência de 7 a 13% do genótipo do doador nos germoplasmas locais transformados em opaco-2, nos estágios iniciais da introdução desse gene. Para o caso do Brasil, SÃO JOSÉ (1975) acrescentou ser o efeito negativo da aparência dos grãos um problema sério para que o milho opaco-2 seja aceito comercialmente.

Como se poderá observar, há possibilidade de esses problemas serem resolvidos ou contornados, quer pelo melhoramento genético, quer propiciando ambiente adequado para a conservação dos grãos.

Nos trabalhos iniciais, de natureza mais básica, houve preocupação em se provar o efeito do gene o_2, comparando-o com o normal no mesmo germoplasma. Assim, MERTZ *et alii* (1964) obtiveram grãos normais e opacos na mesma espiga, cujos endospermas apresentaram o mesmo teor de proteína (8,69% PB) e o teor de lisina foi de 2,00 g/100 g de proteína no endosperma normal e 3,39 g/100 g de proteína no endosperma

opaco, 69% superior ao normal. Essa comparação referiu-se a endosperma opaco-2 de genótipo $o_2o_2o_2$ e endosperma normal de genótipo $O_2O_2O_2$; a composição de aminoácidos deste não difere do genótipo normal $O_2O_2O_2$, de acordo com as análises realizadas por BATES (1966), que só mostraram efeito da dosagem do gene o_2 para alguns aminoácidos, cujos teores nos endospermas normais $O_2o_2o_2$ se aproximaram dos encontrados nos homozigotos.

SALAMINI *et alii* (1969), na Itália, obtiveram grãos opacos e normais na mesma espiga de 10 híbridos normal x opaco-2 e, em média, o teor de lisina na proteína foi de 4,14% para os grãos opacos (variação de 3,40 a 4,93%) e de 2,14% para os normais (variação de 1,69 a 2,36). Para cada aminoácido foi constatada uma maior variabilidade nos grãos opacos que nos normais, sugerindo aos autores que a ação do gene o_2 é grandemente afetada pelo germoplasma. Nos materiais estudados houve correlação significativa, para os grãos normais, entre o teor de proteína e o teor de vários aminoácidos na proteína, enquanto nos grãos opacos não houve essa correlação.

A seguir, visando mais os aspectos da produção de milho de alta lisina, passaram-se a fazer comparações de linhagens, híbridos e variedades opaco-2 entre si e com seus análogos normais, procurando-se verificar os efeitos do gene o_2 no germoplasma das diferentes populações locais.

Em Illinois (U.S.A.) foram utilizados 18 híbri

dos opaco-2 e seus análogos normais do mesmo germoplasma para permitir a medida de quaisquer efeitos adversos do fenótipo opaco-2 sobre outros caracteres agronômicos; LAMBERT *et alii* (1969) relataram que a produção de grãos dos híbridos opaco-2 (47,8 a 67,6 g/planta) foi, em média, 8% menor que dos normais (54,4 a 75,5 g/planta), embora tenha havido 2 híbridos opaco-2 que produziram significativamente mais que seus análogos normais; o teor protéico não diferiu (10,5% PB) e os grãos de milho opaco-2 apresentaram 52% mais lisina que os de milho normal. Em 16 híbridos triplos opaco-2 o teor de lisina foi de 3,51 a 4,22 g/100 g de proteína, indicando a existência de variação genética para conteúdo de lisina.

Estudando o comportamento de 10 híbridos normais e seus análogos opaco-2, SALAMINI *et alii* (1970), na Itália, verificaram que a diferença mais drástica foi no peso do grão, em que houve uma redução média de 12,7% nos híbridos opaco-2 (reduções de 6,0 a 19,1%), levando os autores à conclusão que a redução no peso do grão é o principal fator da baixa produção dos híbridos opaco-2. Nos grãos opacos de 13 híbridos simples heterozigotos para o gene o_2 os mesmos autores encontraram uma variação de 8,06 a 12,93% de proteína e de 3,45 a 4,26% de lisina na proteína, não havendo correlação significativa entre esses dois caracteres.

Na Índia, ASNANI e GUPTA (1970) introduziram o gene o_2 em 4 compostos locais e os compararam com os mate-

riais originais; a média de produção de grãos por planta para os 4 compostos foi de 56,0g para a versão opaco-2 e 56,6g para os análogos normais, tendo havido 2 compostos cujas versões opaco-2 produziram mais (63,8 g/planta, em média) que os normais (57,0 g/planta, em média). Concluiram que, nos materiais estudados, não houve efeito marcante do gene o_2 quanto a produção de grãos, sugerindo que o mesmo nível possa ser mantido num germoplasma apropriado. Como outros autores, relataram uma redução no peso dos grãos opaco-2, mas a redução variou de intensidade dependendo da população, sugerindo que o gene o_2 tenha efeito variável neste caráter, de acordo com o germoplasma do material.

Em Indiana (USA), SREERAMULU e BAUMAN (1970) produziram, a partir de 8 linhagens opaco-2, 28 híbridos simples que foram ensaiados em 2 anos; nos ensaios foram obtidos grãos normais e opacos, através de polinizações controladas e, na média, os materiais opaco-2 tiveram uma produção de grãos correspondente a 89% dos normais, o peso do grão também correspondeu a 89% dos normais e o teor de proteína superou o dos normais em 7%, sendo de 11,40% (variação de 10,42 a 13,54%) para os materiais opaco-2 e 10,63% (variação de 9,31 a 11,48%) para os normais, uma diferença significativa. Análises realizadas nos híbridos opaco-2 mostraram uma variação ampla, embora não significativa, de 3,92 a 5,45% de lisina na proteína, enquanto o teor de lisina na amostra variou de 0,43 a 0,63%, com diferença significativa entre os genótipos; o teor de proteí-

na foi positivamente correlacionado com o teor de lisina na amostra e não houve associação da produção de grãos com o teor de proteína ou com o teor de lisina na amostra.

Ainda em Indiana (U.S.A.), uma linhagem transformada em opaco-2 com 6 retrocruzamentos apresentou teores de 3,5% de lisina e 0,8% de triptofano na proteína do endosperma, enquanto na linhagem original esses teores foram de 1,6% e 0,3%, respectivamente (GLOVER *et alii*, 1975); houve, entretanto, um efeito depressivo do gene o_2 sobre o teor de proteína do endosperma (11,6% na linhagem original e 10,1% de proteína na opaco-2) que também foi encontrada por TOSELLO (1974) em 6 combinações híbridas, em que os mutantes tiveram 9,5% de proteína e os análogos normais, 10,9% de proteína, em média. TOSELLO (1974) relatou também um aumento no teor de lisina do endosperma e uma diminuição no peso do grão dos híbridos opaco-2 em relação aos normais.

SINGH e ASNANI (1975) relataram que em 45 compostos opaco-2 sintetizados na Índia o teor de proteína foi positivamente correlacionado com o teor de triptofano na amostra; em 65 famílias de um composto braquítico-2 opaco-2, o teor de proteína foi positivamente correlacionado com os teores de lisina e triptofano na amostra e em 320 famílias de meios-irmãos de um outro composto o teor de proteína não foi correlacionado com o teor de triptofano na amostra e também não houve correlação entre densidade do grão e teor de triptofano na amostra. Nestas famílias a média dos teores de

proteína foi de 10,83 ± 0,08%.

GUPTA *et alii* (1975) obtiveram, na Hungria, 15 híbridos simples normais e seus análogos opaco-2, a partir de 6 linhagens endogâmicas normais e transformadas em opaco-2; o teor de proteína das linhagens opaco-2 superou em 8,5% o das normais (12,7 e 11,7% de proteína) ao passo que nos híbridos opaco-2 o teor de proteína ficou 8,3% aquém dos normais (9,9 e 10,8% de proteína). O teor médio de lisina nos grãos foi de 0,60% nas linhagens opaco-2 (variação de 0,50 a 0,79%) e 0,32% nas normais (variação de 0,29 a 0,35%) e as diferenças foram mais estreitas nos híbridos, cujas médias foram de 0,40% de lisina para os opaco-2 (variação de 0,35 a 0,47%) e 0,30% de lisina para os normais (variação de 0,25 a 0,35%). Houve, tanto para os materiais opaco-2 como para os normais, correlação positiva entre o teor de proteína e o teor de lisina no grão (sendo significativamente mais estreita para os materiais opaco-2) e correlação negativa ente produção de grãos e teor de proteína.

Com base nos resultados obtidos a partir de estudos com 36 linhagens endogâmicas de milho normal e suas análogas opaco-2, SOAVE *et alii* (1976), na Itália, concluiram que a expressividade[1] do alelo o_2 é altamente variável entre

---

1 - Expressividade é definida como o grau com que o efeito de um determinado gene é expresso pelos indivíduos.

linhas endogâmicas e sugeriram que existem fatores dependentes do germoplasma que atuam na síntese de proteína, em particular da fração zeína.

DEMOPULOS-RODRIGUES *et alii* (1977) relataram que em 112 famílias extraídas de uma população sintética de milho opaco-2 norte-americano, altos teores de proteína e lisina estavam associados com baixa produção de grãos o que os levou a concluir que naquela população não haveria possibilidade de obtenção de proteína de alta qualidade e boa produção conjuntamente.

Avaliando o efeito do gene o_2 em 126 diferentes germoplasmas representados por todos os possíveis híbridos simples, duplos e triplos sintetizados a partir de 6 linhagens endogâmicas opaco-2 e normais, GUPTA e KOVÁCS (1978), na Hungria, constataram uma menor produção de grãos pelos materiais opaco-2 que chegou a 85,8% dos análogos normais, para as linhagens, 78,8% para os híbridos simples, 85,6% para os híbridos triplos e 79,2% para os híbridos duplos. A média geral de produção de grãos por parcela foi de 6,58 kg para os materiais opaco-2 e 7,56 kg para os normais e a heterose mostrada pelos híbridos opaco-2 foi maior que dos normais.

No Brasil existem híbridos e variedades de milho opaco-2 com características agronômicas bastante razoáveis. POMMER (1976) trabalhou com as variedades IAC maya opaco-2 e IAC-1 opaco-2 ensaiadas por 2 anos em 4 locais do Esta

do de São Paulo, tendo como tratamentos controle híbridos opaco-2 Cargill e Agroceres e o híbrido normal de ampla difusão IAC Hmd-7974. A variedade IAC maya opaco-2 produziu, em média, 3,9 ton. de espigas/ha correspondente a 96% da produção dos híbridos opaco-2 e a 86% do híbrido normal e a variedade IAC-1 opaco-2 produziu 4,2 ton/ha correspondente a 103% dos híbridos opaco-2 e 93% do híbrido normal. O teor de lisina na matéria seca foi de 0,34% para as variedades experimentadas e para os híbridos opaco-2, sendo de 0,19% para o híbrido normal. Os teores de proteína na matéria seca foram de 12,3 e 12,0% para as variedades IAC maya opaco-2 e IAC-1 opaco-2 e de 12,1 e 12,9% para as testemunhas opaco-2 e normal, respectivamente. Os teores de lisina na proteína foram de 2,77 e 2,85% para as variedades IAC maya opaco-2 e IAC-1 opaco-2 e de 2,77 e 1,51% para as testemunhas e opaco-2 e normal, respectivamente. A produção de lisina por hectare foi de 11,5 kg para IAC maya opaco-2, 12,7 kg para IAC-1 opaco-2, 12,1 kg para os híbridos opaco-2 e 7,3 kg para o híbrido normal. O trabalho de melhoramento desenvolvido por 4 ciclos nas variedades IAC maya opaco-2 e IAC-1 opaco-2 resultou num aumento de produção de espigas de 28% para a primeira e 24% para a última, não tendo sido observadas, entretanto, alterações significativas no teor de proteína e no teor de lisina na matéria seca e na proteína, o que proporcionou um acréscimo na produção de lisina por hectare de 15% na variedade IAC maya opaco-2 e de 27% na IAC-1 opaco-2.

SGARBIERI *et alii* (1977), em Campinas, S.P., também utilizaram a variedade IAC maya opaco-2, comparando-a com a análoga normal IAC maya XII; o teor de proteína na versão opaco-2 foi menor (8,5% PB) que na normal (11,9% PB) e os teores de lisina e triptofano na proteína da versão opaco-2 (4,6 e 1,2%) superaram os da normal (2,4 e 0,4%, respectivamente).

TOSELLO (1978) pôde avaliar o efeito do gene o_2 em 2 populações, comparando o Composto Dentado e o Composto Flint com seus análogos opaco-2 e utilizando ainda, como controle, o Composto ESALQ opaco e 2 híbridos Agroceres, normal e opaco-2, nos locais Piracicaba e Anhembi, SP. A produção de grãos por hectare em Piracicaba foi, para as versões opaco-2 e normal do Composto Dentado, de 7,46 ton. e 7,82 ton., respectivamente; para as versões opaco-2 e normal do Composto Flint, de 6,23 ton. e 6,40 ton., respectivamente; o Composto ESALQ opaco produziu 6,41 ton/ha e os híbridos opaco-2 e normal, 5,77 ton/ha e 7,39 ton/ha, respectivamente. Em Anhembi as versões opaco-2 e normal do Composto Dentado produziram 5,48 ton/ha e 5,64 ton/ha, respectivamente; as versões opaco-2 e normal do Composto Flint, 5,29 ton/ha e 5,28 ton/ha, respectivamente; o Composto ESALQ opaco produziu 4,48 ton/ha e os híbridos opaco-2 e normal, 4,60 ton/ha e 5,64 ton/ha, respectivamente. A produção das populações opaco-2 não diferiu da produção das análogas normais, para ambos os locais e o híbrido normal controle não diferiu dos Compostos Dentado e

Flint opaco-2 em Anhembí e do Composto Dentado opaco-2 em Piracicaba, enquanto o híbrido opaco-2 controle foi inferior ao Composto Dentado opaco-2 em Piracicaba.

Como parte do programa de melhoramento da população ESALQ-VD opaco (ou Composto Dentado opaco), TOSELLO e GERALDI (1980a) relataram que a produção de grãos média de 364 famílias ensaiadas em Piracicaba e Anhembí, SP, foi de 7,97 ton/ha; a produção média de 20% das melhores progênies foi de 8,50 ton/ha, 18,5% superior à da testemunha híbrido normal Cargill-111 e 12,1% superior ao híbrido Hmd-7974. A média do teor de proteína foi de 10,13%, com variação de 9,08 a 11,57% e para o teor de triptofano a média foi de 0,10%, com variação de 0,08 a 0,14%. TOSELLO e GERALDI (1980b) acrescentaram, ainda, que entre as famílias não foi detectada significância na correlação entre produção de grãos e teor de proteína e entre produção de grãos e teor de triptofano; por outro lado, o teor de proteína foi negativamente correlacionado com o teor de triptofano na proteína.

Percebe-se, portanto, que os efeitos do gene o_2 são bastante dependentes do germoplasma em que ele é introduzido, uma vez que a literatura mostra dados que chegam a ser um tanto conflitantes no que diz respeito ao grau em que afeta a produção de grãos, o teor de proteína no grão, o teor de aminoácidos no grão e na proteína e a inter-relação dessas características. Acrescente-se a isso a ação de fatores do

ambiente, alterando características de qualidade do milho opaco-2, verificada quando o mesmo material genético (IAC maya opaco-2, no caso) respondeu diferentemente em locais e anos distintos (POMMER, 1976 e SGARBIERI *et alii*, 1977).

Normalmente, entretanto, os dados mostram que a produção de grãos é mais baixa nos materiais opaco-2 que nos análogos normais e uma característica em que os dados da literatura são concordes é quanto ao menor peso dos grãos opacos. Por outro lado, são desejáveis as correlações positivas, ou mesmo a ausência de associação, entre produção de grãos e teores de proteína, lisina e triptofano e entre teor de proteína e teores de lisina e triptofano no grão, relatadas entre diferentes germoplasmas e entre famílias de um mesmo germoplasma, pois isso propicia a obtenção de materiais produtivos e com alto nível de proteína de boa qualidade.

Existe também a possibilidade de aumentar o peso do grão, e consequentemente a produção de grãos, explorando o milho opaco-2 com fenótipo modificado. Grãos de milho opaco-2 com endosperma parcialmente translúcido aparecem com frequência variável, dependendo do germoplasma do material, sendo sua ocorrência relatada inicialmente por PAEZ *et alii* (1969a), que não encontraram diferenças no teor de lisina dos grãos translúcidos em relação ao grãos opacos típicos e entre frações translúcida e opaca do grão; os autores supuseram que um conjunto de genes modificadores estariam atuando sobre o

gene o_2 para resultar no fenótipo modificado. Essas informações iniciais foram confirmadas por outros autores, que determinaram adicionalmente que o teor de proteína do opaco modificado é maior, que a normalização pode ser conseguida em diversos graus e que o aumento no peso do grão depende do germoplasma; assim, as vantagens do milho opaco modificado foram relatadas no México (VASAL, 1975), na Índia (SINGH e ASNANI, 1975), na Alemanha (BJARNASON *et alii*, 1977), na Iugoslávia (DUMANOVIC *et alii*, 1977) e na União Soviética (GALEEV e TAOVA, 1977).

Um outro aspecto do milho opaco modificado é que a aparência vítrea de parte de seu endosperma minimizaria os problemas de aceitação desse material pelos produtores e consumidores.

O maior teor de umidade do milho opaco-2 na colheita quando comparado ao milho normal (PAEZ *et alii*, 1969b) implica um período adicional de secagem no campo com os riscos de possíveis perdas no campo ou no armazenamento; entretanto, esses problemas podem ser sanados com uma colheita mais cedo, secagem e tratamento adequado dos grãos que, como comentou SÃO JOSÉ (1975), são providências que também devem ser tomadas com o milho normal, na prevenção de perdas.

2.3. Estudos nutricionais com milho opaco-2

As implicações nutricionais das diferenças encontradas na composição de proteínas e distribuição de aminoácidos nos milhos normal e opaco-2 passaram a ser estudadas, após a descoberta inicial dessas diferenças, logo que se obteve quantidade suficiente de grãos. Estudos dessa natureza foram conduzidos com humanos (adultos e crianças), ratos e suínos.

Através de estudos de balanço de nitrogênio feitos com crianças, BRESSANI (1966) concluiu que o valor nutritivo da proteína do milho opaco-2 foi tão alto quanto ao da proteína do leite quando as dietas forneciam 1,8 a 2,0 g de proteína/kg/dia. CLARK (1966) apontou que a ingestão de aproximadamente 300 g de milho opaco-2 manteve o equilíbrio no balanço de nitrogênio de adultos com até 70 kg de peso, uma vez supridas suas necessidades energéticas, e que a ingestão de até 600 g/dia, o que é normal para populações centro e sul-americanas, aumentou a retenção de nitrogênio.

A importância do milho opaco-2 para populações que têm sua alimentação baseada em produtos de milho foi também evidenciada por vários estudos desenvolvidos na Colômbia, relatados por PRADILLA *et alii* (1975). Crianças desnutridas foram recuperadas com uma alimentação cuja totalidade da proteína era de endosperma de milho opaco-2, sugerindo que essa proteína supriu quantidades adequadas de aminoácidos essen-

ciais e nitrogênio total para recuperação de pacientes desnutridos e para crianças normais. Comparando-se dois híbridos locais (2,0 e 2,2% de lisina na proteína do endosperma) e seus análogos opaco-2 (5,0 e 4,1% de lisina na proteína do endosperma, respectivamente) na alimentação de crianças, a qualidade da proteína dos materiais opaco-2, em termos de digestibilidade da proteína, valor biológico e retenção de nitrogênio, foi significativamente superior à dos normais, estando esses índices perto de 90% dos obtidos para a caseína. Essa comparação também foi feita com adultos (CLARK *et alii*, 1977) que receberam dietas isonitrogenadas contendo milho normal (3,0% de lisina e 0,5% de triptofano na proteína) ou seu análogo opaco-2 (4,5% de lisina e 0,7% de triptofano na proteína); o balanço de nitrogênio foi positivo para as dietas com milho opaco-2 e negativo para as com milho normal, tanto com ingestão de 27 g ou de 34 g de proteína de milho por dia, reafirmando que a proteína do milho opaco-2 foi capaz de atender às necessidades mínimas dos adultos, o que não aconteceu com a proteína do milho normal.

Os resultados dos ensaios de digestibilidade de milho normal e opaco-2 envolvendo ratos e suínos não são concordes, como se pode depreender pelos relatos da literatura. A digestibilidade aparente da matéria seca do milho opaco-2 foi menor que do milho normal ($P < 0,05$) para suínos em crescimento e em terminação nos ensaios realizados por CROMWELL *et alii* (1969), enquanto SIHOMBING *et alii* (1969), SHIMA

DA e MARTINEZ (1970) e MARROQUIN *et alii* (1973) não encontraram diferenças consistentes na digestibilidade. O resultado obtido por CROMWELL *et alii* (1969) permaneceu sem explicação até que ROSA *et alii* (1977a), chegando a resultado semelhante com ratos e suínos, sugeriram que a inferioridade na digestibilidade estaria relacionada à maior velocidade de trânsito das rações com milho opaco-2, por causa do maior volume de ração para um mesmo peso de alimento ingerido.

ROSA *et alii* (1977a) determinaram, também, que a energia digestível do milho opaco-2 foi mais baixa que do milho normal ($P < 0,05$); a menor energia digestível, além de estar ligada à digestibilidade da matéria seca, também foi parcialmente atribuída à menor digestibilidade ($P < 0,05$) do extrato etéreo do milho opaco-2 determinado por estes autores e que já havia sido encontrada ($P < 0,01$) por SIHOMBING *et alii* (1969) e MARROQUIN *et alii* (1973).

MERTZ *et alii* (1965), em experimentos conduzidos com ratos, mostraram que as proteínas do milho opaco-2 tinham um valor nutritivo semelhante às do farelo de soja e superior às de outros cereais, mas que essa superioridade não era devida à digestibilidade da proteína, pois não detectaram diferença entre a digestibilidade da proteína de milho opaco-2 e normal. Com suínos de diferentes idades, entretanto, CROMWELL *et alii* (1969), SIHOMBING *et alii* (1969), SHIMADA e MARTINEZ (1970) e MARROQUIN *et alii* (1973) determinaram que a

digestibilidade da proteína do milho opaco-2 foi significativamente maior que a do milho normal, atribuindo a diferença à maior proporção, no milho normal, da fração protéica zeína, uma proteína de baixa digestibilidade (BECKER *et alii*, 1955). Resultados semelhantes obtiveram SGARBIERI *et alii* (1977) com ratos.

Estudos de ROSA *et alii* (1977a, b) com ratos e suínos chegaram a resultados conflitantes com os acima apresentados: a digestibilidade da proteína do milho opaco-2 foi consistentemente menor, embora não significativamente, que a do milho normal, o que, segundo os autores, pode ter sido devido à maior velocidade de trânsito no trato digestivo das rações com milho opaco-2 ou a características dos materiais experimentados, que consistiam do mesmo germoplasma nas versões normal e opaco-2.

Independentemente de sua maior ou menor digestibilidade, o nitrogênio do milho opaco-2 foi mais bem utilizado que o do milho normal, por ratos e suínos. Ratos submetidos a dietas isoprotéicas com milho opaco-2 ou normal em que toda a proteína era proveniente de milho, acusaram um maior valor biológico da proteína do milho opaco-2 nos estudos de SGARBIERI *et alii* (1977) e ROSA *et alii* (1977b). Do mesmo modo, com suínos, CROMWELL *et alii* (1969) mostraram que o milho opaco-2 promovia uma maior retenção de nitrogênio da dieta ($P < 0,01$) e uma maior retenção do nitrogênio que havia sido

absorvido ($P < 0,01$).

Balanço de nitrogênio realizado com fêmeas suínas indicou que gestantes alimentadas com milho opaco-2 como única fonte de proteína retiveram mais nitrogênio que as que receberam ração isoprotéica (11,2% PB) com milho normal e farelo de soja ($P < 0,01$) e a retenção foi semelhante à obtida quando ração com 15,0% PB à base de milho normal e farelo de soja foi fornecida (HESBY *et alii*, 1970a). Para lactantes, entretanto, ração com milho opaco-2 (9,7% PB na ração) não manteve o equilíbrio do balanço de nitrogênio, que foi positivo apenas para rações com milho normal e farelo de soja com 18,0% PB na terceira semana de lactação e com 14,0% e 18,0% PB na quarta semana (MAHAN *et alii*, 1971a).

KIES e FOX (1972) demonstraram que a lisina era o primeiro aminoácido limitante no milho opaco-2 degerminado para atender às necessidades de manutenção de humanos adultos. Trabalhando com suínos em crescimento, KLEIN *et alii* (1968) mostraram que o milho opaco-2 ainda seria deficiente em aminoácidos e, comparando dois diferentes materiais de milho opaco-2, afirmaram que a qualidade da proteína melhorou na medida em que aumentou o teor de lisina. JENSEN *et alii* (1969) e GALLO *et alii* (1969) confirmaram essa indicação de que a lisina seria o primeiro aminoácido limitante no milho opaco-2, para suínos. NORDSTRON *et alii* (1970) determinaram que depois da lisina, a isoleucina seguida pela treonina seriam também

aminoácidos limitantes no milho opaco-2 para suínos em crescimento. Apesar de os resultados de análises de aminoácidos de milho opaco-2 indicarem níveis de metionina + cistina aquém das exigências dos suínos, OESTEMER *et alii* (1970) não obtiveram resposta à suplementação com diversos níveis de metionina, mostrando que esse aminoácido não é limitante no milho opaco-2 para suínos.

Estudos comparativos entre milho opaco-2 e normal, em que este foi suplementado com aminoácidos até os níveis existentes no opaco-2, mostraram que a melhor resposta dos suínos ao milho opaco-2 é devida principalmente ao seu maior teor em lisina e triptofano (CROMWELL *et alii*, 1967, GALLO *et alii*, 1969; KLEIN *et alii*, 1971), havendo ainda indicação de que outros aminoácidos limitantes possam contribuir (VEUM *et alii*, 1973). Entretanto, os resultados obtidos com milho normal suplementado não alcançaram os conseguidos com milho opaco-2, como seria de se esperar. ROSA *et alii* (1977b) obtiveram resultados análogos com ratos e sugeriram que a explicação possa ser dada pelo menor conteúdo de zeína no milho opaco-2. De acordo com esses autores a zeína contém cerca de 50% da quantidade total de isoleucina do milho e apenas 30% desta é disponível para monogástricos, devido à baixa digestibilidade da zeína. A razão leucina/isoleucina é mais favorável no milho opaco-2, uma vez que apresenta um menor teor de leucina e o excesso de leucina inibe a absorção de isoleucina. Assim, em rações com milho normal suplementadas

com lisina e triptofano, a isoleucina poderia, segundo ROSA *et alii* (1977b), vir a se tornar o aminoácido limitante.

Avaliando o valor nutritivo do milho opaco modificado, GOMEZ *et alii* (1975) estabeleceram que esse material foi inferior ao milho opaco-2 quanto à qualidade da proteína ($P < 0,05$), devido, principalmente, a seu teor mais baixo de lisina. Grãos dessa variedade de milho opaco modificado classificados como vítreos ou semi-vítreos tiveram diferente valor nutritivo para ratos, sendo os grãos semi-vítreos ligeiramente superiores aos vítreos e semelhantes ao milho opaco-2 típico. Através da comparação de várias categorias de milho opaco modificado com milho normal e opaco-2, GRUPTA *et alii* (1979a) mostraram que o valor biológico da proteína do milho opaco modificado foi ligeiramente mais baixo que o do milho opaco-2, mas ainda foi 20% superior ao do normal, e que o milho opaco-2 com fenótipo 75% vítreo - 25% opaco tinha boa característica de grão e qualidade mais alta (metade da zeína) de grãos totalmente vítreos. Trabalhando com ratos, GRUPTA *et alii* (1979b) determinaram que o valor biológico da proteína do milho normal (2,42% de lisina e 0,48% de triptofano na proteína) foi significativamente aumentado com a adição de lisina e triptofano, enquanto para o milho opaco modificado (3,87 % de lisina e 0,71% de triptofano na proteína) o valor biológico aumentou significativamente com a adição apenas de lisina, indicando que no milho normal ambos aminoácidos foram limitantes ao passo que somente a lisina o foi no milho opaco modifi

cado, conclusão a que também haviam chegado GÓMEZ *et alii* (1975).

2.4. Milho opaco-2 na alimentação de suínos

A potencialidade do uso de milho opaco-2 no arraçoamento de suínos foi avaliada em uma série de trabalhos, através da comparação deste com o milho normal em rações sob diversos níveis protéicos.

Os primeiros estudos com milho normal (8,9% PB; 0,24% de lisina e 0,09% de triptofano) e opaco-2 (11,9% PB; 0,49% de lisina; 0,15% de triptofano) mostraram que uma ração contendo apenas milho opaco-2 como fonte de proteína (11,6% PB) foi superior a ração com milho normal (8,6% PB) no ganho diário de peso e conversão alimentar de leitões em crescimento e não diferiu de uma ração isoprotéica contendo milho normal e farelo de soja. Para leitões em terminação, a ração contendo proteína somente de milho opaco-2 (11,2% PB) foi superior à ração isoprotéica e não diferiu da ração padrão (13,0% PB; 0,48% de lisina; 0,14% de triptofano) com milho normal e farelo de soja quanto ao ganho de peso, não diferindo de ambas quanto à conversão alimentar (PICKETT, 1966). Esse autor relacionou a resposta no crescimento dos animais com os níveis de lisina e triptofano nas rações, acrescentando que milho opaco-2 suplementado com vitaminas e minerais seria adequado pa-

ra proporcionar crescimento e conversão alimentar normais a suínos em terminação.

CROMWELL *et alii* (1967) não encontraram diferença no ganho diário de peso de leitões recém-desmamados submetidos a rações isoprotéicas com milho normal (9,1% PB; 0,24% de lisina; 0,09% de triptofano) ou milho opaco-2 (11,6% PB; 0,49% de lisina; 0,15% de triptofano) sob níveis baixos de proteína (11,2% e 14,0% PB), porém a superioridade do milho opaco-2 foi significativa ($P < 0,05$) quando rações com 16,0% PB foram oferecidas.

Trabalhando com milho opaco-2 variedade Maya (10,9% PB e 0,24% de lisina) e milho híbrido normal (9,1% PB e 0,13% de lisina), KRONKA *et alii* (1968) concluiram que, para suínos em crescimento-terminação, o milho opaco-2 foi superior ao normal sem suplementação protéica ($P < 0,01$) mas que a superioridade foi anulada quando os dois tipos de milho foram usados em rações contendo 27% de farelo de soja. O ganho de peso e a conversão alimentar proporcionados pelo milho opaco-2 sem suplementação não diferiram dos obtidos quando ambos os milhos foram suplementados com farelo de soja.

Comparando o milho normal (8,6% PB e 0,30% de lisina) e opaco-2 (11,5% PB e 0,54% de lisina) em rações completas com dois níveis protéicos, CROMWELL *et alii* (1969) determinaram que com o nível protéico padrão (16,0 - 13,0% PB no crescimento-terminação) os ganhos e conversões alimentares

foram similares para os milhos normal e opaco-2, enquanto com nível sub-ótimo de proteína (14,0 - 11,3% PB no crescimento-terminação) os ganhos e conversões foram similares aos do nível padrão para o milho opaco-2 e inferiores para o milho normal ($P < 0,05$). Estes resultados demonstraram, segundo os autores, o balanço de aminoácidos superior do milho opaco-2 utilizado, pois rações com esse milho contendo cerca de 11% de farelo de soja a menos que a ração padrão com milho normal proporcionaram desempenhos equivalentes e que o milho opaco-2 como única fonte protéica pôde atender às necessidades dos suínos em terminação.

O milho opaco-2 usado por JENSEN *et alii* (1969) (9,6% PB; 0,35% de lisina; 0,12% de triptofano) não atendeu às necessidade de leitões em terminação, sendo que a adição de 0,15% de lisina à ração proporcionou um desempenho semelhante ao de uma ração com 12,0% PB com milho normal e farelo de soja.

Em experimentos com leitões recém desmamados utilizando milho normal (8,3% PB e 0,24% de lisina) ou opaco-2 (9,8% PB e 0,35% de lisina), SIHOMBING *et alii* (1969) mostraram que o máximo desempenho foi obtido com rações com milho opaco-2 contendo 5 a 8% de farelo de soja a menos que as rações com milho normal.

O fornecimento de milho normal (10,0% PB; 0,28% de lisina; 0,06% de triptofano) ou opaco-2 (10,3% PB; 0,41%

de lisina; 0,10% de triptofano) a leitões recém-desmamados resultou em ganhos e conversões semelhantes quando a ração com milho normal continha 16,0% PB e a com milho opaco-2, 12,0% PB, esta última contendo cerca de 10% de farelo de soja a menos que a primeira (MANER *et alii*, 1971).

COSTA *et alii* (1971) experimentaram milho normal (8,6% PB; 0,25 de lisina; 0,07% de triptofano) e opaco-2 (10,3% PB; 0,46% de lisina e 0,13% de triptofano) no arroçoamento de suínos em terminação e a ração cuja proteína era proveniente apenas do milho opaco-2 proporcionou ganho de peso e conversão alimentar semelhantes aos obtidos com a ração padrão (13,0% PB) com milho normal, contendo cerca de 12% de farelo de soja em sua composição.

GIPP e CLINE (1972) utilizaram milho normal (9,6% PB; 0,28% de lisina; 0,07% de triptofano) ou opaco-2 (11,2% PB; 0,56% de lisina; 0,15% de triptofano) no preparo de rações para suínos em crescimento-terminação; na fase de crescimento, rações com milho normal (16,0% e 14,0% PB) e opaco-2 (14,0% PB) não diferiram quanto ao ganho de peso e conversão alimentar, enquanto na fase de terminação a ração com milho opaco-2 (11,0% PB) foi superior à ração isoprotéica ($P < 0,05$) mas não diferiu da ração padrão (13,0% PB) baseadas em milho normal. As rações com milho opaco-2 continham de 8 a 9% de farelo de soja a menos que as rações padrões e o milho opaco-2 era a única fonte de proteína na fase de ter-

minação.

Em experimentos com leitões recém-desmamados, MARROQUIN *et alii* (1973) determinaram que o desempenho dos animais alimentados com milho normal (0,25% de lisina) suplementado com 20% de farelo de soja foi semelhante ao dos que receberam milho opaco-2 (0,42% de lisina) com 17,5% de farelo de soja. Por outro lado, este milho opaco-2 proporcionou ganho de peso ligeiramente maior ($P < 0,10$) que outro material opaco-2 com menor teor de lisina (0,37% de lisina), sob diferentes níveis de suplementação com farelo de soja.

Rações com 14,0% PB, preparadas com milho normal (9,0% PB e 0,31% de lisina) ou opaco-2 (9,8% PB e 0,44% de lisina) e apresentando níveis bastante semelhantes de aminoácidos, foram fornecidas a suínos nas fases de crescimento-terminação. Os resultados, apresentados por VEUM *et alii* (1973), mostraram um maior ganho de peso para os animais que receberam milho normal que para aqueles alimentados com milho opaco-2 (0,88 e 0,76 kg/dia, respectivamente). A análise das carcaças mostrou que os suínos que receberam a ração com milho normal tiveram uma área de olho de lombo maior que a obtida com milho opaco-2 (33,8 e 31,3 cm^2). A ração com milho opaco-2 tinha 2% de farelo de soja a menos que a ração com milho normal.

Em experimentos com suínos em crescimento-terminação, MELLO (1973) determinou que milho opaco-2 (10,6% PB;

0,48% de lisina; 0,10% de triptofano) como única fonte de proteína da ração não foi suficiente para atender às necessidades dos animais na fase de crescimento, mas que uma ração com milho opaco-2 contendo 3,0% de proteína a menos que a ração padrão (16,0% PB) com milho normal (8,5% PB; 0,25% de lisina; 0,07% de triptofano) resultou em desempenho semelhante ao desta. A ração com milho opaco-2 continha 13% de farelo de soja a menos que a ração padrão com milho normal. Na fase de terminação, uma ração contendo apenas proteína de milho opaco-2 também proporcionou desempenho semelhante ao da ração padrão (13,0% PB) com milho normal e 12% de farelo de soja. O autor concluiu que rações com milho opaco-2 com 13,0% PB na fase de crescimento e sem suplementação protéica na fase de terminação resultariam em ganhos de peso mais econômicos que os das rações padrões, além de não causarem alteração nas características de carcaça.

Comparando milho opaco-2 típico (10,2% PB) com milho opaco modificado (9,0% PB), GÓMEZ *et alii* (1975) determinaram que os materiais de ambos os fenótipos tiveram valor nutritivo similar para suínos em crescimento, alimentados com rações com ou sem farelo de soja.

COELHO *et alii* (1980) utilizaram milho normal (9,5% PB e 0,24% de lisina) e opaco-2 (9,7% PB e 0,40% de lisina) em um experimento com suínos em crescimento-terminação. As rações isoprotéicas com nível padrão de proteína (16,0% PB)

proporcionaram ganho de peso e conversão semelhantes, enquanto rações com milho opaco-2 com nível protéico igual a 87,5% do da testemunha (cerca de 6% de farelo de soja a menos) resultaram em desempenho inferior ($P < 0,05$) nos animais dos 35 kg de peso vivo até o abate. A ração da fase de terminação contendo apenas proteína de milho opaco-2 resultou em desempenho inferior ao da testemunha ($P < 0,05$).

Suínos em crescimento-terminação alimentados com dietas de livre-escolha contendo milho normal ou opaco-2 mais suplemento protéico-vitamínico-mineral tiveram desempenho semelhante com qualquer dos milho, mas consumiram menos suplemento ($P < 0,05$) quando o milho opaco-2 era disponível (CROMWELL *et alii*, 1969; WAHLSTROM e LIBAL, 1973). CROMWELL *et alii* (1969) explicaram o menor consumo de proteína suplementar pela maior aceitabilidade do milho opaco-2, que já havia sido constatada por CROMWELL *et alii* (1967), ou pela capacidade do suíno em ajustar a ingestão dos ingredientes para atender suas necessidades protéicas, enquanto WAHLSTROM e LIBAL (1973) sugeriram que os suínos procurariam suprir suas necessidades de aminoácidos, antes que de proteínas, uma vez que a ingestão de lisina foi semelhante para as dietas com milho normal e opaco-2.

No arraçoamento de leitões lactantes sob diferentes níveis protéicos, SANCEVERO *et alii* (1974) determinaram que o milho opaco-2 foi superior ao milho normal quanto ao

ganho de peso ($P < 0,05$), principalmente em níveis sub-ótimos de proteína (14,0% e 16,0% PB). Nesses níveis de proteína o desempenho dos leitões que receberam ração com milho opaco-2 foi semelhante ao do tratamento com milho normal contendo 18,0% PB na ração.

Na alimentação de fêmeas gestantes durante 3 ciclos reprodutivos, uma ração contendo apenas milho opaco-2 como fonte de proteína (11,2% PB e 0,49% de lisina na ração) proporcionou resultados semelhantes aos obtidos com uma ração com milho normal e farelo de soja (15,0% PB e 0,60% de lisina) quanto ao ganho de peso durante a gestação, número de leitões por leitegada, peso da ninhada ao nascer, aos 21 e aos 35 dias e permitiu uma menor perda de peso durante a parição e lactação ($P < 0,05$), mostrando que o milho opaco-2 foi adequado para atender às necessidades de fêmeas gestantes (HESBY *et alii*, 1970b). Entretanto, nos estudos de MAHAN *et alii* (1971b) com porcas lactantes, o milho opaco-2 (10,0% PB e 0,38% de lisina) não proporcionou resultados satisfatórios sem suplementação protéica, acarretando uma perda de peso das fêmeas durante a lactação semelhante à de ração isoprotéica com milho normal e maior que a observada com níveis protéicos superiores. Os ganhos de peso de leitões lactantes filhos de porcas primíparas alimentadas com milho opaco-2 foram intermediárias aos ganhos dos leitões cujas mães receberam rações com milho normal com níveis de 12,0 e 14,0% PB; entretanto, na segunda lactação os ganhos foram semelhantes aos obervados com

nível de 10,0% PB. Em todos os casos os leitões tiveram como único alimento o leite materno.

Uma análise global dos resultados apresentados mostra que, na maioria dos casos, o milho opaco-2 foi superior ao normal, mas essa superioridade foi variável. Essa variação pode ser demonstrada pelo fato de que rações contendo milho opaco-2 proporcionaram, a suínos de diferentes categorias, desempenhos semelhantes aos obtidos com rações contendo milho normal suplementadas com níveis de 2,5 a 27% de farelo de soja a mais. A explicação para essa variação pode ser dada, parcialmente, pelas diferenças na composição dos materiais de milho normal e opaco-2 utilizados nos diferentes experimentos, principalmente quanto ao teor de lisina. Excetuando-se os materiais avaliados no trabalho de KRONKA *et alii* (1968), as análises mostraram teores de lisina de 0,24 a 0,31% nos milhos normais e de 0,35 a 0,56% nos milhos opaco-2 estudados. Assim, resultados discrepantes encontrados por JENSEN *et alii* (1969), VEUM *et alii* (1973) e COELHO *et alii* (1980) são atribuidos, pelos autores, ao nível relativamente baixo de lisina e/ou de proteína dos milhos opaco-2 ou ao nível relativamente alto de lisina nos milhos normais utilizados em seus experimentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético de milho

Os materiais genéticos de milho utilizados no presente estudo foram as cultivares Piranão e Piranão opaco-2. Piranão é população de porte baixo obtida no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), em Piracicaba, SP, portadora do gene braquítico br_2 e resultante do cruzamento do milho Tuxpeño br_2br_2 (obtido no CIMMYT, México) com a variedade Piramex III (germoplasma da raça tuxpeño). Sua versão opaco-2 também foi obtida no mesmo Departamento, pelo cruzamento de Piranão com a cultivar Maya opaco-2 (germoplasma da raça tuxpeño), seguidos de 3 ciclos de seleção massal.

A quantidade de grãos necessários para a fase experimental foi produzida pelo Departamento de Genética da

ESALQ no ano agrícola de 1980/81.

3.2. Fase experimental

O experimento foi conduzido em instalações do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da ESALQ, em Piracicaba, SP, no período de 28 de agosto a 18 de dezembro de 1981.

A instalação experimental consta de 12 baias, com uma área de 6,0 m^2 cada uma, com piso de concreto e equipadas com comedouro e bebedouro automáticos.

Foram utilizados 24 leitões sendo 12 mestiços das raças Landrace-Duroc (8 machos castrados e 4 fêmeas) e 12 mestiços Landrace-Wessex (4 machos castrados e 8 fêmeas), com peso médio inicial de 17,52 kg. Esses animais foram distribuídos de acordo com peso, sexo, ninhada e raça a 4 tratamentos, com 3 repetições por tratamento e com 2 leitões por unidade experimental (parcela). O experimento foi instalado segundo o delineamento de blocos casualizados, procurando-se manter a maior homogeneidade possível dentro dos blocos (repetições). As unidades experimentais foram constituídas de um macho e uma fêmea de cada uma dos grupos raciais.

A duração do período experimental foi de 112 dias, sendo de 56 dias a fase de crescimento (17,52 a 54,43

kg de peso médio) e de outros 56 dias a fase de terminação (54,43 a 91,07 kg de peso médio).

Às parcelas de cada repetição foram aplicados 4 tratamentos que constaram de 4 dietas experimentais:

T_1 - Ração controle, com milho Piranão normal e farelo de soja, com níveis padrões de proteína: 16,0% PB na fase de crescimento e 13,0% PB na fase de terminação;

T_2 - Ração com milho Piranão opaco-2 e farelo de soja, com níveis padrões de proteína (idem T_1);

T_3 - Ração com milho Piranão normal e farelo de soja, com níveis baixos de proteína: 14,0% PB na fase de crescimento e 11,0% PB na fase de terminação; e

T_4 - Ração com milho Piranão opaco-2 e farelo de soja, com níveis baixos de proteína (idem T_3).

A composição dos ingredientes utilizados no preparo das rações experimentais é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.

	Milho Normal	Milho Opaco-2	Farelo de soja	Fosfato Bicálcico
Matéria Seca, %	87,14	87,78	88,26	-
Proteína Bruta, %	9,20	10,90	46,15	-
Fibra Bruta, %	1,89	1,96	6,11	-
Extrato Etéreo, %	4,26	5,02	1,49	-
Extr. não Nitrog., %	70,55	68,40	28,38	-
Matéria Mineral, %	1,24	1,50	6,13	-
Cálcio, %	0,15	0,14	0,40	24,00
Fósforo, %	0,24	0,27	0,63	19,00

Com os dados da análise dos alimentos foi feita a formulação das rações, com base nos teores de proteína bruta estabelecidos para os tratamentos e procurando manter os níveis de Cálcio e de Fósforo disponível próximos aos das exigências das categorias de animais em estudo, de acordo com as normas do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos

da América (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1979). A composição das rações experimentais das fases de crescimento e de terminação está apresentada na Tabela 2.

Foram, também, realizadas as análises de aminoácidos dos ingredientes e, a partir destas, foram calculadas as composições das rações experimentais em aminoácidos.

Durante todo o período experimental os animais receberam ração, em comedouros automáticos, e água, em bebedouros tipo chupeta, à vontade.

Após o início do experimento foram feitos os seguintes controles periódicos, a cada 14 dias:

a. pesagem individual dos animais, sem jejum;

b. cálculo da quantidade de ração consumida pelos dois animais de cada baia.

A partir desses dados foram calculados o ganho diário de peso de cada animal, o consumo médio de ração do grupo de animais de cada baia e a conversão alimentar média (kg de alimento consumido para cada kg de ganho de peso) de cada grupo para as fases de crescimento e de terminação e para e período total. Para o ganho diário de peso foram, portanto, obtidas 6 observações por tratamento e para o consumo médio diário e conversão alimentar média, 3 observações por tratamento.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais.

Ingredientes	Crescimento				Terminação			
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
Milho Normal	77,70	-	83,00	-	86,30	-	91,80	-
Milho Opaco-2	-	81,50	-	87,00	-	90,50	-	96,20
Farelo de Soja	19,20	15,40	13,80	9,80	11,00	6,80	5,50	1,10
Fosfato Bicálcico	2,10	2,10	2,20	2,20	1,70	1,70	1,70	1,70
Sal Iodado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix Mineral a/	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix Vitamínico b/	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20
Valores Calculados								
Proteína Bruta, %	16,00	16,00	14,00	13,99	12,99	13,00	10,99	11,00
Cálcio, %	0,70	0,68	0,71	0,69	0,59	0,56	0,58	0,55
Fósforo dispon., %	0,50	0,50	0,51	0,52	0,42	0,42	0,41	0,41

a/ - Premix mineral suprindo as seguintes quantidades/kg de ração: 100 mg de Ferro; 200 mg de Cobre; 120 mg de Zinco e 24 mg de Manganês.

b/ - Premix vitamínico suprindo as seguintes quantidades/kg de ração: 3200 UI de Vitamina A; 320 UI de Vitamina D_3, 14 UI de Vitamina E; 3,0 mg de Vitamina K; 3,2 mg de Riboflavina; 16,0 mg de Ácido Pantotênico; 20,0 mg de Niacina; 16,0 µg de Vitamina B_{12} e 300 mg de Colina.

Ao término do período experimental foi tomado o peso final de cada um dos animais e decorridas 24 horas foi registrado o peso de abate; neste período os animais não receberam ração, tendo, porém, livre acesso à água.

Os animais foram abatidos, depilados, eviscerados e cortados ao meio longitudinalmente, sendo as meias-carcaças mantidas em câmara frigorífica por 24 horas. A seguir foi feita a avaliação das carcaças segundo as normas elaboradas pelo ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (1973), obtendo-se, para cada animal, dados referentes aos seguintes caracteres:

a. *rendimento da carcaça* - razão entre o peso da carcaça fria e o peso de abate, dado em porcentagem;

b. *comprimento de carcaça* - tomado do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo crânio-ventral do atlas, em centímetros;

c. *porcentagem de pernil* - razão entre o peso do pernil, cortado na altura da articulação da penúltima e última vértebras lombares, e o peso da meia-carcaça, correspondente, dado em porcentagem;

d. *espessura de toicinho* - média das espessuras de toicinho tomadas na altura da primeira vértebra torácica (1a.), da articulação da última vértebra torácica com a primeira lombar (2a.) e da articulação da penúltima vértebra

lombar com a última lomba (3a.), em centímetros;

e. *área de olho de lombo* - área da secção transversal do músculo "longissimus dorsi", na altura da articulação da última vértebra torácica com a primeira lombar, em centímetros quadrados;

f. *relação carne-gordura* - razão entre a área de toicinho correspondente ao lombo e a área de olho de lombo, na altura da articulação da última vértebra torácica com a primeira lombar.

Para todas as características de carcaça foram obtidas 6 observações por tratamento.

Os resultados foram analisados segundo o esquema fatorial 2 x 2, sendo os tratamentos agrupados de acordo com os fatores (a) tipo de milho (normal e opaco-2) e (b) nível protéico (padrão e baixo).

Os dados de desempenho e da avaliação das carcaças dos animais foram submetidos à análise da variância, sendo que as médias de tratamentos das características de carcaça foram ajustadas por covariância para o mesmo peso de abate. Como causas de variação principais foram consideradas os fatores "Tipos de Milho" e "Níveis de Proteína" e a interação destes; a seguir foram feitos os desdobramentos desses efeitos principais, referentes às causas de variação "Tipos de Milho

dentro de Nível Padrão de Proteína" e "Tipos de Milho dentro de Nível Baixo de Proteína" e ainda "Níveis de Proteína dentro de Milho Normal" e "Níveis de Proteína dentro de Milho Opaco-2".

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aminoácidos nos ingredientes e nas rações

Os resultados das análises de aminoácidos do milho normal, do milho opaco-2 e do farelo de soja utilizados no preparo das rações experimentais estão apresentados na Tabela 3.

Levando em consideração apenas os aminoácidos essenciais, a introdução do gene o_2 no milho Piranão causou aumento nos teores de lisina, treonina, arginina, valina e histidina, decréscimo nos teores de metionina, leucina e fenilalanina, enquanto a isoleucina não teve seu teor alterado.

Além disso, apesar de não terem sido feitas determinações do teor de triptofano, seu nível certamente é mais elevado no material opaco-2 que no normal. Os valores encontrados em tabelas de composição de alimentos apontam de 0,05

Tabela 3. Composição em aminoácidos dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.[a/]

	Milho Normal	Milho Opaco-2	Farelo de Soja
Aminoácidos essenciais, %			
Lisina	0,26	0,47	2,48
Metionina	0,17	0,11	0,40
Isoleucina	0,31	0,30	2,06
Leucina	1,23	0,86	3,37
Treonina	0,34	0,43	1,73
Fenilalanina	0,43	0,37	2,25
Arginina	0,44	0,73	3,07
Valina	0,45	0,48	2,04
Histidina	0,32	0,41	1,09
Aminoácidos não essenciais, %			
Alanina	0,75	0,63	1,96
Ácido Aspártico	0,64	1,03	5,12
Ácido Glutânico	1,99	1,82	-
Serina	0,45	0,50	2,50
Prolina	0,92	0,89	2,44
Cistina	0,14	0,13	0,44
Glicina	0,36	0,47	2,02
Tirosina	0,27	0,19	1,42

a/ - Ata Controller Análise Ltda.

a 0,09% de triptofano no milho normal (CRAMPTON e HARRIS, 1969; NRC, 1979). No milho opaco-2 o teor de triptofano corresponde consistentemente, em diversas análises apresentadas na literatura, à quarta parte do nível de lisina, podendo ser estimado em 0,12% seu teor no material opaco-2 em estudo. Resultados semelhantes foram descritos por MERTZ *et alii* (1964), SALAMINI *et alii* (1969) e GUPTA *et alii* (1975), que compararam milho normal e opaco-2 do mesmo germoplasma. Pequenas variações foram relatadas por NELSON (1969), que encontrou menor teor de treonina no milho opaco-2, e por MISRA *et alii* (1972) que encontraram maior teor de metionina em uma linhagem opaco-2 que na isogênica normal.

O nível de lisina do milho opaco-2 (0,47%) foi 80% superior ao do normal (0,26%), sendo estes resultados comparáveis aos da maioria dos estudos com milho normal e opaco-2 na alimentação de suínos.

A composição das rações em aminoácidos essenciais foi calculada a partir de seus níveis nos ingredientes e está apresentada na Tabela 4.

Pelo fato de o farelo de soja utilizado ter apresentado um teor relativamente baixo de lisina, quando comparado aos valores médios encontrados em tabelas, o nível desse aminoácido nas rações T_1, tanto da fase de crescimento como na de terminação, não atingiu as exigências do NRC (1979). Também ficaram abaixo das exigências os teores de lisina nas

Tabela 4. Composição em aminoácidos das rações experimentais. Valores calculados.

Aminoácidos, %	Crescimento					Terminação				
	T_1	T_2	T_3	T_4	Exig. a/	T_1	T_2	T_3	T_4	Exig. a/
Lisina	0,68	0,76	0,56	0,65	0,70	0,50	0,59	0,38	0,48	0,57
Triptofano b/	0,18	0,20	0,15	0,17	0,12	0,13	0,15	0,10	0,12	0,10
Metionina + Cistina	0,40	0,32	0,37	0,29	0,45	0,36	0,27	0,33	0,24	0,30
Isoleucina	0,64	0,56	0,54	0,46	0,50	0,49	0,41	0,40	0,31	0,41
Leucina	1,60	1,22	1,49	1,08	0,60	1,43	1,01	1,31	0,86	0,48
Treonina	0,60	0,62	0,52	0,54	0,45	0,48	0,51	0,41	0,43	0,37
Fenilalanina + Tirosina	1,25	1,02	1,09	0,85	0,70	1,01	0,71	0,84	0,58	0,57
Arginina	0,93	1,07	0,79	0,94	0,20	0,72	0,87	0,57	0,74	0,16
Valina	0,74	0,70	0,66	0,62	0,50	0,61	0,57	0,52	0,48	0,41
Histidina	0,46	0,50	0,42	0,46	0,18	0,40	0,44	0,35	0,41	0,15

a/ - Exigências de acôrdo com as normas do NRC (1979).

b/ - Estimativa a partir dos teores: Milho Normal, 0,07%; Milho Opaco-2, 0,12% e Farelo de Soja, 0,65% de triptofano.

rações com nível baixo de proteína (T_3 e T_4), embora as rações contendo milho opaco-2 (T_4) tenham se aproximado mais dos níveis requeridos. Apenas as rações T_2, com milho opaco-2 e nível padrão de proteína, alcançaram os níveis de lisina recomendados pelo NRC (1979).

Os teores de metionina e cistina nos ingredientes analisados ficaram abaixo dos encontrados em tabelas de composição de alimentos e isso resultou, da mesma forma, em rações cujos níveis de metionina + cistina não atingiram os recomendados. Entretanto, como NELSON (1969) e OESTEMER *et alii* (1970) apontaram, parte desses aminoácidos sulfurados pode ter sido destruída durante a hidrólise, o que pode ser uma explicação para os resultados das análises; um outro aspecto é que, conforme sugeriram os resultados de OESTEMER *et alii* (1970), as exigências de metionina + cistina podem ser menores que as usualmente aceitas, pois suínos em crescimento alimentados com milho opaco-2 não responderam à suplementação com metionina.

Apesar de o milho normal e o opaco-2 terem teores semelhantes de isoleucina, as rações T_4 apresentaram níveis desse aminoácido menores que os recomendados, por causa da menor quantidade de farelo de soja na constituição dessas rações com milho opaco-2. A menor disponibilidade de isoleucina no milho normal sugerida por ROSA *et alii* (1977b), entretanto, pode alterar esse quadro, diminuindo os teores de iso-

leucina realmente disponível nas rações com milho normal. Deve ser ressaltado, também, o teor bem mais elevado de leucina nas rações com milho normal que nas com opaco-2, e sua possível interferência na absorção de isoleucina.

Os níveis dos demais aminoácidos essenciais (treonina, fenilalanina + tirosina, arginina, valina e histidina) ficaram acima das exigências para todas as rações.

4.2. Desempenho

4.2.1. Dados coletados no experimento

Os dados relativos às pesagens dos animais e às anotações do consumo de ração nos intervalos entre as pesagens, obtidos durante todo o período experimental, estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 para a primeira, segunda e terceira repetições, respectivamente. As primeiras 8 semanas corresponderam à fase de crescimento e as 8 semanas seguintes, à fase de terminação. Ao término da 16a. semana foi obtido o peso final dos animais. O consumo de ração se refere aos dois animais de cada baia.

Tabela 5. Pesos individuais (kg) registrados a cada 14 dias e consumo de ração (kg) por grupo no período. Primeira repetição.

Trat.	Aminais	Semanas								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
T_1 -	1	15,1	23,7	32,2	43,6	52,6	66,6	74,6	85,0	96,4
	2	19,1	28,1	36,6	47,2	57,8	68,8	70,6	81,0	89,8
	Consumo	-	43,2	50,7	62,9	71,8	71,6	63,9	78,8	77,6
T_2 -	1	21,1	31,2	40,2	52,0	63,4	74,4	85,6	99,2	109,0
	2	16,3	26,5	35,8	46,8	57,4	67,0	75,8	85,6	96,4
	Consumo	-	41,3	51,9	60,3	64,2	66,8	79,6	75,3	80,0
T_3 -	1	17,4	24,7	32,2	43,2	52,6	60,8	71,4	80,6	94,0
	2	16,8	23,9	31,6	42,0	51,2	58,0	66,0	70,6	79,2
	Consumo	-	35,6	47,3	62,2	65,0	65,9	69,4	70,2	82,2
T_4 -	1	18,8	25,9	34,4	45,0	55,4	65,8	70,2	78,0	90,4
	2	17,2	25,6	33,2	41,2	48,4	56,0	62,4	69,0	75,8
	Consumo	-	35,9	45,7	52,7	60,9	63,0	55,5	59,4	67,0

Tabela 6. Pesos individuais (kg) registrados a cada 14 dias e consumo de ração (kg) por grupo no período. Segunda repetição.

Trat.	Animais	Semanas								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
T_1 -	1	16,7	27,5	38,0	51,0	61,0	71,8	87,4	94,2	105,8
	2	15,7	20,5	27,8	38,0	45,0	50,2	57,6	63,4	71,2
	Consumo	-	36,1	46,2	58,9	67,3	61,5	69,9	70,6	82,9
T_2 -	1	16,0	26,1	37,6	50,6	60,6	72,6	85,4	92,6	102,2
	2	17,0	25,3	30,4	41,0	50,0	58,6	68,6	76,0	85,0
	Consumo	-	37,0	45,3	64,1	73,4	79,7	67,1	73,5	78,3
T_3	1	18,5	27,2	37,2	50,6	62,2	70,2	82,8	89,8	97,2
	2	15,6	21,5	26,6	33,8	44,0	50,0	55,8	58,8	64,8
	Consumo	-	38,3	54,2	60,7	71,7	65,3	72,6	65,8	65,9
T_4	1	17,0	26,3	37,4	48,8	59,0	70,8	86,4	91,8	102,6
	2	15,6	23,6	29,6	37,6	47,2	53,4	63,2	69,8	77,0
	Consumo	-	40,3	47,6	56,9	67,8	66,9	73,9	76,3	79,7

Tabela 7. Pesos individuais (kg) registrados a cada 14 dias e consumo de ração (kg) por grupo no período. Terceira repetição.

Trat.	Animais	Semanas								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
T_1 -	1	19,4	26,9	36,0	49,8	55,2	64,4	77,0	88,2	96,8
	2	16,7	24,7	32,6	47,2	56,4	68,4	82,8	92,8	106,0
	Consumo	-	35,4	48,6	65,5	68,5	74,8	70,1	87,5	94,4
T_2 -	1	17,3	25,8	34,6	45,6	55,4	63,8	77,4	84,6	91,8
	2	20,5	31,4	40,8	48,6	57,2	70,0	86,4	92,0	103,0
	Consumo	-	42,1	55,7	51,3	69,8	79,7	83,5	81,5	78,4
T_3 -	1	16,0	22,8	30,6	43,2	52,0	62,0	67,4	74,0	81,8
	2	20,9	27,8	34,6	44,4	58,0	67,8	72,6	83,8	97,0
	Consumo	-	35,4	46,3	63,0	71,1	64,6	56,0	72,6	76,6
T_4 -	1	16,3	23,4	30,6	39,4	49,6	54,0	61,2	69,0	77,8
	2	19,4	26,2	33,2	42,6	54,6	60,6	72,6	83,8	95,4
	Consumo	-	36,5	44,4	51,9	61,6	60,5	70,4	69,6	74,5

4.2.2. Ganho de peso

Na Tabela 8 estão as médias de peso dos animais de cada tratamento no decorrer das pesagens periódicas; esses valores estão representados na Figura 1, que mostra as curvas de crescimento dos suínos.

Tabela 8. Pesos médios dos animais (kg) durante o período experimental (Médias de 6 animais).

Semanas	Tratamentos			
	T_1	T_2	T_3	T_4
0	17,2	18,0	17,5	17,4
2	25,2	27,7	24,6	26,2
4	33,8	36,6	32,1	33,1
6	46,1	47,4	42,9	42,4
8	54,7	57,3	53,3	52.4
10	65,0	67,7	61,5	60,1
12	75,0	79,9	69,3	69,3
14	84,1	88,3	76,3	76,9
16	94,3	97,9	85,7	86,5

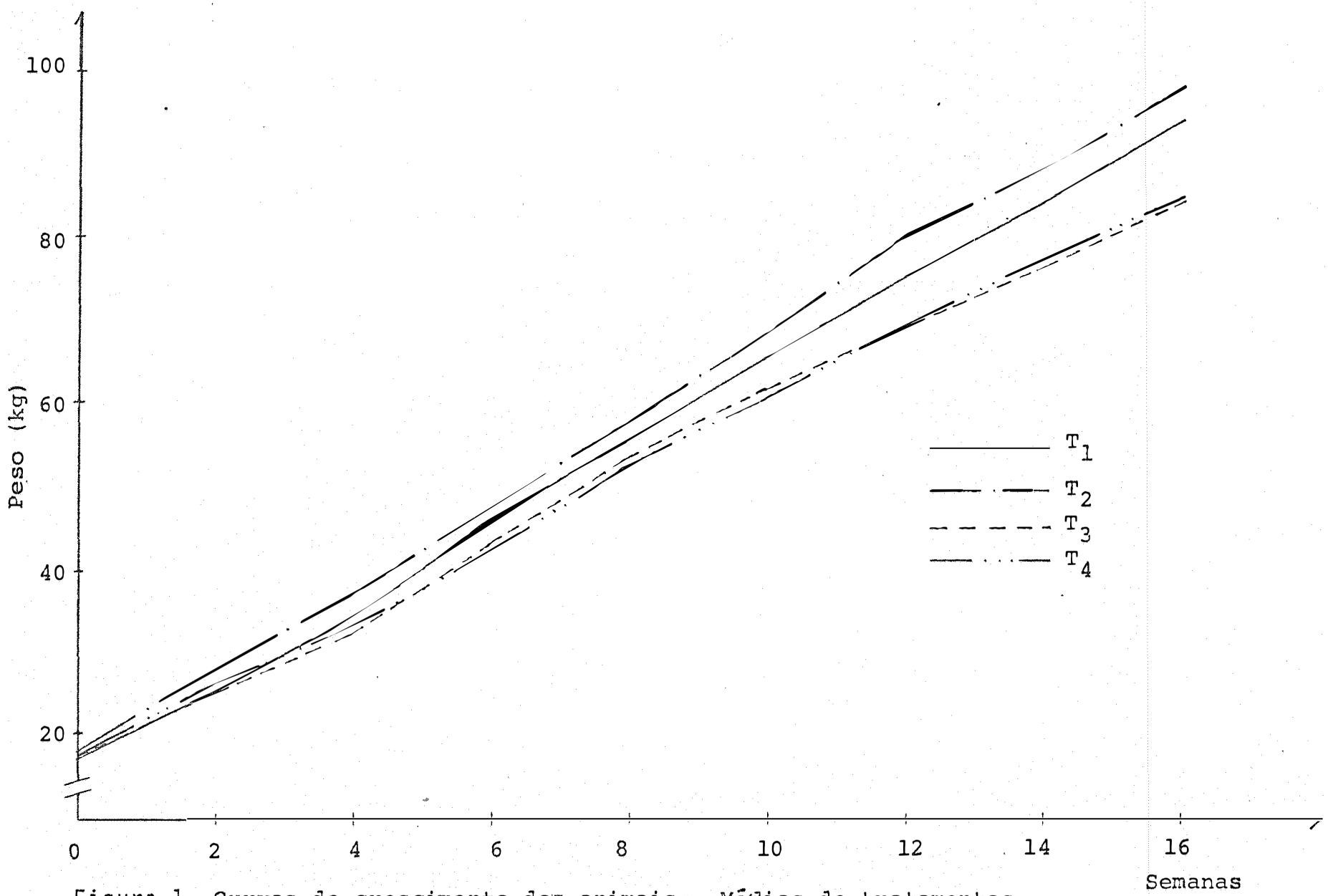

Figura 1. Curvas de crescimento dos animais. Médias de tratamentos.

O peso final médio dos suínos nos tratamentos com milho normal foi de 90,0 kg e daqueles nos tratamentos com milho opaco-2, 92,2 kg. Os animais nos tratamentos com nível normal de proteína tiveram um peso final médio de 96,1 kg, enquanto para aqueles com nível baixo de proteína e peso final foi de 86,1 kg.

Os ganhos médios diários de peso referentes a cada animal e as médias de tratamentos nas fases de crescimento e de terminação e no período total do experimento são mostrados na Tabela 9. Para cada período, estes resultados foram submetidos à análise da variância. Na Tabela 10 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises, com indicação do nível de significância pelo teste F.

Não foi detectada diferença significativa ($P < 0,05$) no ganho de peso dos animais devida aos tipos de milho (normal e opaco-2), embora as rações com milho opaco-2 tenham proporcionado ganhos ligeiramente superiores que as com milho normal (0,665 e 0,648 kg/dia), sobretudo com nível padrão de proteína (0,713 e 0,689 kg/dia).

O ganho de peso promovido pelas rações com nível padrão de proteína foi superior ao das rações com baixo nível protéico ($P < 0,01$), tanto na fase de crescimento, como na de terminação e no período total. Na fase de crescimento a diferença entre os níveis padrão e baixo foi significativa ($P < 0,01$) quando as rações eram com milho opaco-2 (0,702 e

Tabela 9. Ganho médio diário de peso (kg) nas fases de crescimento e de terminação e no período total.

Tratamentos	Repetição	Períodos		
		Crescimento	Terminação	Total
T_1	I	0,670	0,782	0,726
	II	0,691	0,571	0,631
	III	0,788	0,800	0,794
	IV	0,523	0,468	0,496
	V	0,639	0,743	0,691
	VI	0,709	0,886	0,797
	Média	0,670	0,708	0,689
T_2	I	0,755	0,814	0,785
	II	0,734	0,696	0,715
	III	0,796	0,743	0,770
	IV	0,589	0,625	0,607
	V	0,680	0,650	0,665
	VI	0,655	0,818	0,737
	Média	0,702	0,724	0,713
T_3	I	0,629	0,739	0,684
	II	0,780	0,500	0,557
	III	0,780	0,625	0,703
	IV	0,507	0,371	0,434
	V	0,643	0,532	0,588
	VI	0,662	0,696	0,680
	Média	0,639	0,576	0,608
T_4	I	0,654	0,625	0,639
	II	0,557	0,489	0,523
	III	0,750	0,779	0,764
	IV	0,564	0,532	0,548
	V	0,594	0,504	0,549
	VI	0,629	0,729	0,679
	Média	0,625	0,610	0,617

Tabela 10. Análises da variância dos resultados de ganho médio diário de peso nas fases de crescimento e de terminação e no período total.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios a/		
		Crescimento	Terminação	Total
Repetições	5	0,0224 **	0,0520 **	0,0314 **
Tipos de Milho (T)	1	0,0004 ns	0,0035 ns	0,0017 ns
Níveis de Proteína (N)	1	0,0174 **	0,0906 **	0,0473 **
Interação T x N	1	0,0032 ns	0,0005 ns	0,0003 ns
Resíduo	15	0,0013	0,0043	0,0018
Tipos/Nível Padrão	1	0,0030 ns	0,0008 ns	0,0017 ns
Tipos/Nível Baixo	1	0,0006 ns	0,0032 ns	0,0003 ns
Níveis/Milho NOrmal	1	0,0028 ns	0,0516 **	0,0200 **
Níveis/Milho Opaco-2	1	0,0177 **	0,0394 **	0,0278 **
Total	23			
Coeficiente de variação, %		5,5	10,0	6,5

a/ - ns (P > 0,05)

** - (P < 0,01)

0,625 kg/dia); na fase de terminação a superioridade do nível padrão em relação ao baixo foi significativa ($P < 0,01$) tanto para as rações com milho opaco-2 (0,724 e 0,610 kg/dia) como para as com milho normal (0,708 e 0,576 kg/dia); da mesma forma, no período total do experimento, o ganho de peso promovido pelas dietas com nível padrão de proteína foi superior ao do nível baixo ($P < 0,01$) tanto quando rações com milho opaco-2 (0,713 e 0,617 kg/dia) ou com milho normal (0,689 e 0,608 kg/dia) foram fornecidas.

Não foi detectada qualquer interação entre os fatores analisados, quanto ao ganho de peso.

O ganho de peso ligeiramente superior obtido com milho opaco-2 quando comparado com milho normal, sob nível padrão de proteína, parece estar relacionado à diferença nos teores de lisina, que foram marginais nas rações com milho normal (T_1) nas fases de crescimento e de terminação (0,68 e 0,50% de lisina) ao passo que atenderam às recomendações nas rações com milho opaco-2 (T_2) nas duas fases (0,76 e 0,59% de lisina). Estes níveis de lisina foram alcançados pelas rações com milho opaco-2, mesmo contendo cerca de 4% de farelo de soja a mesnos que as rações com milho normal. Pelos ganhos de peso resultantes, pode-se inferir que o milho opaco-2 utilizado teve uma qualidade superior à do milho normal.

Os menores ganhos de peso obtidos com as ra-

ções com níveis baixos de proteína em relação às com níveis padrões podem, da mesma forma, ser atribuídos à deficiência em lisina nas rações T_3 e T_4. Os ganhos de peso proporcionados por estas rações praticamente não diferiram, embora as rações com milho opaco-2 contivessem maiores teores de lisina; isso pode ser parcialmente explicado pelos níveis mais baixos de isoleucina no tratamento T_4, em que pode ser considerada limitante, que no T_3. Por outro lado, os ganhos de peso dos suínos que receberam estas duas rações foram semelhantes, mesmo com o tratamento com milho opaco-2 (T_4) contendo cerca de 4% de farelo de soja a menos que o tratamento com milho normal (T_3), o que vem reforçar a afirmação anterior a respeito da melhor qualidade do milho opaco-2 utilizado.

Uma comparação de interesse prático feita entre o tratamento T_1 (rações controle com milho normal e níveis padrões de proteína) e o T_4 (rações com milho opaco-2 e níveis baixos de proteína) apontou a superioridade do tratamento T_1 sobre o T_4 ($P < 0,05$) na fase de terminação (0,708 e 0,610 kg/dia) e no período total (0,689 e 0,617 kg/dia) e a diferença não foi significativa na fase de crescimento (0,670 e 0,625 kg/dia, respectivamente) sendo as médias comparadas através do teste Student-Newman-Keuls, de acordo com SOKAL e ROHLF (1969).

Em experimento semelhante utilizando milho normal (8,6% PB e 0,30 % de lisina) e opaco-2 (11,5% PB e 0,54%

de lisina) em rações com dois níveis protéicos, CROMWELL *et alii* (1969) obtiveram ganhos de peso idênticos (0,68 kg/dia) com as rações com níveis padrões de proteína (16,0% PB no crescimento e 13,0% na terminação) à base de milho normal ou opaco-2; com níveis baixos de proteína (14,0% PB no crescimento e 11,3% PB na terminação) as rações com milho opaco-2 proporcionaram ganhos de peso superiores ($P < 0,05$) às com milho normal (0,67 e 0,59 kg/dia). As rações com milho opaco-2 com baixos níveis protéicos continham cerca de 11% de farelo de soja a menos que as rações padrões com milho normal e ambas resultaram em ganhos bastante semelhantes, ao passo que no presente estudo as rações do tratamento T_4 contiveram cerca de 10% de farelo de soja a menos que as do T_1, mas os ganhos foram significativamente menores ($P < 0,05$). GIPP e CLINE (1972) também obtiveram ganhos idênticos com leitões em crescimento-terminação (0,69 kg/dia) alimentados com rações à base de milho normal (9,6% PB e 0,26% de lisina) contendo 16,0-13,0% PB ou de milho opaco-2 (11,2% PB e 0,56% de lisina) contendo 14,0 - 11,0% PB, embora estas tivessem 8 a 9% de farelo de soja a menos em sua composição. O nível mais alto de lisina nos milhos opaco-2 utilizados por CROMWELL *et alii* (1969) e GIPP e CLINE (1972) que no material opaco-2 utilizado neste estudo pode ter sido responsável pela melhor resposta dos animais às rações com nível baixo de proteína.

Da mesma forma, MELLO (1973), trabalhando com suínos em crescimento-terminação alimentados com rações à ba-

se de milho normal (8,5% PB e 0,25% de lisina) contendo 3,0 % PB a mais que rações com milho opaco-2 (10,6% PB e 0,48% de lisina), obteve ganho de peso de 0,820 kg/dia para o tratamento com milho normal e 0,795 kg/dia para o com milho opaco-2, que continha 12 a 13% de farelo de soja a menos. A composição dessas rações empregadas por MELLO (1973) foi bastante semelhante à das rações T_1 e T_4 no presente estudo quanto à porcentagem dos ingredientes e aos teores de proteína e de aminoácidos, o que torna difícil explicar o desempenho relativamente melhor obtido com milho opaco-2 pelo citado autor em relação aos resultados ora relatados. Essas diferenças podem estar relacionadas à menor digestibilidade da proteína do milho opaco-2, como sugeriram ROSA *et alii* (1977a,b).

Rações com milho opaco-2 (9,7% PB e 0,40% de lisina) contendo cerca de 6% de farelo de soja a menos que as testemunhas com milho normal (9,5% PB e 0,24% de lisina) não proporcionaram os ganhos de peso destas últimas (0,639 e 0,705 kg/dia) a suínos em crescimento-terminação, sendo esse resultado atribuido por COELHO *et alii* (1980) ao baixo teor de lisina no milho opaco-2 por eles utilizado.

Resultados discrepantes dos obtidos neste experimento e observados em grande número de outros estudos foram relatados por VEUM *et alii* (1973), que obtiveram maior ganho de peso com animais em crescimento-terminação que receberam rações com milho normal comparados com aqueles cujas rações continham milho opaco-2 (0,88 e 0,76 kg/dia), mesmo sendo

as rações isoprotéicas (14,0% PB) e apresentando níveis bastante semelhantes de aminoácidos. Tais resultados foram explicados pelos autores como sendo devidos aos níveis de lisina relativamente mais baixo no milho opaco-2 (0,44%) e mais alto no milho normal (0,31%) usados em seu estudo que os citados nos outros trabalhos da literatura.

No presente estudo as diferenças entre os resultados observados com o milho opaco-2 e com o milho normal foram mais evidentes quando maiores quantidades de farelo de soja foram utilizadas (rações com nível padrão de proteína), enquanto KRONKA *et alii* (1968) relataram que o milho opaco-2 foi superior ao normal para suínos em crescimento-terminação sem suplementação protéica e que a adição de 27% de farelo de soja anulou a superioridade.

A ração de terminação do tratamento T_4 contendo 1,1% de farelo de soja em sua composição não proporcionou ganho de peso desejável, que foi significativamente menor ($P < 0,05$) que os obtidos com as rações T_1 e T_2. Do mesmo modo, JENSEN *et alii* (1969) e COELHO *et alii* (1980) também não conseguiram, com animais em terminação, ganhos semelhantes ao da testemunha fornecendo rações em que toda a proteína era proveniente de milho opaco-2 contendo, respectivamente, 9,6% PB e 0,35% de lisina e 9,7% PB e 0,40% de lisina.

Outros autores, entretanto, conseguiram ganhos de peso excelentes na terminação, semelhantes aos das tes

temunhas, utilizando apenas milho opaco-2 como fonte de proteína. Assim, CROMWELL *et alii* (1969) obtiveram ganhos de peso de 0,73 kg/dia com milho contendo 11,5% PB e 0,54% de lisina, COSTA *et alii* (1971) conseguiram ganhos de 1,00 kg/dia com milho contendo 10,3% PB e 0,46% de lisina e GIPP e CLINE (1972) obtiveram ganhos de 0,73 kg/dia com milho contendo 11,2% PB e 0,56% de lisina, utilizando rações em que a única fonte de proteína foi o milho opaco-2; do mesmo modo, fornecendo rações com 11,2% PB e 0,48% de lisina em que toda proteína era proveniente de milho opaco-2, PICKETT (1966) obteve ganhos de peso de 1,03 kg/dia e MELLO (1973) obteve ganhos de 0,89 kg/dia com uma ração contendo 10,4% PB e 0,47% de lisina.

4.2.3. Consumo de ração

O consumo médio diário de ração referente a cada unidade experimental (parcela ou baia) e as médias de tratamentos nas fases de crescimento e de terminação e no período total do experimento são mostrados na Tabela 11. Estes dados foram submetidos à análise da variância e os quadrados médios obtidos nas análises, com indicação do nível de significância pelo teste F, estão apresentados na Tabela 12.

Não foi detectada diferença significativa ($P < 0,05$) no consumo diário de ração pelos animais que receberam rações à base de milho normal ou opaco-2, em qualquer dos pe-

Tabela 11. Consumos médios diários de ração (kg) nas fases de crescimento e de terminação e no período total do experimento (Médias de 2 animais).

Tratamentos	Repetição	Períodos		
		Crescimento	Terminação	Total
T_1	I	2,04	2,61	2,32
	II	1,86	2,54	2,20
	III	1,95	2,92	2,44
	Média	1,95	2,69	2,32
T_2	I	1,94	2,69	2,32
	II	1,96	2,67	2,32
	III	1,95	2,88	2,42
	Média	1,95	2,75	2,35
T_3	I	1,88	2,53	2,20
	II	2,00	2,41	2,20
	III	1,93	2,41	2,17
	Média	1,94	2,45	2,19
T_4	I	1,74	2,19	1,96
	II	1,90	2,65	2,28
	III	1,74	2,46	2,10
	Média	1,79	2,43	2,11

Tabela 12. Análises da variância dos resultados de consumo médio diário de ração nas fases de crescimento e de terminação e no período total.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios a/		
		Crescimento	Terminação	Total
Repetições	2	0,0016 ns	0,0269 ns	0,0069 ns
Tipos de Milho (T)	1	0,0154 ns	0,0012 ns	0,0014 ns
Níveis de Proteína (N)	1	0,0217 ns	0,2296 *	0,1027 *
Interação T x N	1	0,0154 ns	0,0040 ns	0,0091 ns
Resíduo	6	0,0063	0,0286	0,0123
Tipos/Nível Padrão	1	0,0000 ns	0,0048 ns	0,0017 ns
Tipos/Nível Baixo	1	0,0308 ns	0,0004 ns	0,0088 ns
Níveis/Milho Normal	1	0,0003 ns	0,0864 ns	0,0254 ns
Níveis/Milho Opaco-2	1	0,0368 ns	0,1473 ns	0,0864 *
Total	11			
Coeficiente de Variação, %		4,2	6,6	4,9

a/ - ns ($P > 0,05$)

* - ($P < 0,05$)

ríodos considerados.

O consumo de ração não sofreu influência dos níveis de proteína na fase de crescimento e foi significativamente maior ($P < 0,05$) para os tratamentos com nível padrão que para os com nível baixo de proteína na fase de terminação (2,72 e 2,44 kg/dia) e no período total (2,34 e 2,15 kg/dia). Essa diferença pode ser parcialmente atribuída ao maior peso vivo, na fase de terminação, dos animais dos tratamentos com nível padrão de proteína, uma vez que, ao início dessa fase, seu peso médio foi de 57,50 kg enquanto que, para os animais dos tratamentos com nível de proteína baixo, o peso médio foi de 52,85 kg. Como o consumo de alimento aumenta com o peso dos animais, essa é uma explicação compatível. A diferença de consumo de ração devida aos níveis de proteína foi significativa ($P < 0,05$), no período total, quando o milho opaco-2 foi utilizado (2,35 e 2,11 kg/dia), não o sendo para o milho normal (2,32 e 2,19 kg/dia).

Não foi detectado qualquer efeito de interação entre os fatores avaliados, quanto ao consumo diário de ração.

Embora CROMWELL *et alii* (1967), num estudo sobre preferência por rações tenham mostrado que suínos de diferentes idades consumiram quantidade significativamente maior ($P < 0,05$) de ração com milho opaco-2 que com milho normal, nos níveis de 11,2 e 16,0% PB, a maioria dos dados da litera-

tura revelaram que, como no presente estudo, não foi verificada diferença significativa no consumo de rações com milho normal ou opaco-2 quando os ganhos de peso proporcionados foram semelhantes. KRONKA *et alii* (1968), CROMWELL *et alii* (1969), GIPP e CLINE (1972) e COELHO *et alii* (1980) encontraram consumos de ração com milho normal ou opaco-2 bastante semelhantes, enquanto PICKETT (1966), JENSEN *et alii* (1969), COSTA *et alii* (1973) e MELLO (1973) mostraram que o consumo de rações com milho opaco-2 foi ligeiramente menor, embora as diferenças não fossem significativas.

4.2.4. Conversão alimentar

A conversão alimentar média referente a cada unidade experimental e as médias de tratamentos nas fases de crescimento e de terminação e no período total do experimento são mostradas na Tabela 13. Os resultados das análises da variância destes dados estão a presentados na Tabela 14.

Não foi detectada diferença significativa ($P < 0,05$) nos índices de conversão alimentar dos animais submetidos aos tratamentos com diferentes tipos de milho ou com diferentes níveis de proteína na ração. Embora não havendo significância nas diferenças, a conversão alimentar foi ligeiramente melhor para os tratamentos à base de milho opaco-2 que para os tratamentos à base de milho normal nas fases de crescimen-

Tabela 13. Conversão alimentar média nas fases de crescimento e de terminação e no período total do experimento (médias de 2 animais).

Tratamentos	Repetição	Períodos		
		Crescimento	Terminação	Total
T_1	I	3,00	3,86	3,42
	II	2,84	4,01	3,41
	III	2,89	3,58	3,28
	Média	2,91	3,82	3,37
T_2	I	2,58	3,56	3,09
	II	2,83	3,90	3,37
	III	2,92	3,92	3,45
	Média	2,78	3,79	3,30
T_3	I	3,02	4,08	3,54
	II	3,11	4,89	3,87
	III	2,96	3,92	3,42
	Média	3,03	4,30	3,61
T_4	I	2,87	3,93	3,37
	II	2,89	4,40	3,48
	III	2,84	3,99	3,42
	Média	2,87	3,99	3,42

Tabela 14. Análise da variância dos resultados de conversão alimentar média nas fases de crescimento e de terminação e no período total.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios a/		
		Crescimento	Terminação	Total
Repetições	2	0,0026 ns	0,1681 ns	0,0350 ns
Tipos de Milho (T)	1	0,0660 ns	0,0833 ns	0,0481 ns
Níveis de Proteína (N)	1	0,0331 ns	0,3400 ns	0,0972 ns
Interação T x N	1	0,0007 ns	0,0616 ns	0,0108 ns
Resíduo	6	0,0138	0,0647	0,0214
Tipos/Nível Padrão	1	0,0267 ns	0,0008 ns	0,0067 ns
Tipos/Nível Baixo	1	0,0400 ns	0,1442 ns	0,0523 ns
Níveis/Milho Normal	1	0,0216 ns	0,3456 ns	0,0864 ns
Níveis/Milho Opaco-2	1	0,0122 ns	0,0561 ns	0,0216 ns
Total	11			
Coeficiente de Variação, %		4,1	6,4	4,3

a/ - ns ($P > 0,05$).

to (2,82 e 2,97) e de terminação (3,89 e 4,06) e no período total (3,36 e 3,49) e também foi ligeiramente melhor para os tratamentos com nível padrão que para os com nível baixo de proteína nas fases de crescimento (2,84 e 2,95) e de terminação (3,80 e 4,14) e no período total (3,33 e 3,52).

Os resultados de conversão alimentar ligeiramente melhores relativos aos tratamentos com milho opaco-2, sob nível protéico padrão ou baixo, podem ser atribuídos ao melhor balanceamento de aminoácidos dessas rações, principalmente devido ao nível mais alto de lisina. Os melhores índices obtidos com as rações com nível padrão sobre aquelas com nível baixo de proteína também podem ser atribuidos aos níveis limitantes de lisina nestas últimas, o que faz com que diminua a eficiência de aproveitamento do alimento ingerido.

Não houve indicação de qualquer interação entre os fatores avaliados, quanto à conversão alimentar.

Apesar de conter cerca de 10% de farelo de soja a menos em sua composição e níveis inferiores de lisina, as rações do tratamento T_4 proporcionaram uma conversão alimentar bastante semelhante à das rações do tratamento T_1 (3,42 e 3,37), evidenciando a melhor qualidade do milho opaco-2 sobre o milho normal utilizados e a possibilidade de obtenção ganhos de peso mais econômicos através do uso de rações de custo mais baixo contendo milho opaco-2.

Os resultados de conversão alimentar relatados na literatura não apontam diferença significativa entre os índices obtidos com milho normal ou opaco-2. Como no presente estudo, outros autores (PICKETT, 1966; KRONKA *et alii*, 1968; COSTA *et alii*, 1971; GIPP e CLINE, 1972 e MELLO, 1973) encontraram índices de conversão alimentar semelhantes com rações com milho normal ou com milho opaco-2 contendo menor quantidade de farelo de soja. Outros estudos, entretanto, mostraram que rações isoprotéicas (VEUM *et alii*, 1973) e isolisínicas (JENSEN *et alii*, 1969) contendo milho opaco-2 resultaram em conversão alimentar ligeiramente melhor que as conseguidas com milho normal, o que também coincide com os resultados aqui obtidos. Por outro lado, índices ligeiramente piores foram observados com rações à base de milho opaco-2 contendo 6 a 11% de farelo de soja a menos que as rações com milho normal, segundo CROWELL *et alii* (1969) e COELHO *et alii* (1980).

4.3. Características de carcaça

Os dados auxiliares para o cálculo das características de carcaça obtidos durante a avaliação das mesmas e referentes ao peso de abate dos animais estão apresentados na Tabela 15.

Na Tabela 16 são mostrados os resultados individuais da avaliação de carcaça, relativos a: rendimento de

Tabela 15. Peso de abate e características de carcaça dos animais experimentais.

Tratamento	Repet.	Peso Abate (kg)	Peso Carc. Fria (kg)	Peso Pernil (kg)	Área Toic. (cm^2)	Espessura Toicinho (cm)		
						1a.	2a.	3a.
T_1	I	91,8	75,6	10,6	37,2	5,2	3,1	3,0
	II	85,2	68,8	11,2	22,5	3,8	2,5	2,8
	III	103,8	83,4	13,6	39,1	4,5	3,9	4,2
	IV	69,0	53,4	9,3	14,8	4,0	1,8	2,0
	V	96,4	75,8	12,6	31,8	4,3	2,8	3,4
	VI	101,6	80,8	12,2	18,4	4,1	2,7	3,3
T_2	I	106,1	86,2	13,8	29,9	4,3	2,9	2,4
	II	92,6	73,8	13,0	23,1	3,4	2,9	3,3
	III	100,8	81,6	13,3	36,5	5,0	3,4	4,0
	IV	82,6	66,2	10,7	21,9	3,1	2,4	2,5
	V	90,6	71,2	12,4	20,9	2,4	1,9	1,7
	VI	99,8	81,6	12,2	42,1	5,3	3,6	5,1
T_3	I	90,4	72,4	11,0	31,0	4,6	2,9	2,8
	II	77,0	61,0	9,4	24,4	4,3	1,8	2,8
	III	95,8	75,6	12,2	35,4	4,2	4,1	4,3
	IV	61,4	49,2	8,2	33,0	3,0	2,4	2,6
	V	78,2	63,2	10,4	28,3	4,1	2,8	2,8
	VI	92,6	70,8	10,6	27,8	4,5	3,0	3,4
T_4	I	87,4	70,6	11,4	29,3	3,9	2,8	2,2
	II	73,0	59,8	10,6	22,6	3,8	2,8	2,4
	III	101,4	80,8	12,4	31,6	4,7	3,3	3,1
	IV	72,6	59,2	9,4	20,7	3,0	2,2	2,8
	V	75,0	59,6	10,1	19,6	2,4	1,7	1,4
	VI	90,2	73,8	12,0	29,5	3,8	3,3	3,4

Tabela 16. Características de Carcaça: rendimento de carcaça (R.C.), porcentagem de pernil (P.P.), comprimento de carcaça (C.C.), espessura de toicinho (E.T.), área de olho de lombo (A.O.L.) e relação carne gordura (RC - G).

Tratamento	Repetição	R.C. (%)	P.P. (%)	C.C. (cm)	E.T. (cm)	A.O.L. (cm^2)	RC-G
T_1	I	82,4	27,9	92,2	3,80	27,20	1,37
	II	80,8	32,9	94,3	3,00	26,00	0,86
	III	80,4	31,6	98,8	4,20	31,60	1,24
	IV	77,4	34,7	89,2	2,60	27,10	0,55
	V	78,6	32,4	96,0	3,50	33,60	0,95
	VI	79,5	30,0	100,6	3,40	20,00	0,92
	Média	79,8	31,6	95,2	3,42	27,58	0,98
T_2	I	81,2	31,4	97,8	3,20	36,40	0,82
	II	79,7	34,6	98,9	3,20	32,00	0,72
	III	81,0	32,3	94,2	4,10	32,80	1,11
	IV	80,1	31,5	97,1	2,70	35,10	0,62
	V	78,6	34,1	98,0	2,00	39,90	0,52
	VI	81,8	29,5	94,1	4,30	24,10	1,75
	Média	80,4	32,2	96,7	3,32	33,38	0,92
T_3	I	80,1	30,2	96,6	3,40	31,30	0,99
	II	79,2	30,5	94,4	3,00	25,40	0,96
	III	78,9	32,3	97,2	4,20	25,50	1,39
	IV	80,1	33,1	91,1	2,70	27,00	1,22
	V	80,8	31,9	93,2	3,20	28,30	1,00
	VI	76,5	29,6	96,5	3,60	21,50	1,29
	Média	79,3	31,3	94,8	3,35	26,50	1,14
T_4	I	80,8	31,7	94,7	3,00	37,30	0,79
	II	81,9	34,6	91,8	3,00	23,50	0,96
	III	79,7	29,7	97,0	3,70	31,30	1,01
	IV	81,2	31,8	92,2	2,70	25,00	0,83
	V	79,5	33,4	95,6	1,80	30,10	0,65
	VI	81,8	32,1	96,1	3,80	24,50	1,20
	Média	80,9	32,2	94,6	3,00	28,62	0,91

carcaça, porcentagem de pernil, comprimento de carcaça, espessura média de toicinho, área de olho de lombo e relação carne-gordura.

Para cada característica estes dados foram submetidos à análise da variância, sendo as médias de cada tratamento ajustadas por covariância para o peso médio de abate de 88,14 kg. As médias assim calculadas são mostradas na Tabela 17 e os quadrados médios obtidos nas análises, com indicação do nível de significância pelo teste F, estão na Tabela 18.

Não foi verificado efeito significativo ($P < 0,05$) dos tipos de milho ou dos níveis protéicos sobre as características de carcaça estudadas, com exceção do efeito dos tipos de milho sobre a área de olho de lombo. Esta característica sofreu efeito significativo dos tipos de milho ($P < 0,05$), sendo que as rações com milho opaco-2 resultaram em maior área de olho de lombo que as com milho normal (30,79 e 27,25 cm^2). O aumento na área do lombo promovido pelo milho opaco-2, entretanto, foi mais evidente ($P < 0,05$) sob o nível padrão de proteína (32,12 e 27,03 cm^2), não sendo significativo sob o nível protéico baixo (29,46 e 27,47 cm^2).

A maior área de olho de lombo dos animais que receberam rações com milho opaco-2 pode ser parcialmente explicada pelos teores mais elevados de lisina nessas rações que nas com milho normal, uma vez que MAGRUDER *et alii* (1961)e CLAWSON

Tabela 17. Médias das características de carcaça ajustadas para o mesmo peso de abate: rendimento de carcaça (R.C.), porcentagem do pernil (P.P.), comprimento de carcaça (C.C.), espessura de toicinho (E.T.), área de olho de lombo (A.O.L.) e relação carne gordura (RC-G).

Tratamento	R.C. (%)	P.P. (%)	C.C. (cm)	E.T. (cm)	A.O.L. (cm^2)	RC-G
T_1	80,1	31,8	94,1	3,39	27,03	1,02
T_2	80,9	32,9	94,1	3,25	32,12	1,01
T_3	78,9	30,8	96,8	3,40	27,47	1,07
T_4	80,5	31,8	96,3	3,05	29,46	0,85

et alii (1963) conseguiram aumentar a área de olho de lombo de suínos pela elevação do teor de lisina nas rações.

Como no presente experimento, vários autores não detectaram efeito significativo do nível protéico sobre a área de olho de lombo (STEVENSON *et alii* 1960; SEIMOUR *et alii*, 1964; JURGENS *et alii*, 1967), embora outros tenham observado um aumento na área do lombo com maiores níveis de proteína (HALE e SOUTHWELL, 1967; LEE *et alii*, 1967; CLAWSON, 1967; MELLO, 1973; KORNEGAY *et alii*, 1973 e MIYADA *et alii*, 1980). A falta de resposta da área de olho de lombo de suínos a níveis protéicos elevados, de acordo com KORNEGAY *et alii* (1973), pode ser devida ao baixo potencial dos animais experimentados.

Tabela 18. Análises da variância de: rendimento de carcaça (RC), porcentagem de pernil (PP), comprimento de carcaça (CC), espessura de toicinho (ET), área de olho de lombo (AOL) e relação carne-gordura (RC-G), ajustados por covariância para o peso médio de abate.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios a/					
		RC	PP	CC	ET	AOL	RC-G
Repetições	5	1,8332 ns	3,0549 ns	4,6849 ns	0,4410 ns	67,0747 ns	0,1108 ns
Tipos de Milho (T)	1	8,5092 ns	5,7506 ns	0,3318 ns	0,3397 ns	69,1290 *	0,0759 ns
Níveis de Proteína (N)	1	1,3864 ns	2,6409 ns	13,5387 ns	0,0187 ns	2,8052 ns	0,0069 ns
Interação T x N	1	0,9487 ns	0,0005 ns	0,4097 ns	0,0677 ns	13,7220 ns	0,0684 ns
Regressão sobre Peso de Abate	1	1,9045 ns	3,0857 ns	48,6517 **	0,0367 ns	11,8730 ns	0,0585 ns
Resíduo	14	2,1493 ns	2,2411 ns	4,1375 ns	0,2184 ns	8,1268 ns	0,0613 ns
Tipos/Nível Padrão	1	1,8570 ns	2,8227 ns	0,0012 ns	0,0519 ns	68,7561 *	0,0002 ns
Tipos/Nível Baixo	1	8,1235 ns	3,0603 ns	0,7846 ns	0,3804 ns	11,8992 ns	0,1533 ns
Níveis/Milho Normal	1	2,6890 ns	2,1828 ns	14,0050 ns	0,0006 ns	0,3528 ns	0,0055 ns
Níveis/Milho Opaco-2	1	0,2011 ns	1,6822 ns	6,7284 ns	0,0563 ns	10,0052 ns	0,0383 ns
Total	23						
Coeficiente de variação, %		1,8	4,7	2,1	14,3	9,8	25,0

a/ - ns (P > 0,05)

* - (P < 0,05)

** - (P < 0,01)

Um aspecto interessante é que as rações do tratamento T_4 proporcionaram uma área de olho de lombo ligeiramente maior que as do tratamento T_1 (29,46 e 27,03 cm^2), mesmo contendo menos proteína, menos farelo de soja e menos lisina que estas últimas. MELLO (1973) não obteve diferença na área de olho de lombo de suínos alimentados com rações com milho opaco-2 contendo menos proteína, farelo de soja e lisina que as com milho normal, enquanto VEUM *et alii* (1973) obtiveram uma área de olho de lombo ligeiramente menor para o tratamento com milho opaco-2 que com ração isoprotéica com milho normal.

Apesar de as diferenças não serem significativas, os tratamentos com milho opaco-2 resultaram em maior porcentagem de pernil (32,4 e 31,3%), menor espessura de toicinho (3,15 e 3,40 cm) e melhor relação carne-gordura (0,93 e 1,04) que os com milho normal, ao passo que VEUM *et alii* (1973) não encontraram diferença nessas características, bem como no rendimento e no comprimento das carcaças.

5. CONCLUSÕES

A introdução do gene o_2 na cultivar de milho Piranão levou a uma alteração no padrão de aminoácidos dos grãos, sendo de 80% o aumento no teor de lisina. Em consequência disso, pôde ser constatada uma melhor qualidade nutricional do milho Piranão opaco-2 em relação a seu análogo normal, no experimento desenvolvido com suínos em crescimento-terminação.

Em função do teor mais elevado de proteína bruta do material opaco-2 utilizado neste experimento, rações isoprotéicas preparadas com milho normal ou opaco-2 tiveram as suas composições percentuais diferentes, sendo que nas rações com milho opaco-2 foi possível reduzir o farelo de soja em cerca de 4% e, apesar disso, elas apresentaram níveis mais elevados de lisina, o primeiro aminoácido limitante para suínos.

Sob nível padrão de proteína (16,0% PB na fase de crescimento e 13,0% PB na fase de terminação), o tratamento com milho opaco-2 mostrou uma tendência a proporcionar maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, não afetando o consumo de ração.

Quanto às características de carcaça houve um aumento de quase 20% na área de olho de lombo, diferença significativa ($P < 0,05$), indicando uma melhor qualidade de carcaça dos animais alimentados com milho opaco-2, embora as outras características não tenham sido alteradas de modo significativo.

O uso de milho opaco-2 possibilitou uma redução na suplementação protéica (farelo de soja), que é um componente relativamente caro na ração, e causou uma ligeira melhora no desempenho dos animais, podendo-se concluir que o ganho de peso dos suínos alimentados com rações à base de milho opaco-2 pode ser mais econômico, além de proporcionar carcaças de melhor qualidade.

Estes fatos permitem afirmar que, nas condições do presente ensaio, o milho opaco-2 trouxe vantagens em relação ao normal, quando comparados sob nível padrão de proteína.

Com rações com nível protéico baixo (14,0% PB na fase de crescimento e 11,0% PB na fase de terminação) o

desempenho e a qualidade da carcaça ligeiramente superiores proporcionados pelo tratamento com milho opaco-2 também vêm reforçar a conclusão a respeito da melhor qualidade do milho opaco-2 observada neste estudo.

A comparação entre o tratamento com nível padrão de proteína contendo milho normal e o com nível baixo de proteína contendo milho opaco-2 mostrou maior ganho diário de peso para o primeiro ($P < 0,05$), não havendo diferença significativa quanto às outras características estudadas. Embora não tenham sido feitos estudos econômicos, como as rações com milho opaco-2 continham 9 a 10% de farelo de soja a menos que as rações com milho normal, há possibilidade de o ganho de peso proporcionado pelas primeiras ser mais econômico, desde que a conversão alimentar obtida com ambas seja equivalente, como foi encontrado no presente estudo.

6. LITERATURA CITADA

ASNANI, V.L. e S.C. GUPTA, 1970. Effect of incorporation of opaque-2 gene on yield and yield components in four composites of maize. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*. New Delhi, India, 30: 377-382.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS, Estrela, RS, 1973. *Método Brasileira de Classificação de Carcaças*. 17 p.

BATES, L.S., 1966. Amino acid analysis. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 61-66.

BECKER, D.E., M.C. NESHEIM, S.W. TERRIL e A.H. JENSEN, 1955. Problems in the formulation of a semi-synthetic diet for amino acid studies with the pig. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 14: 642-650.

BJARNASON, M., W.G. POLLMER e D.KLEIN, 1977. Inheritance of modified endosperm structure and lysine content in opaque--2 maize. II. Lysine content. *Cereal Research Communications*. 5: 49-58.

BRESSANI, R., 1966. Protein quality of opaque-2 maize in children. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 34-39.

CLARK, H.E., 1966. Opaque-2 corn as a source of protein for adult human subjects. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 40-44.

CLARK, H.E., D.V. GLOVER, J.L. BETZ e L.B. BAILEY, 1977. Nitrogen retention of young men who consumed isonitrogenous diets containing normal, opaque-2 or sugary--2 opaque-2 corn. *The Journal of Nutrition*, Philadelphia, Pa, USA, 107: 404-411.

CLAWSON, A.J., E.R. BARRICK e W.W.G. SMART Jr., 1963. Response of pigs to graded levels of soybean meal and added lysine on ten percent protein rations. *Journal of*

Animal Science. Albany, USA, 22: 1027-1032.

CLAWSON, A.J., 1967. Influence of protein level, amino acid ratio and caloric density of the diet on feed intake and performance of pigs. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 26: 328-334.

COELHO, L.S.S., A.S. BARBOSA, J.A. VELOSO, 1980. Comparações entre rações à base de milho opaco-2 e milho comum para suínos em crescimento e terminação. *Arquivos da Escola de Veterinária UFMG*. Belo Horizonte, MG, 32: 99-109.

COSTA, P.M.A., H.V. MELLO, V.B. MAYROSE, L. PACHECO e J.M. PATO, 1971. Valor nutritivo do milho opaco-2 para suínos. *Revista Ceres*. Viçosa, MG, 18: 1-22.

CRAMPTON, E.W., L.L.E. HARRIS, 1969. *Applied Animal Nutrition*. 2ª Ed., San Francisco, USA W.H. Freeman and Company. 753 p.

CROMWELL, G.L., R.A. PICKETT e W.M. BEESON, 1967. Nutritional value of opaque-2 corn for swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 26: 1325-1331.

CROMWELL, G.L., R.A. PICKETT, T.R. CLINE e W.M. BEESON, 1969. Nitrogen balance and growth studies of pigs fed opaque-2 and normal corn. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 28: 478-483.

DALBY, A. e I.I. DAVIES, 1967. Ribonuclease activity in developing seeds of normal and opaque-2 maize. *Science*. Washington, DC., 155: 1573-1575.

DEMOPULOS-RODRIGUEZ, J.T., P.J. LOESCH, W.J. WISER e Y. POMERANZ, 1977. Inheritance of protein and quality in a synthetic population of opaque-2 maize. *Agronomy Abstracts*, Madison, USA, p. 53.

DIMLER, R.J., 1966. Report of kernel structure and wet milling of high-lysine corn. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 121-127.

DUMANOVIC, J., M. MISOVIC, C. JOVANOVIC e M. DENIC, 1977. Changes in protein content and quality in modified opaque -2 endosperm types of maize. *IX Meeting of Eucarpia-Maize and Sorghum Section*, p. 62-63 [Apud Plant Breeding Abstracts, 49: 137].

GALEEV, G.S. e L.A. TAOVA, 1977. Breeding corn for improved pernel protein quality and quantity. *IX Meeting of Eucarpia-Maize and Sorghum Section*, p. 66-67 [Apud Plant Breeding Abstracts, 49: 23-24].

GALLO, J., J. MANER e M. CORZO, 1969. Nutritive value of opaque-2 corn for growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 29: 134 (Abst.).

GIPP, W.F. e T.R. CLINE, 1972. Nutritional studies with opaque-2 and high protein opaque-2 corns. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 34: 964-968.

GLOVER, D.V., P.L. CRANE, P.S. MISRA e E.T. MERTZ, 1975. Genetics of endosperm mutants in maize as related to protein quality and quantity. In: *High-Quality Protein Maize*, El Batân, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT - Purdue Symposium*. Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 228-240.

GÓMEZ, G.G., J.H. MANER, Z. FLORES e C.A. FRANCIS, 1975. A comparison of vitreous and soft endosperm high-lysine and common maize in diets for growing rats and pigs. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 41: 1638-1644.

GUPTA, D., I. KOVÁCS, L. GÁSPÁR, 1975. Protein quality traits and their relationships with yield and yield components of opaque-2 and analogous normal maize hybrids and inbred lines. *Theoretical Applied Genetics*. Berlin, Alemanha Oc., 45: 341-348.

GUPTA, H.O. e I. KOVÁCS, 1978. Leaf area and grain yield comparison of opaque-2 and analogous normal maize. *Maydica*. Bergamo, Itália, 23: 1-9.

GUPTA, H.O., M.L. LODHA, D.K. RASTOGI, J. SINGH e S.L.MEHTA, 1979a. Nutritional evaluation of hard endosperm opaque-2 maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Food Chemistry*. Easton, Pa, USA, 27: 390-392.

GUPTA, H.O., M.L. LODHA, S.L. MEHTA, D.H. RASTOGI e J. SINGH, 1979b. Effect of amino acid(s) and pulse supplementation on nutritional quality of normal and modified opaque-2 maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Food Chemistry*. Easton, Pa, USA, 27: 787-790.

HALE, O.M. e B.L. SOUTHWELL, 1967. Differences in swine performance and carcass characteristics because of dietary protein level, sex and breed. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 26: 341-344.

HESBY, J.H., J.H. CONRAD, M.P. PLUMLEE e T.G. MARTIN, 1970a. Opaque-2 corn, normal corn and corn-soybean meal gestation diets for swine reproduction. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 31: 474-480.

HESBY, J.H., J.H. CONRAD, M.P. PLUMLEE e T.G. MARTIN, 1970b. Nitrogen balance and serum protein response of gestating swine fed opaque-2 corn, normal corn and corn-soybean diets. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 31: 481--485.

JENSEN, A.H., D.H. BAKER, D.E. BECKER e B.G. HARMON, 1969. Comparison of opaque-2 corn, milo and wheat in diets for finishing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 29: 16-19.

JIMÊNEZ, J.R., 1966. Protein fractionation studies of high lysine corn. In: *High Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 74-79.

JONES, R.A., B.A. LARKINS e C.Y. TSAI, 1977. Storage protein synthesis in maize. II. Reduced synthesis of a major zein component by the opaque-2 mutant of maize. *Plant Physiology*. New York, USA, 59: 525-529.

JURGENS, M.R., D.B. HUDMAN, C.H. ADAMS e E.R. PEO Jr., 1967. Influence of dietary supplement of lysine fed at two levels of protein on growth, feed efficiency and carcass characteristics of swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 26: 323-327.

KIES, C. e H.M. FOX, 1972. Protein nutritional value of opaque-2 corn grain for human adults. *The Journal of Nutrition*. Philadelphia, Pa, USA, 102: 757-766.

KLEIN, R.G., W.M. BEESON, T.R. CLINE e E.T. MERTZ, 1968. Opaque-2 corn studies with swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 27: 1152 (Abst.).

KLEIN, R.G., W.M. BEESON, T.R. CLINE e E.T. MERTZ, 1971. Opaque-2 and floury-2 corn studies with growing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 32: 256-261.

KORNEGAY, E.T., H.R. THOMAS e J.H. CARTER, 1973. Evaluation of dietary protein levels for well-muscled hogs. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 36: 79-85.

KRONKA, R.N., L. MELOTTI, E.L. CAIELLI, A.J. RODRIGUES, L.T. MIRANDA e P. BRONDI, 1968. Utilização do milho opaco-2 no crescimento e engorda de suínos. *Boletim da Indústria Animal*. Nova Odessa, SP, 25: 197-209.

LAMBERT, R.J., D.E. ALEXANDER e J.H. DUDLEY, 1969. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. *Crop Science*. Madison, Wis, USA, 9: 242-243.

LEE, J.L. MCBEE e D.J. HORVATH, 1967. Dietary protein level and swine carcass traits. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 26: 490-497.

LEE, K.H., R.A. JONES, A. DALBY e C.Y. TSAI, 1976. Genetic regulation of storage protein content in maize endosperm. *Biochemical Genetics*. 14: 641-650.

MAGRUDER, N.D., W.C. SHERMAN e W.M. REYNOLDS, 1961. Evaluation of supplemental lysine for practical swine rations. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 20: 573-577.

MAHAN, D.C., D.E. BECKER e A.H. JENSEN, 1971a. Effect of protein levels and opaque-2 corn on sow and litter performance during the first and second lactation periods. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 32: 470-475.

MAHAN, D.C., D.E. BECKER e A.H. JENSEN, 1971b. Effect of protein levels and opaque-2 corn on nitrogen metabolism in the sow and litter during the first and second lactation periods. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 32: 476-481.

MANER, J.H., W.G. POND, J.T. GALLO, A. HENAO, R. PORTELA e F. LINARES, 1971. Performance of rats and swine fed Colombian floury-2, Colombian opaque-2 or normal corn. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 33: 791-796.

MARROQUIN, C.R., G.L. CROMWELL e V.H. HAYS, 1973. Nutritive value of several varieties of opaque-2 and normal corn for growing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 36: 253-257.

MELLO, H.V., 1973. Níveis protéicos em rações à base de milho opaco-2 para suínos. Viçosa, UFV, 65 p. (Dissertação de Mestrado).

MERTZ, E.T., L.S. BATES e O.E. NELSON, 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*. Washington, DC, 145:279-280.

MERTZ, E.T., O.A. VERON, L.S. BATES e O.E. NELSON, 1965. Growth of rats fed on opaque-2 maize. *Science*. Washington, DC, 148: 1741-1742.

MISRA, P.S., R. JAMBUNATHAN, E.T. MERTZ, D.V. GLOVER, H.M. BARBOSA e K.S. MCWHIRTER, 1972. Endosperm protein synthesis in maize mutants with increased lysine content. *Science*. Washington, DC, 176: 1425-1427.

MISRA, P.S., E.T. MERTZ e D.V. GLOVER, 1975. Characteristics of proteins in single and double endosperm mutants of maize. In: *High-Quality Protein Maize*, El Batán, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT-Purdue Symposium*. Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 291-305.

MIYADA, V.S., A. LAVORENTI, G.J.M.M. LIMA, I.U. PACKER e E. DUMIT, 1980. Níveis de proteína bruta em rações de crescimento e acabamento de suínos das raças Landrace e Large White. *Anais da 17ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Fortaleza, CE, p. 256 (Abst.).

NELSON, O.E., 1969. Genetic modification of protein quality in plants. In: *Advances in Agronomy*. New York, USA, 21: 171-193.

NELSON, O.E., E.T. MERTZ e L.S. BATES, 1965. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm. *Science*. Washington, DC, 150: 1469-1470.

NORDSTROM, J.W., J.G. BUTLER, W.L. STOCKLAND e J.E. SOWERS, 1970. Amino acid supplementation of opaque-corn for growing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 31: 1026 (Abst.).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1979. *Nutrient requirements of swine*. 8ª Ed., Washington, DC. National Academy of Sciences. 52 p.

OESTEMER, G.A., R.J. MEADE, W.L. STOCKLAND e L.E. HANSON, 1970. Methionine supplementation of opaque corns for growing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 31: 1133-1136.

PAEZ, A.V., J.L. HELM e M.S. ZUBER, 1969a. Lysine content of opaque-2 maize kernels having different phenotypes. *Crop Science*. Madison, Wis, USA, 9: 251-252.

PAEZ, A.V., J.L. HELM e M.S. ZUBER, 1969b. Kernel opacity during development and moisture content within maize ears segregating for opaque-2 and floury-2. *Agronomy Journal*. Madison, Wis, USA, 61:443-445.

PICKETT, R.A., 1966. Opaque-2 corn in swine nutrition. In: *High-Lysine Corn Conference*, Lafayette, Ind. *Proceedings*. Washington, DC, Corn Industries Research Foundation, p. 19-22.

POMMER, C.V., 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para produção e qualidade protéica em duas populações de milho (*Zea mays* L.) opaco-2. Campinas, Instituto de Biologia - UNICAMP, 111 p. (Tese de Doutoramento).

PRADILLA, A.G., D.D. HARPSTEAD, D.SARRIA, F.A. LINARES e C. A. FRANCIS, 1975. Quality protein in human nutrition. In: *High-Quality Protein Maize*, El Batán, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT - Purdue Symposium*, Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 27-37.

ROBUTTI, J.L., R.C. HOSENEY e C.E. WASSOM, 1974. Modified opaque-2 corn endosperms. II. Structure viewed with a scanning electron microscope. *Cereal Chemistry*. St. Paul, Minn, USA, 51: 173-180.

ROSA, J.G., D.M. FORSYTH, D.V. GLOVER e T.R. CLINE, 1977a. Normal opaque-2, waxy, waxy opaque-2, sugary-2 and sugary -2 opaque-2 corn (*Zea mays* L.) endosperm types for rats and pigs. Studies on energy utilization. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 44: 1004-1010.

ROSA, J.G., D.M. FORSYTH, D.V. GLOVER e T.R. CLINE, 1977b. Normal, opaque-2, waxy, waxy opaque-2, sugary-2 and sugary-2 opaque-2 corn (*Zea mays*, L.) endosperm types for rats and pigs. Studies on protein quality. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 44: 1011-1020.

SALAMINI, F., G. BALDI e A. BIANCHI, 1969. Azoto totale, frazione proteiche i aminoacidi in diverse F_2 di mais segreganti seme normale e opaco-2. *Maydica*. Bergamo, Italia, 14: 3-22.

SALAMINI, F., B. BORGHI e C. LORENZONI, 1970. The effect of opaque-2 gene on yield in maize. *Euphytica*. Wageningen, Holanda, 19: 531-538.

SANCEVERO, A.B., A.P. TRIVELIN e I.U. PACKER, 1974. Efeito do nível protéico de rações balanceadas com milho normal e opaco-2 sobre o desempenho de leitões lactentes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, MG, 3: 77-90.

SÃO JOSÉ, A.S. de, 1975. Production and acceptance of opaque-2 maize in Brasil. In: *High-Quality Protein Maize*, El Bâtan, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT-Purdue Symposium*. Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., p. 268-273.

SEYMOUR, E.W., V.C. SPEER, V.W. HAYS, D.W. MANGOLD e T.E. HAZEN, 1964. Effects of dietary protein level and environmental temperature and carcass quality of growin--finishing swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 23: 375-379.

SGARBIERI, V.C., W.J. SILVA, P.L. ANTUNES e J. AMAYA-F., 1977. Chemical composition and nutritional properties of a sugary-1 opaque-2 (su_1 o_2) variety of maize (*Zea mays*, L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Easton, Pa, USA, 25: 1098-1101.

SHIMADA, E. e L. MARTINEZ, 1970. High lysine corn digestibility trials with swine. *Jounal of Animal Science*. Albany, USA, 31: 208 (Abst.).

SIHOMBING, D.T.H., G.L. CROMWELL e V.H. HAYS, 1969. Nutritive value and digestibility of opaque-2 and normal corn for growing pigs. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 29: 921-926.

SILVA, W.J. e P. ARRUDA, 1979. Evidence for the genetic control of lysine catabolism in maize endosperm. *Phytochemistry*. London, Inglaterra, 18: 1803-1805.

SINGH, J. e V.L. ASNANI, 1975. Present status and future prospects of breeding for better protein quality in maize through opaque-2. In: *High-Quality Protein Maize*, El Batán, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT-Purdue Symposium*. Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Utchinson & Ross, Inc., p. 86-101.

SOAVE, C., P.G. RIGHETTI, C. Lorenzoni, E. GENTINETTA e F. SALAMINI, 1976. Expressivity of the opaque-2 gene at the level of zein molecular components. *Maydica*. Bergamo, Itália, 21: 61-75.

SODEK, L. e C.M. WILSON, 1970. Incorporation of leucine - ^{14}C and lysine - ^{14}C into protein in the developing endosperm of normal and opaque-2 corn. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. New York, USA, 140: 29-38.

SOKAL, R.R. e F.J. ROHLF, 1969. *Biometry*. San Francisco, USA, W.H. Freeman and Company. 776 p.

SREERAMULU, C. e L.F. BAUMAN, 1970. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal corn diallels of maize. *Crop Science*. Madison, Wis, USA, 10: 262-265.

STEVENSON, J.W., R.J. DAVEY e R.L. HINER, 1960. Some effects of dietary levels of protein and alfafa meal and of antibiotic supplementation on growth, feed eficiency and carcass characteristics in swine. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 14: 887-897.

TOSELLO, G.A., 1974. Evaluation of Protein and Carbohidrate Quality and Content in Selected Endosperm Mutants and their Double-Mutant Combinations with Opaque-2 at Two Immature Stages os Development in *Zea mays*, L. Lafayette, Ind, USA, Purdue University, 120 p. (Tese de PhD.).

TOSELLO, G.A., 1978. Comparações entre Populações de Milho (*Zea mays* L.) Opaco e Normal. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 80 p. (Tese de Livre-Docência).

TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980a. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para caracteres da planta e da qualidade do grão na população de milho ESALQ-VD opaco. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 14: 183-189.

TOSELLO, G.A. e I.O. GERALDI, 1980b- Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e de qualidade do grão na população ESALQ-VD opaco de milho. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 14: 190-193.

VASAL, S.K., 1975. Use of genetic modifiers to obtain normal-type kernels with the opaque-2 gene. In: *High-Quality Protein Maize*, El Batán, México, 1972. *Proceedings of the CIMMYT-Purdue Symposium*. Stroudsburg, Penn, USA, Dowden, Hutchinson&Ross, Inc., p. 197-216.

VEUM, T.L., W.H. PFANDER, C.G. BELLAMY e H.B. HEDRICK, 1973. Opaque-2 and normal corn as amino acid sources for barrows and gilts. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 36: 877-882.

WAHLSTROM, R.C. e G.W. LIBAL, 1973. Performance of swine fed opaque-2 or normal corn free-choice. *Journal of Animal Science*. Albany, USA, 36: 898-901.

WILSON, C.M. e D.E. ALEXANDER, 1967. Ribonuclease activity in normal and opaque-2 mutant endosperm of maize. *Science*. Washington, DC, 155: 1575-1576.