

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRITIVO DO MILHO COM
DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO PARA SUÍNOS**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia,
para obtenção do título de "*Magister
Scientiae*"

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
NOVEMBRO - 1999

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRITIVO DO MILHO COM
DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO PARA SUÍNOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*"

Aprovada : 17 de março de 1999.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Conselheira)

Prof. Aloízio Soares Ferreira

Prof. Luíz Fernando Teixeira Albino

Prof. Darci Clementino Lopes
(Orientador)

Aos meus pais, pelo apoio e pela minha formação.

Às minhas irmãs, pelo apoio e pelos exemplos a mim dados.

Aos meus tios José, Ely, Lucília e Julieta e ao meu primo Virgílio e

Família, pelos constantes incentivos.

À karuí, Jumbrega e Tico, pelos momentos de alegria e felicidade.

À Renata e Veruska, pelos sonhos.

Aos amigos Larry, Fernanda, Raquel, Dalton, Amarildo,
Lourdes, Aline e Luciene, pela amizade.

“É um erro capital teorizar antes de ter os dados. Insensivelmente começa-se a distorcer os fatos para adaptá-los às teorias, em vez de fazer com que as teorias se adaptem aos fatos”. Sherlock Homes
(Sir Arthur Conan Doyle)

“Todo grande progresso da ciência resultou de uma nova audácia da imaginação”. (John Dewey)

“Não há nada melhor que despertar o prazer e o amor pelo estudo; caso contrário só se formam bons carregadores de livros” (Michel de Montaigne)

“Não se pode ensinar coisa alguma a alguém; pode-se apenas auxiliar a descobrir por si mesmo” (Galileu)

“A educação não cria o gênio, mas oferece-lhe, por vezes, oportunidade para se revelar” (Leoni Kassef)

“Não tenha medo de errar, contanto que não cometa duas vezes o mesmo erro” (Franklin Roosevelt).

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia pela acolhida.

À CAPES, FAPEMIG e EMBRAPA, pelo financiamento da pesquisa.

À Mogiana Alimentos S/A, em especial aos funcionários do LAB-TEC, pelo treinamento laboratorial fornecido e às análises realizadas.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial ao Instituto de Zootecnia, pelos constantes incentivos e pela excelente formação acadêmica que lá tive.

Ao Professor Darci Clementino Lopes, pela orientação, participação e pelo apoio na condução deste trabalho, mas, principalmente, pela sua amizade e compreensão nos momentos difíceis.

Aos Professores Juarez Lopes Donzele, Aloísio Soares Ferreira, Rita Flávia Miranda de Oliveira e Luís Fernando Teixeira Albino, pela orientação, amizade e confiança depositada.

Ao Dr. Jamílton Pereira dos Santos, pela enorme colaboração neste trabalho.

Aos Funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial àqueles do Setor de Suinocultura e do Laboratório de Nutrição Animal.

Aos Professores Edinaldo da Silva Bezerra, Cristina Amorim Ribeiro de Lima e Fernando Augusto Curvello, pela eterna orientação e amizade.

Aos amigos Lourdes Romão Apolônio, Dalton de Oliveira Fontes, Melissa Izabel Hannas, Carlos Alberto Gondin, Flávio Medeiros Vieites, Ademar Rodrigues Neto, Rony Ferreira, José Luís Soares, Roberto Giolo, Rogério, Luciano da Silva Cabral e André Luigi.

A Marcos Aurélio Ferreira Lopes, Gabriela Soares de Moura, Bolivar Nóbrega Faria, Eduardo Terra Nogueira, Poliana Mary Magalhães Nunes e Veruska Aparecida Castilho de Oliveira, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos demais colegas de curso.

A Lourdes, Simone, Jesana, Maurício, Gabriel, Júnior, Alysso, Tia Zinha e Odilon (minha segunda família).

À acolhedora cidade de Viçosa.

Aos Funcionários do Mundial Parque Hotel

Aos amigos da “Pelada da Violeira”, pela acolhida.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA, filho de Hélio Alberto Coelho de Souza e Maria Rita Salete Coelho de Souza, nasceu na cidade do Rio de Janeiro-RJ, em 23 de julho de 1974.

Ingressou, em março de 1992, no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduando-se em outubro de 1996.

Em outubro de 1996, após concurso, foi contratado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para atuar como Professor Substituto do Departamento de Produção Animal do Instituto de Zootecnia, para lecionar nas disciplinas Caprinocultura, Produção Animal II e Manejo de Animais Domésticos.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, realizando seus estudos nas áreas de Nutrição de Não Ruminantes e Análise de Alimentos, submetendo-se à defesa de tese em 17 de março de 1999.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Perdas de grãos na cultura do milho	4
2.2. Perdas ocasionadas pelo ataque de insetos.....	5
2.3. Perda do valor nutritivo do milho devido ao carunchamento.....	8
2.4. Métodos de determinação da disponibilidade de aminoácidos. .	11
2.5. Métodos de determinação da digestibilidade de aminoácidos ..	13
2.5.1. Método do sacrifício ou abate.....	15
2.5.2. Anastomose íleo-retal.....	17
2.6. Avaliação das perdas endógenas de aminoácidos	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MILHO EM RAZÃO DO NÍVEL DE CARUNCHAMENTO	29
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

Página

VALORES DE ENERGIA DIGESTÍVEL E METABOLIZÁVEL, E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DO MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO	39
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
DIGESTIBILIDADE ILEAL DOS AMINOÁCIDOS DO MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO POR DIFERENTES TÉCNICAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO	50
1. INTRODUÇÃO	51
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5. CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
3. RESUMO E CONCLUSÕES	63
APÊNDICES	65
APÊNDICE A	66
APÊNDICE B	74

EXTRATO

SOUZA, André Viana Coelho de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 1999. **Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos.** Orientador: Darci Clementino Lopes. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Quatro experimentos foram conduzidos com 59 suínos mestiços (Large White – Landrace) em fase de crescimento com o objetivo de estudar o efeito do nível de carunchamento sobre a composição química e valores de digestibilidade de nutrientes e da energia do milho para suínos em crescimento. O primeiro experimento constituiu-se de análise da composição química do milho com diferentes níveis de carunchamento. Com base nos resultados conclui-se que o aumento do nível de carunchamento provocou aumento linear do teor de matéria seca, fibra bruta e cinzas, e efeito quadrático sobre o extrato não nitrogenado, a gordura, a proteína bruta, a densidade e a energia bruta do milho. Não se detectou a presença de micotoxinas (aflatoxinas, ochratoxina e zearelenona) e de partes de insetos, entretanto, a composição aminoacídica dos grãos foi alterada com o aumento no nível de carunchamento. O segundo experimento envolveu 15 suínos em fase de crescimento (cinco tratamentos e três repetições) em um delineamento inteiramente casualizado para avaliação da energia digestível e metabolizável,

e coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta do milho com diferentes níveis de carunchamento. A elevação do nível de carunchamento do milho provocou alterações na digestibilidade dos grãos reduzindo o nível de energia digestível e o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo do milho, mas não alterou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, da fibra bruta e da energia metabolizável. O terceiro experimento envolveu quatro suínos em fase de crescimento, anastomosados, arranjados em delineamento de quadrado latino para determinação da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos do milho com diferentes níveis de carunchamento. Foi verificado efeito de tratamento apenas sobre o aminoácido valina. O quarto experimento envolveu 40 suínos em fase de crescimento (cinco tratamento e duas repetições com quatro animais por unidade experimental) em um delineamento inteiramente casualizado. Verificou-se efeito do tratamento sobre a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos serina e tirosina. As duas técnicas (anastomose íleo-retal e sacrifício) chegaram a valores e resultados diferentes. A técnica do sacrifício obteve valores mais coerentes com a literatura e com menor coeficiente de variação além de ser uma técnica menos combatida pelos defensores do bem estar animal do que a técnica da anastomose íleo retal.

ABSTRACT

SOUZA, André Viana Coelho de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, November, 1999. **Chemical composition and nutritive value of corn with different wormy levels.** Adviser: Darci Clementino Lopes. Committee Members: Juarez Lopes Donzele and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Four experiments were conducted with 59 growing pigs (Large White - Landrace) with the objective of studying the effect of the wormy level on the chemical composition and values of digestibility of nutrients and of the energy of the corn for growing pigs. The first experiment was constituted of analysis of the chemical composition of the corn with different wormy. Based in the results is concluded that the increase of the wormy level caused linear increase on the dry matter, crude fiber and ashes, and, quadratic effect on the non nitrogen extract, fat, crude protein, density and crude energy of the corn. The micotoxins (aflatoxins, ochratoxin and zearelenon) and parts of insects presence was not detected, however, the amino acid composition of the grains was altered with the increase in the wormy level. The second experiment involved 15 growing pigs (five treatments and three replicates) in a completely randomized design for evaluation of the digestible and metabolizable energy, and coefficients of digestibility of the crude protein, ether extract and crude fiber of the corn with different wormy levels. The elevation of the wormy level of the corn caused

changes in the digestibility of the grains reducing the level of digestible energy and the coefficient of digestibility of the ether extract of the corn, but it didn't change the coefficient of digestibility of the crude protein, crude fiber and of the metabolizable energy. The third experiment involved four anastomosed growing pigs, in a latin square design for determination of the true ileal digestibility of the amino acids of the corn with different wormy levels. Treatment effect was verified only on the amino acid valin. The fourth experiment involved 40 growing pigs (five treatment and two replicates with four animals for experimental unit) in a completely randomized design for determination of the true ileal digestibility of the amino acids of the corn with different wormy levels. Effect of the treatment was verified on the true ileal digestibility of the amino acids serin and tirosin. The two techniques (ileum-rectal anastomosis and slaughter) obtained different values and different results. The slaughter technique obtained more coherent values with the literature and with smaller variation coefficient, besides being a technique less combatted by the defenders of the welfare animal than the ileum-rectal anastomosis technique.

1. INTRODUÇÃO

O custo de produção de carne suína tem como principal componente a alimentação dos animais, sendo o milho em geral o maior participante e principal fonte de energia das rações de suínos. O Brasil está hoje entre os cinco maiores produtores mundiais de milho, participando com aproximadamente 8% da produção mundial. Os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás são responsáveis por cerca de 98% da produção brasileira, calculada em aproximadamente 35 milhões de toneladas por ano, ocupando uma área de cerca de 12 milhões de hectares.

A importância deste produto não se restringe ao fato de ser produzido em grande volume e sobre uma grande extensão de área, mas também ao importante papel sócio - econômico que representa. É usado diretamente na alimentação humana e de animais domésticos, e constitui matéria prima para uma gama de produtos industrializados.

No entanto, o milho é um cereal facilmente atacado por pragas, tanto na cultura no campo quanto nos grãos armazenados, alterando a sua composição química e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo. CARVALHO (1978) citou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho, e *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Os prejuízos com o ataque de pragas a grãos nos armazéns do Brasil são amplamente divulgados e após serem considerados impróprios para consumo humano são utilizados em alimentação animal com alto deságio no preço. Todos os anos, consideráveis quantidades de grãos com qualidade fora dos padrões normais estão disponíveis para a alimentação animal, e caso não tenham seus valores nutricionais corrigidos, além dos possíveis prejuízos que possam trazer à saúde dos animais, o que limitaria ou impossibilitaria seu uso, podem comprometer o desempenho produtivo e, conseqüentemente, o resultado econômico da atividade (SILVA, 1997).

Quando da formulação de rações para suínos, tem-se o objetivo de alcançar o melhor desempenho com o menor custo possível. Entretanto, as rações são constantemente modificadas uma vez que os ingredientes não possuem sempre a mesma composição química e valor de mercado e com isto a fórmula final é dependente da composição destes. Por outro lado, as análises de rotina descrevem apenas o valor potencial dos alimentos, sendo que o seu valor efetivo pode ser significativamente menor (BELLAVAR, 1989; SERRANO, 1989).

Além das tabelas estrangeiras, no Brasil os nutricionistas dispõem de dados compilados em tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais oriundas de pesquisas feitas em instituições nacionais de renome (ROSTAGNO et al., 1983; EMBRAPA, 1991). Entretanto, em nenhuma destas tabelas encontram-se dados sobre o valor nutricional de alimentos deteriorados, principalmente do milho, normalmente o principal constituinte das rações para suínos.

Segundo IRABAGON (1959), a composição química do milho altera-se com o aumento do nível de carunchamento e o teor de proteína do milho tende a aumentar. O autor constatou ainda que com o aumento da perda de peso do milho devido ao carunchamento ocorre redução no ganho de peso de ratos alimentados com ração com 80% de milho em diferentes níveis de carunchamento, chegando a haver perda de peso dos ratos quando o milho sofrera 25,9% de perda de peso.

Com o aumento do nível de carunchamento do milho ocorre progressiva perda de peso e alterações em sua composição bromatológica, reduções nos valores de energia digestível e metabolizável e redução no

percentual de nitrogênio retido em relação ao ingerido para suínos na fase de crescimento e terminação (LOPES et al., 1988; 1990; 1991).

Entretanto, LEANDRO et al. (1993) e STRINGHINI et al. (1993) não observaram diferenças quanto ao ganho de peso, conversão alimentar e relação corporal entre os pesos das aves e peso do fígado, pâncreas e Bursa de Fabrícus, para frangos de corte alimentados com rações contendo milho em diferentes níveis de carunchamento (0, 20 e 40%) nas fases de 1 a 28 e 29 a 49 dias de idade.

Em razão da importância que é dada ao milho na alimentação de suínos e da escassez de informações sobre o seu valor nutritivo quando carunchado, realizou-se este trabalho com o objetivo de determinar a composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento, utilizando suínos em fase de crescimento.

Os artigos a seguir foram formatados com base nas normas do periódico “Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia”, com algumas adaptações seguidas pelas normas vigentes da Universidade Federal de Viçosa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Perdas de grãos na cultura do milho

A cultura do milho ocupa em todo o território nacional, cerca de 12 milhões de hectares, com produção estimada de 30 a 35 milhões de toneladas, concentrada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 98% da produção nacional.

As perdas de grãos na cultura do milho podem ocorrer em três fases distintas: pré-colheita, colheita e pós-colheita.

Entre os fatores que contribuem para a perda de grãos na pré-colheita citam-se insetos (gorgulhos e traças), pássaros, chuvas, ventos, infestação por fungos, roedores, etc. A ocorrência de chuva na pré-colheita, com a conseqüente penetração de água na espiga, é a principal causa de perdas, que atingem 4% da produção nacional.

A colheita do milho, no Brasil, ainda é realizada em grande parte manualmente (54,3%), o que contribui para reduzir as perdas nesta fase. Estima-se que as perdas da produção total de grãos no processo de colheita manual estejam em torno de 0,81% (SANTOS et al., 1994).

A colheita mecânica do milho atinge cerca de 45,7% da produção e em geral ocorrem perdas totais que variam de 8 a 10%. Quanto às perdas na fase

pós-colheita, estas podem ser divididas em duas fases distintas: o transporte e o armazenamento.

No transporte as perdas de grãos estão em torno de 0,5% da produção total (SANTOS e MANTOVANI, 1997).

Quanto ao armazenamento cabe ressaltar que quando da correta armazenagem não há melhoria na qualidade dos grãos. O objetivo desta operação está em mantê-la. O armazenamento pode ser realizado a granel em silos, em graneleiros, em sacarias e em paiol. Nas três primeiras modalidades de armazenagem, as perdas de peso são relativamente pequenas (cerca de 2%) (SANTOS et al., 1994), pois nestas têm-se adotado tecnologia adequada no combate às pragas e na prevenção de ocorrência de fungos. Porém, no armazenamento do milho em espiga, utilizando-se de estruturas rústicas, como os paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores têm atingido uma média anual de aproximadamente 7% da produção total de milho.

2.2. Perdas ocasionadas pelo ataque de insetos

São várias as espécies de insetos que se alimentam dos grãos de milho, CARVALHO (1978) relatou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho, e *Sitotroga cereallela* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Os insetos se alimentam dos grãos o que resulta em grandes perdas, as quais podem ser consideradas sob diferentes aspectos. Uma das principais conseqüências do ataque de insetos é a perda de peso dos grãos. De acordo com levantamento feito por amostragem em milho armazenado em espigas, em Minas Gerais, verificou-se que entre a colheita (maio/junho) e os meses de agosto, novembro e março do ano seguinte, o índice de danos (grãos carunchados) causados pelos insetos ao milho estocado em paiol atingiu 17,3; 36,4 e 44,5%, respectivamente. Esses índices de carunchamento corresponderam à reduções no peso de 3,1; 10,4 e 14,3% (SANTOS et al., 1983). No estado do Espírito Santo, observou-se um dano de 36% (SANTOS et al., 1988) e no Paraná de 36,5%, no período entre a colheita e o

armazenamento por seis a sete meses; em São Paulo de 36,2%, em Santa Catarina de 29,8% e no Rio Grande do Sul, de 36,2% (SANTOS 1992).

RODRIGUES (1976) e HALL (1971) encontraram perdas de peso de 30% em consequência do ataque de insetos. CAMPOS e BITRAN (1975), pesquisando milho ensacado e sujeito a condições de armazém, encontraram após seis meses de estocagem perda de peso de 32,12% com 95% dos grãos danificados.

Ocorre ainda a perda do poder germinativo e vigor da semente. O ataque dos insetos inicia-se próximo à região do embrião onde o ovo é depositado. Do ovo nascem as larvas que completam seu desenvolvimento dentro da semente. Todas as fases de desenvolvimento do caruncho (gorgulho) do milho causam redução significativa na germinação, sendo a redução em função da idade do inseto no interior da semente (SANTOS et al. 1990).

O ataque do caruncho expõe o grão ao ataque por fungos, que são propagados por esporos e que têm nos insetos um dos principais agentes disseminadores. Os fungos que atacam os grãos principalmente antes da colheita, como *Fusarium*, e *Helminthosporium*, são chamados fungos de campo e requerem grãos com alto teor de umidade (maior que 20%) para se multiplicarem. Os fungos, que atacam os grãos principalmente no armazenamento, como o *Aspergillus* e o *Penicillium*, contaminam os grãos após a colheita e têm a capacidade de se desenvolverem em grãos com teor de umidade mais baixo (13 a 13,5%) e temperaturas mais elevadas (acima de 25 °C) (SANTOS e MANTOVANI, 1997).

Os principais fatores que afetam a atividade dos fungos nos grãos armazenados são a umidade, temperatura, taxa de oxigênio, danos mecânicos, impurezas e ataques de insetos. Segundo SANTOS e MANTOVANI, 1997, a infestação de insetos provoca danos ao tegumento dos grãos, produz gás carbônico (CO₂) e água (H₂O), contribuindo para o aumento do teor de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, conseqüentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos.

AGRAWAL (1957), estudando trigo, e MATIOLI e ALMEIDA (1979), estudando milho, verificaram aumentos significativos no teor de umidade e contaminação por fungos em grãos atacados por carunchos. De tal forma,

pode-se considerar que o ataque de insetos aos grãos constitui, conseqüentemente, também um problema de fungos.

Os fungos por sua vez podem ser produtores de micotoxinas como aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas. As micotoxinas de modo geral são causadoras de diminuição na resposta imune de animais, distúrbios digestivos com redução na digestibilidade de gorduras e proteínas, distúrbios reprodutivos, câncer, lesões patológicas em diversos órgãos, etc. (SANTÚRIO, 1997).

STRINGHINI et al. (1993) detectaram a presença de aflatoxina B₁ e G₁ em milho 20% carunchado que apresentou 15,3 ppb de aflatoxina B₁, porém não observaram a presença de aflatoxinas nos níveis de 0 e 40% de carunchamento

A presença de insetos vivos ou mortos, ou partes de seu corpo como patas, asas e escamas, excreções, massas fúngicas, etc., constituem contaminantes que excedem com freqüência os limites de tolerância, tornando os grãos, ou seus produtos, impróprios para o consumo humano e até mesmo animal, alterando o odor e sabor dos grãos e seus derivados (SANTOS e MANTOVANI, 1997).

O ataque de insetos pode ainda penalizar o lote de grãos de milho quanto a sua classificação conforme portaria do Ministério da Agricultura. O milho segundo a sua qualidade é classificado em Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3. Um lote de grãos de milho que pelas suas características não se enquadrar nos tipos acima citados será classificado como Abaixo do Padrão (AP), desde que apresente bom estado de conservação. Existe ainda os lotes desclassificados que apresentam aspecto generalizado de mofo ou fermentação, mau estado de conservação, sementes de mamona ou outras que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto, etc. De acordo com a sua classificação o lote pode sofrer um alto deságio no preço sendo comum a prática de misturar lotes de qualidade inferior em lotes de qualidade superior ou destinar os lotes de qualidade inferior à alimentação animal.

2.3. Perda do valor nutritivo do milho devido ao carunchamento

O grão de milho pode ser dividido em três partes: pericarpo, endosperma e embrião. A composição bromatológica do grão de milho varia de acordo com o tipo de semente, tipo de solo, quantidade e qualidade de fertilizantes e condições climáticas (EARLE et al., 1956).

Entre os componentes do grão de milho, tem-se o endosperma que representa 83% do grão e é constituído de 86,4% de amido, 9,4% de proteína, 0,8% de lipídeos, 0,6% de açúcares, 0,3% de cinzas e 0,6% de fibra. O embrião que representa 11,5% do grão contém 8,2% de amido, 18,8% de proteína, 34,5% de lipídeos, 10,8% de açúcares, 10,1% de cinzas e 0,5% de fibra. O pericarpo representa 5,5% do grão e contém 7,3% de amido, 3,7% de proteína, 1,0% de lipídeos, 0,3% de açúcares, 0,8% de cinzas e 8,5% de fibra (ESMINGER e OLENTINE, 1978).

As proteínas do milho são divididas em albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas 1, 2 e 3. As proteínas distribuem-se em todas as partes do grão, porém a maior quantidade está no endosperma (75%), embora a concentração da proteína no germe seja aproximadamente o dobro da do endosperma. Nessa porção do grão as proteínas se distribuem na matriz do endosperma e em corpúsculos protéicos contendo principalmente zeína. (SGARBIERI, 1996).

No milho comum predomina a zeína que é uma prolamina e representa cerca de 50% de toda a proteína dos grãos de milho comum constituindo parte das proteínas de reserva para a germinação das sementes, além de ser um componente estrutural do endosperma que pela sua estrutura e composição forma pontes de hidrogênio e ligações dissulfeto intermoleculares (SGARBIERI, 1996).

A zeína caracteriza-se por níveis baixos de lisina e triptofano e alto teor de prolina, leucina, alanina e glutamina que perfazem cerca de 70% do total de aminoácidos da proteína. Como cerca de 50% dos aminoácidos totais dos grãos provém da zeína, seu desequilíbrio aminoacídico reflete-se na composição global das proteínas do milho, diminuindo seu valor nutritivo. Portanto a diminuição da fração zeína no grão é uma das formas mais eficientes de se elevar o valor nutritivo da proteína do milho, já que o simples

aumento do teor de proteína total é acompanhado de aumento proporcional do teor de zeína, diminuindo a proporção das demais frações protéicas dos grãos (SGARBIERI, 1996).

As glutelinas encontradas principalmente no germe ou embrião possuem teores mais elevados de lisina e triptofano quando comparada à zeína, sendo esta uma característica favorável desta proteína (SGARBIERI, 1996).

A composição em aminoácidos essenciais do germe e do endosperma apresenta valores significativamente maiores para lisina e triptofano no germe e metionina, cisteína, leucina e tirosina no endosperma do grão de milho (SGARBIERI, 1996)

MATIOLI e ALMEIDA (1979) verificaram que nos graus de infestação considerados baixo e médio (5 a 10 casais de insetos por frasco com 500 grãos de milho), em determinado intervalo de tempo, o teor de lipídeos nos grãos aumentou em relação ao tratamento testemunha. Este fato pode ser explicado pelo maior consumo do endosperma em relação ao embrião. Entretanto, no maior grau de infestação (20 casais de insetos por frasco com 500 grãos de milho) o teor de lipídeos decresceu em relação aos outros tratamentos, sendo isto explicado pela insuficiente disponibilidade do endosperma para a alimentação dos insetos, obrigando as larvas a se alimentarem do embrião, resultando em maior redução no teor de lipídeos na composição química final do grão.

Quanto ao teor protéico, verifica-se que ele aumenta nos grãos armazenados, infestados pelos insetos, em função do grau de infestação (IRABAGON, 1959; LOPES et al., 1988; VILELA et al., 1988). Esse resultado é devido ao maior consumo do endosperma que tem menor teor de proteína em relação ao embrião e, ainda, à adição de componentes nitrogenados da excreção dos insetos e das formas jovens de insetos (KHARE et al., 1974).

SINGH e McCAIN (1963) verificaram que o teor de carboidratos do milho foi altamente correlacionado com o número e peso dos insetos que o infestava, enquanto a proteína e os lipídeos não apresentaram correlações. Observaram ainda que o açúcar e o amido foram os mais importantes componentes da alimentação dos insetos e, portanto, a redução nos seus

teores é grande. A preferência dos insetos pelos carboidratos, especialmente o amido, resulta em perda considerável do valor energético dos grãos.

VILELA et al. (1988) observaram alterações do valor nutritivo do milho em função do ataque de insetos durante o armazenamento em paiol. No período de um ano e a intervalo de quatro meses, amostras de grãos foram obtidas de milho armazenado em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. Os autores observaram que os teores de carboidratos solúveis decresceram de 73,30% para 29,25% em 12 meses de armazenamento. No mesmo período a digestibilidade "*in vitro*" da matéria orgânica do grão de milho passou de 78,74% para 33,30%. Pelas análises químicas, entretanto, os teores de proteína bruta e de lipídeos aumentaram, provavelmente, devido à preferência dos insetos pelo endosperma em relação ao embrião, que é mais rico em proteína e óleo.

LOPES et al. (1988) observaram perda de peso e aumento da densidade no milho devido ao aumento no nível de carunchamento e mudanças na composição química do milho, observando aumento no nível de proteína bruta e fibra bruta, além de redução da energia bruta do milho com o aumento no nível de carunchamento. Não se observou diferença no nível de matéria seca. Mudanças no perfil de aminoácidos também foram observadas. Entre os aminoácidos essenciais, a lisina, metionina e cistina não apresentaram alterações. A isoleucina reduziu-se e houve um ligeiro aumento de histidina, arginina, valina e treonina com o aumento no nível de carunchamento. Leucina e fenilalanina foram os únicos aminoácidos essenciais a aumentar com mais intensidade. Os aminoácidos não essenciais aos suínos (ácido aspártico, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina e tirosina) aumentaram com o aumento do nível de carunchamento do milho.

O valor nutritivo de um lote de grãos infestados por carunchos pode ser determinado *in vivo*, por ensaios de digestibilidade e de crescimento, ou *in vitro*, através da avaliação da digestibilidade da proteína e de análises químicas.

Em um teste de alimentação com ratos albinos (*Mus musculus*), IRABAGON (1959) verificou que houve queda no consumo de ração com 80% de milho à medida que se aumentava o nível de carunchamento do mesmo chegando a haver perda de peso dos ratos quando o milho atacado por insetos

sofreu queda de 25,9% de peso. Os dados indicaram que os grãos infestados proporcionaram uma ração menos aceitável pelos ratos do que a preparada com grãos isentos de ataque de insetos.

LOPES et al. (1990; 1991), trabalhando com o método de coleta total de fezes em suínos em fase de crescimento e terminação, não observaram diferença quanto à matéria seca digestível e nitrogênio absorvido. Entretanto o nitrogênio retido em relação ao ingerido, a energia digestível e a metabolizável reduziram-se devido à elevação do nível de carunchamento. A redução ocorrida no coeficiente de digestibilidade do nitrogênio pode ser atribuída ao fato de o carunchamento do milho ter produzido uma proteína diferente, formada, principalmente, por aminoácidos não essenciais que durante a digestão enzimática, sofrem o processo de deaminação com liberação de nitrogênio na urina, ou pela produção de quitina, um carboidrato estrutural de animais que contém radicais aminas e presumivelmente possui baixa digestibilidade.

Entretanto LEANDRO et al. (1993) não observaram diferenças significativas quanto ao ganho de peso, conversão alimentar e a relação corporal entre os pesos das aves e peso do fígado, pâncreas e Bursa de Fabrícus para frangos de corte alimentados com rações contendo milho em diferentes níveis de carunchamento (0, 20 e 40%) nas fases de 1 a 28 dias e 29 a 49 dias de idade.

2.4. Métodos de determinação da disponibilidade de aminoácidos.

O termo digestibilidade de aminoácidos é muitas vezes utilizado como substituto do termo disponibilidade de aminoácidos. Apesar de muitos autores considerarem a digestibilidade de aminoácidos a maneira mais fácil de se estimar a sua disponibilidade, os termos diferem um do outro. Enquanto o termo digestibilidade refere-se ao desaparecimento de um nutriente pelo trato digestivo, o termo disponibilidade é definido como uma porção de nutrientes consumidos que é absorvida no trato digestivo e está disponível para o metabolismo animal (SAUER e OZIMEK, 1986), ou ainda, como a quantidade de aminoácido (ou sua porcentagem) no alimento que é utilizado para síntese

protéica no organismo quando o aminoácido em questão é o único fator limitante da dieta (Mauron 1961, citado por LAPLACE, 1986).

Vários métodos podem ser usados para estimar a disponibilidade de aminoácidos em alimentos ou a qualidade relativa de proteínas. Dentre estes destacam-se ensaios de crescimento, ensaios de retenção de nitrogênio, coeficientes de absorção, coeficientes de digestibilidade, o método do escore químico, o conceito de valor biológico, valor biológico verdadeiro, índice de aminoácidos em resíduo digerido por pepsina, digestão em solução 0,2% de pepsina e digestão em soluções de 0,02%; 0,002% e 0,0002% de pepsina, ensaios multienzimáticos, solubilidade protéica em álcalis, ensaios microbiológicos com o protozoário *Tetrahmena* que determinam o valor nutritivo relativo, e a digestibilidade ileal determinada pela reflectância no infravermelho próximo pela comparação de amostras com padrões previamente analisados (BELLAVAR, 1994)

A abordagem mais usual para determinação da disponibilidade de um nutriente é baseada em ensaios de crescimento, estimando a habilidade de uma proteína da dieta em suprir o aminoácido limitante proporcionando assim maior ou menor crescimento e desenvolvimento do animal. Porém mesmo em condições padronizadas a resposta do crescimento é muito influenciada por outros fatores tais como o nível de proteína na dieta, balanço de energia e proteína, nível de ingestão do alimento (palatabilidade), etc, e, ainda assim, apenas um aminoácido pode ser avaliado de cada vez. Este método comumente utilizado para modelos de pequenos animais, pode ser aplicados a suínos. Respostas comparativas entre porcos e ratos mostraram uma boa correlação para alimentos protéicos (Batterhan et al., 1979, citado por LAPLACE, 1986) mas resultados diferentes foram obtidos com aves (Major e Batterham, 1981, citados por LAPLACE, 1986).

A razão entre a quantidade de aminoácidos depositada e a quantidade absorvida (balanço de aminoácidos) é outro método para se determinar a disponibilidade de aminoácidos. A referência com relação aos aminoácidos digeridos também devem ser estabelecidas. Poucos trabalhos usando esta metodologia estão disponíveis na literatura, e o aminoácido em pesquisa é quase sempre a lisina (LAPLACE, 1986).

Uma avaliação qualitativa da proteína da dieta pode ser realizada através de estudos metabólicos usando-se métodos bioquímicos baseados em aminoácidos livres no sangue ou músculo, concentração de uréia no sangue ou excreção urinária de uréia (LAPLACE 1986).

O método mais comumente empregado para se estimar a disponibilidade dos aminoácidos é a sua digestibilidade. Sob esta interpretação os aminoácidos são absorvidos pelo epitélio intestinal podendo serem utilizados pelo tecido intestinal para síntese de proteínas ou outro fim qualquer e o restante dos aminoácidos é descarregado no sangue para uso em outros tecidos. Assim existem estudos que quantificam a quantidade de aminoácidos despejadas na corrente sangüínea (aminoácidos absorvidos) e estudos de digestibilidade de aminoácidos. A primeira é considerada uma técnica fisiológica com uso limitado em laboratórios especializados em sua realização. Dada a sua dificuldade, esta técnica não é correntemente utilizada para estimar a disponibilidade de aminoácidos. Assim sendo, para resultados práticos e relativamente mais simples, a medição do desaparecimento de aminoácidos no trato digestivo é mais comumente utilizada. É a chamada determinação da digestibilidade de aminoácidos.

2.5. Métodos de determinação da digestibilidade de aminoácidos

A digestibilidade é um método direto e simples de se estimar a disponibilidade dos aminoácidos, sendo a forma mais simples denominada digestibilidade fecal (aparente), preconizada por KUIKEN e LYMAN (1948), que mede a diferença entre a quantidade ingerida e a excretada nas fezes. Entretanto, tal método tem sido criticado em virtude das mudanças que podem ocorrer no metabolismo dos aminoácidos, síntese ou degradação devido a ação da microflora do intestino grosso (SAUER et al., 1977). Após a passagem pelo intestino delgado pouca ou nenhuma absorção de aminoácidos ocorre. Consequentemente, a digestibilidade total pode não refletir a quantidade de aminoácidos disponíveis para absorção e síntese de proteínas.

JUST et al. (1985) observaram que a proteína ou aminoácidos metabolizados no intestino grosso não possuem valor nutricional para os suínos, uma vez que o nitrogênio resultante da fermentação microbiana é

incorporado aos próprios microorganismos ou é absorvido na forma de amônia ou aminas, e eliminado na urina.

MASON (1984) observou que cerca de 62 a 76% do nitrogênio fecal é de origem microbiana, evidenciando que os níveis de aminoácidos das fezes variam muito pouco, independente das fontes de proteínas. Entretanto, LENIS (1983), revendo a literatura verificou que em muitos alimentos, inclusive os menos digestíveis, as diferenças entre a digestibilidade ileal e fecal da lisina, metionina + cisteína e da isoleucina não foram suficientes para invalidar o método fecal. Já LENIS (1992) ressaltou que a digestibilidade ileal é mais precisa que a fecal e que há carência de estudos em requerimentos de suínos na base de aminoácidos digestíveis, especialmente para lisina, treonina e triptofano.

Outros trabalhos têm mostrado que a digestibilidade determinada por meio de amostras retiradas no íleo terminal, eliminando desta maneira o efeito da microflora do intestino grosso, é mais apropriada para se determinar a digestibilidade de aminoácidos (EASTER e TANKSLEY, 1973; LAPLACE, 1986)

Valores de digestibilidade de aminoácidos obtidos pelo método de coleta total de fezes foram significativamente maiores do que os obtidos pela coleta de digesta no íleo terminal conforme determinado por SAUER et al. (1977).

HOLMES et al. (1974) observaram síntese de arginina, metionina, cisteína e tirosina no intestino grosso. SAUER et al. (1977) também observaram síntese de aminoácidos no intestino grosso de suínos que receberam dietas com cereais.

MISIR e SAUER (1982) observaram que a infusão de amido no íleo terminal de suínos aumentou a excreção de nitrogênio fecal, resultando em menor digestibilidade total aparente dos aminoácidos essenciais, indicando que a quantidade de carboidrato disponível no intestino grosso influencia a digestibilidade dos aminoácidos, quando estimada pelo método de análise fecal.

Quanto menor for a digestibilidade da proteína do alimento a ser testado, maior será o efeito da fermentação da microflora microbiana sobre o valor de digestibilidade fecal encontrado (WILLIAMS, 1995).

Pode-se inferir a partir dos diversos trabalhos realizados que os valores de digestibilidade de aminoácidos podem ser subestimados, quando a síntese de um aminoácido individualmente é maior do que a sua degradação à amônia e uréia; por outro lado pode haver superestimação dos valores de digestibilidade quando a degradação de um aminoácido individualmente é maior do que a sua síntese. Lennis, 1983, citado por LAPLACE (1986) citou que o método de coleta total de fezes pode ser utilizado com relativa segurança já que a degradação de aminoácidos pela microflora bacteriana pode ser similar à entrada de aminoácidos de origem endógena. Entretanto, tal declaração é extremamente duvidosa.

Além desses problemas a presença de oligossacarídeos e fibras dietéticas podem influenciar na digestibilidade ileal de aminoácidos (GABERT et al., 1995; LAPLACE et al., 1989; SCHULZE et al., 1995; FERNANDEZ e JORGENSEN, 1986).

Assim para evitar possíveis interferências do intestino grosso, a digestibilidade dos aminoácidos tem sido estudadas por meio de amostras coletadas no íleo terminal. Várias técnicas têm sido descritas, incluindo o uso de animais intactos (denominado método do abate ou método do sacrifício) e o uso de animais modificados cirurgicamente (canulados ou anastomosados). Os métodos de canulação podem por sua vez serem classificados em três categorias: cânulas T simples, cânulas reentrantes e cânulas pós-valvular em T (PVCT)

2.5.1. Método do sacrifício ou abate

Este método foi sugerido para ser realizado em ratos (KUIKEN e LYMAN, 1948), ratos e suínos (THORPE e THOMLINSON, 1967; MOUGHAN et al., 1984; SKILTON et al., 1991; DONKOH et al., 1994 a,b,c) e em aves (RAHARJO e FARREL, 1984, 1985). É considerado o método mais simples para se determinar a digestibilidade ileal. A técnica consiste em se coletar a digesta no íleo terminal de animais previamente alimentados com uma dieta com indicador (óxido crômico por exemplo), logo após o abate ou sacrifício dos mesmos. A porção do íleo em que é coletada a digesta possui aproximadamente 20 cm, sendo a sua delimitação dada pelo final do íleo e o

início da prega íleo cecal. O segmento é rapidamente obstruído com o auxílio de pinças intestinais, lavado com um mínimo de água destilada para evitar contaminação com sangue e enxuto com papel toalha; após é realizado o esvaziamento da porção em um frasco previamente esterilizado e seco. O tempo do sacrifício dos animais após a alimentação dos mesmos é dependente da idade e peso dos mesmos, assim é necessária a realização de um teste prévio para determinação deste tempo, onde se observa aproximadamente metade do alimento no estômago e intestino delgado e a outra metade no ceco-cólon. Para animais em crescimento este tempo está em, aproximadamente, 4,5 horas. A técnica é de rápida execução quando comparada às demais, ocorrendo mínima alteração da função intestinal, pois há mínima manipulação do trato digestivo, além de permitir a coleta de várias porções do intestino para estudos de digestão parcial. Os animais não necessitam permanecerem em gaiolas de metabolismo, podendo ficar em creches ou baias, sendo a quantidade de alimento fornecida com base no peso metabólico. Entretanto, somente uma amostra de digesta ileal pode ser obtida por animal, muitas vezes em quantidade muito pequena, sendo necessário envolver para cada tratamento um número consideravelmente maior de animais em relação às outras técnicas.

Segundo alguns autores pode ocorrer grande liberação de células da mucosa na luz do trato gastrointestinal, quando se usa o abate por choque elétrico. Isto pode acarretar na mistura de aminoácidos endógenos aos aminoácidos provenientes da dieta (Badawy et al., 1957, citados por FULLER, 1991; LOW, 1980). Entretanto, segundo Badawy (1964), citado por BATHERMAN (1994), o uso de anestesia evita este problema, assim como o uso de um tratamento para se estimar as perdas endógenas, quando do cálculo da digestibilidade verdadeira ajuda a resolver este problema.

A utilização obrigatória de um indicador (óxido crômico) na dieta representa mais uma possível fonte de erro.

Trabalhos de comparação direta de técnicas de determinação da digestibilidade de nutrientes usando a técnica do abate e a técnica do uso de animais com cânula T simples não mostraram diferenças entre os valores encontrados (DONKOH et al., 1994a).

2.5.2. Anastomose íleo-retal

Os primeiros a sugerirem a técnica de anastomose íleo-retal foram FULLER e LIVINGSTONE (1982), e posteriormente outros autores sugeriram pequenas modificações (GREEN et al., 1987; LOPES et al., 1998). Este modelo consiste basicamente no desvio do trânsito da digesta do íleo terminal diretamente para o reto, com ou sem remoção do intestino grosso.

Existe um grande número de variações desta técnica descrita na literatura. LAPLACE et al. (1994) compararam o efeito de quatro modelos de Anastomose íleo-retal em suínos. Os modelos avaliados foram o término-terminal e término-lateral, ambos com ou sem a permanência da válvula íleo-cecal. Concluiu-se que o modelo de anastomose término-terminal, sem a permanência da válvula íleo-cecal, foi o mais apropriado para os estudos de digestibilidade de proteína e que os modelos de anastomose término-lateral não apresentaram resultados satisfatórios, principalmente em função do refluxo de digesta no intestino grosso e da interferência de sua flora microbiana. Do mesmo modo, GREEN (1988), avaliando os modelos de anastomose íleo-retal pré e pós valvular, concluiu que o modelo pós-valvular não apresentou alguma melhora sobre o modelo pré-valvular (de cirurgia mais simples), quanto aos resultados de digestibilidade.

Já LOPES et al. (1998) propõem um modelo de anastomose íleo-retal término-terminal, em que ao invés da colocação da cânula para eliminação dos gases do intestino grosso, faz-se uma colostomia através da sutura do cólon à pele. Posteriormente FONTES et al. (1998) avaliando a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos de alguns ingredientes para suínos, utilizando o modelo descrito por LOPES et al. (1998), observaram que os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de uma ração inicial foram coerentes com os referenciados em tabelas (AJINOMOTO, 1992; RHONE POULENC, 1993). Assim sendo o modelo apresentou confiabilidade dos resultados.

A técnica permite coleta total da digesta e de modo facilitado, de um mesmo animal por um longo período de tempo, podendo o animal ser utilizado para um número relativamente grande de dietas, sem preocupações com a utilização de alimentos fibrosos. Entretanto envolve uma cirurgia não muito

simples, sendo necessária a secção completa do íleo terminal podendo isto alterar a fisiologia normal do trato gastro-intestinal e os cuidados pós-operatórios são mais rigorosos do que os outros modelos cirúrgicos ocorrendo inclusive uma alta mortalidade de animais no pós operatório em alguns casos. Devido ao desconforto dos animais em função da excreção contínua de digesta (em forma de jatos), ocorrência de irritação da pele (assaduras) ao redor da região anal e da própria cirurgia, também é uma técnica combatida pelos defensores do bem estar animal.

A validação dos resultados obtidos com esta técnica vem sendo realizada nos últimos anos. Picard et al. (1984) citados por FONTES,1998, comparando suínos submetidos a anastomose íleo retal com suínos submetidos à cânula reentrante íleo-cecal, não observaram diferenças significativas dos resultados para os ingredientes avaliados.

Darcy-Vrillon e Laplace (1985), citados por FONTES (1998), constataram em estudos com animais submetidos a anastomose íleo-retal e com cânula íleo-cólica pós-valvular, coeficientes de digestibilidade similares para nitrogênio e aminoácidos, quando os suínos foram submetidos à uma dieta a base de cevada, milho e farelo de soja, ou com uma dieta a base de farelo de trigo. Entretanto, para uma dieta a base de polpa de beterraba os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e nitrogênio foram significativamente menor para os animais submetidos a anastomose íleo-retal término-terminal. LAPLACE (1986) comenta que esses resultados podem estar associados à ausência da válvula íleo-cecal e do tempo de permanência do alimento no íleo, visto que a polpa de beterraba normalmente apresenta um trânsito intestinal rápido. Porém, como citado em estudos posteriores, LAPLACE et al. (1994) não observaram diferenças nos valores de digestibilidade dos aminoácidos, quando se utilizou o modelo de anastomose íleo-retal com ou sem válvula íleo-cecal, concluindo que o modelo de anastomose íleo-retal sem válvula, por ser mais simples, foi o mais apropriado para esses estudos. Os estudos anteriores de GREEN et al. (1988) concordam com essas observações.

FULLER (1991) comparou a digestão de suínos mantidos com anastomose íleo-retal e com cânulas T simples por um período de dois anos. Os autores observaram que a destruição funcional do intestino grosso não

afetou a sobrevivência dos animais, mas causou grandes alterações. Houve nos animais anastomosados uma grande perda de água e eletrólitos, sendo necessário a suplementação de sódio e outros minerais. A princípio, a frequência e consistência da digesta são semelhantes a dos suínos canulados, porém, após algum tempo, essa frequência diminui assim como a consistência das fezes (conteúdo de água). Essas modificações sugerem uma modificação progressiva da função do íleo-terminal. Perto de vinte e seis semanas após a cirurgia foi observado mudanças histológicas no íleo, com hipertrofia do músculo liso, aumentando o número de células globet entre outras. A concentração de ácidos graxos voláteis na digesta desses animais também estava mais elevada que dos suínos canulados. Essas mudanças sugerem que houve uma adaptação do íleo que assumiu algumas funções do intestino grosso, sendo evidenciado pequena alteração da digestão da matéria orgânica. Resultados semelhantes foram relatados por KHOLER et al. (1991) e em função dessas alterações na taxa de digestão ao longo do tempo, esses autores têm desaconselhado o uso desta técnica.

LETERME et al. (1991), avaliando a taxa de passagem de digesta em suínos submetidos a anastomose íleo-retal e em suínos canulados (cânula T simples), observaram um aumento da taxa de passagem para os animais anastomosados. Esse resultado pode explicar a pequena diferença de digestibilidade observada em experimentos anteriores (LETERME et al., 1990).

Darcy-Vrillon e Laplace (1990), citados por FONTES (1998), atribuíram à ausência funcional da válvula íleo-cecal a explicação para a menor digestibilidade observada nos suínos submetidos a anastomose íleo-retal, em função da válvula influenciar o tempo de retenção da digesta no intestino delgado dos suínos sem válvula íleo-cecal foi 60 a 90 minutos mais rápida.

KOHLER et al. (1991), em uma série de experimentos comparando várias técnicas de determinação da digestibilidade ileal em suínos, não observaram diferenças nos resultados obtidos em animais submetidos à técnica de PVTC, quando comparado ao modelo de cânula T simples e cânulas reentrantes. Porém quando comparado com o modelo de anastomose íleo-retal os resultados foram diferentes. Os autores concluíram que a técnica de PVTC é uma alternativa apropriada para avaliação da digestibilidade ileal dos aminoácidos em suínos, ao contrário do modelo de anastomose íleo-retal.

2.6. Avaliação das perdas endógenas de aminoácidos

A avaliação das perdas endógenas faz-se necessária para se determinar os valores de digestibilidade verdadeira ao invés de digestibilidade aparentes que não incluem as secreções de origem endógena do animal.

Mitchell (1924) citado por NYACHOTI et al. (1997) definiu as perdas de nitrogênio de origem endógena como o nitrogênio encontrado na digesta ou fezes de animais alimentadas com dietas livres de nitrogênio. O nitrogênio de origem endógena é constituído principalmente do nitrogênio das enzimas, mucoproteínas, células de descamação, aminoácidos, amidas e aminas

O nitrogênio endógeno entra no trato gastrointestinal em várias regiões podendo ter origem de secreções salivares, gástricas, pancreáticas, biliares e intestinais. O intestino delgado e pâncreas são os maiores contribuintes da quantidade total de nitrogênio de origem endógena (FONTES,1998).

Vários métodos têm sido usados para quantificar a fração de nitrogênio endógeno no íleo-distal de suínos. Os primeiros estudos incluem os métodos de alimentação com dietas isentas de proteínas, o uso de modelos de regressão e o método de alimentação com dietas contendo fontes de proteínas consideradas 100% digestíveis (métodos convencionais). Mais recentemente foram desenvolvidas as técnicas de diluição de isótopos, homoarginina e o método de alimentação com pequenos peptídeos (FONTES, 1998).

O método da alimentação com dietas isentas de proteínas assume que todo nitrogênio encontrado no íleo distal é assumido de ser de origem endógena. Apesar de ser um método bastante simples, é bastante questionado porque o processo digestivo apresenta um comportamento diferente (natureza não fisiológica) daquele que teria com o fornecimento de uma dieta normal (LOW, 1980), que pode afetar o metabolismo normal da proteína do corpo e pode reduzir a secreção de compostos nitrogenados no lúmen intestinal o que segundo resultaria numa avaliação subestimada das perdas dos aminoácidos endógenos totais. Além disto constituintes dietéticos como a fibra, que estão associadas com as proteínas dietéticas podem aumentar as secreções de nitrogênio endógeno. Por outro lado, FULLER e CADENHEAD (1991) observaram menor nitrogênio de origem endógena em suínos alimentados com dietas isentas de proteína adicionadas de caseína e aminoácidos sintéticos

quando comparado com suínos alimentados com uma dieta isenta de proteína (4,3 e 5,8 g/dia, respectivamente).

Segundo FONTES (1998) A suposição básica com o método da regressão, assim como o método da dieta isenta de proteína, é que não há relação entre o consumo de proteína, e as perdas de nitrogênio endógeno. Baseado em vários estudos recentes essa suposição básica não parece ser válida e assim ambos os métodos resultam numa subestimativa das perdas endógenas e por isso estas estimativas são referenciadas como perda de nitrogênio e aminoácidos endógenos mínima.

De modo geral, os métodos convencionais como o da dieta isenta de proteína e o método da regressão são similares e normalmente subestimam os valores do nitrogênio de origem endógena. Por outro lado as técnicas “alternativas” como a técnica de diluição de isótopos e da homoarginina concordam razoavelmente bem, quando dietas semelhantes são usadas, porém apresentam limitações para uso rotineiro. Assim, LAPLACE (1986) comenta que do ponto de vista prático e de rotina de laboratório a técnica da dieta isenta de proteína, parece ser a mais interessante para a determinação do nitrogênio de origem endógena.

Cabe ressaltar que a secreção e ou reabsorção de nitrogênio endógeno é influenciado por muitos fatores, incluindo peso corporal, conteúdo e qualidade da proteína, fibra e gordura dietética, ingestão de matéria seca e presença de fatores antinutricionais (LI et al., 1994; LI e SAUER, 1994; DONKOH et al., 1994c). Assim, comparações diretas entre resultados de trabalhos devem antes verificar a similaridade desses fatores para que se estabeleçam conclusões a respeito das metodologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, N.S. Grain storage fungi associated with granary weevil. **Journal of Economic Entomology**, v.50, p.659-663, 1957.
- AJINOMOTO. **Apparent ileal digestibility of crude protein and essential amino acids in feedstuffs for swine**. [S.l.; s.n.], 1992. 43p. (Tabelas).
- BATHERMAN, E.S. Modelling amino acid absorption and metabolism in the growing pig. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.) **Amino acids in farm animal nutrition**, Wallingford: CAB International, 1994. p.133-154.
- BELLAVER, C. **Estimation of amino acid digestibility and its usefulness in swine feed formulation**. Tese: University of Illinois, 1989. 99p. Thesis (D.S.) - University of Illinois, 1989.
- BELLAVER, C. Metodologias para determinação do valor das proteínas e utilização de valores disponíveis nas dietas de não ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.31-47.
- CAMPOS, T.B., BITRAN, E.A. Danos causados por gorgulhos ao milho ensacado. **Ciência e cultura**, v.27, n.7, p.610-615, 1975.
- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a *H. zea* em milho**. Jaboticabal: UNESP, 1978, 68p. (Tese de livre docência) – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- DONKOH, A., MOUGHAN, P.J., SMITH, W.C. Comparison of the slaughter method and simple T-piece cannulation of the terminal ileum for determining ileal amino acid digestibility in meat and bone meal for the growing pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, p.43-56, 1994a.

- DONKOH, A., MOUGHAN, P.J., SMITH, W.C. The laboratory rat as a model for determining ileal amino acid digestibility in meat and bone meal for the growing pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, p.57-71, 1994b.
- DONKOH, A., MOUGHAN, P.J., SMITH, W.C. True digestibility of amino acids in meat and bone meal for the growing pig-application of a routine rat digestibility assay. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, p.73-86, 1994c.
- EARLE, V., KREMER, H.H., HUBRARD, J.E. Composition of the component parts of the Kernel. **Cereal Chem.**, v.23, p.504-511, 1956.
- EASTER, R.A., TANKSLEY, T.D. A technique for re-entrant ileocecal cannulation of swine. **J. Anim. Sci.**, v.36, p.1099-1103, 1973.
- ESMINGER, M.E., OLENTINE, J.R. **Feeds and nutrition**. The Esminger publishing Co. 1978. 1417p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia – S.C., 1991. 97p.
- FERNÁNDEZ, J.A., JORGENSEN, J.N. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. **Livestock Production Science**, v.15, p.53-71, 1986.
- FONTES, D.O., MASCARENHAS, A.G., DONZELE, J.L., GOMES JÚNIOR, A.G., Digestibilidade de aminoácidos e alimentos energéticos determinados com suínos submetidos à anastomose íleo-retal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v.4, p.177-179.
- FONTES, D.O. **Métodos de determinação da digestibilidade de proteína e aminoácidos em suínos e aves**. Viçosa, MG: [UFV]. 1998. 44p. (Prova de Qualificação)
- FULLER, M.F., LIVINGSTONE, R.M. In: **Animal Nutrition and Allied Sciences**, p.39, 1982.
- FULLER, M.F. Methodologies for the measurement of digestion. In: DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5, 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Pudoc, 1991. p.273-288.
- FULLER, M.F., CADENHEAD, A. Estimation of undigested dietary protein by the use of ¹²⁵I-labelled protein. In: DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5, 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Pudoc, 1991. p.330-333.

- GABERT, V.M., SAUER, W.C., MOSENTHIN, R., SCHMITZ, M., AHRENS, F. The effect of oligosaccharides and lactitol on the ileal digestibilities of amino acids, monosaccharides and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, v.75, n.1, p.99-107, 1995.
- GREEN, S., BERTRAND, S.L., DURON, J.C., MAILLARD, R.A. Digestibility of amino acids in maize, wheat and barley meal, measured in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine. **J. Sci. Food Agric.**, v.41, p.29-43, 1987.
- GREEN, S. A note on amino acid digestibility measured in pigs with pre- or post- valve ileo rectal anastomoses, fed soya-bean, pea and meat meals. **Animal Production**, v.47, p.317-320, 1988.
- HALL, D.W. **Manipulacion y almacenamiento de granos alimenticios em las zonas tropicales e subtropicales**. ROMA: FAO, 1971. 400p.
- HOLMES, J.H.G., BAYLEY, H.S., LEADBEATER, P.A., HORNEY, F.D. Digestion of protein in small and large intestine of the pigs. **Br. J. Nutr.**, v.32, p.479-489, 1974.
- IRABAGON, T.A. Rice weevil damage to stored corn. **Journal of Economy Entomology**, v.52, n.6, p.1130-1136, 1959.
- JUST, A., JORGENSEN, H., FERNÁNDEZ, J.A. Correlations of protein deposited in growing female pigs to ileal and faecal digestible crude protein and amino acids. **Livestock Production Science**, v.12, p.145-159, 1985.
- KUIKEN, K.A., LYMAN, C.M. Availability of amino acids in some foods. **Journal of Nutrition**, v.36, n.3, p.359-368, 1948.
- KHARE, B.P., CHAUDHARY, R. N., SING, K.N., SENGAR, C.S. Loss of protein due to insect feeding in maize (*Lea mays* L.) **Indian Journal of entomology**, v.36, n.4, p.312-315, 1974.
- KÖHLER, T., VERSTEGEN, M.W.A., HUISMAN, J., Van LEEUWEM, P., MOSENTHIN, R. Comparison of various techniques for measuring ileal digestibility in pigs. In: DIGESTIVE PHISIOLOGY IN PIGS, 5, 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Pudoc, 1991. p.296-303.
- KUIKEN, K.A., LYMAN, C.M. Availability of amino acids in some foods. **Journal of Nutrition**, v.36, n.3, p.359-368, 1948.
- LAPLACE, J.P., DARCY-VRILLON, B. Associative effects between two fibre sources on ileal and overall digestibilities of amino acids, energy and cell-wall components in growing pigs. **British Journal of Nutrition**, v.61, p.75-87, 1989.

- LAPLACE, J.P. Amino-acid availability in pig feeding. In: WORLD CONGRESS OS ANIMAL FEEDING, 19, 1986, Madrid. **Anais...** Madrid: 1986. p.109-128.
- LAPLACE, J.P., SOUFFRANT, W.B., HENNIG, U., CHABEAUTI, E., FERVRIER, C. Measurement of precaecal dietary protein and plant cell wall digestion in pigs, Comparison of four surgical procedures for ileo-rectal anastomosis. **Livestock Production Science**, v.40, p.313-328, 1994.
- LEANDRO, N.S.M., STRINGHINI, J.H., ORSINE, G.F., ANDRADE, M.A., VELOSO, V.R.S., MESQUITA, S.P.Q. Avaliação de rações formuladas com milho infestado por insetos e fungos frangos de corte. 1- Milho infestado por insetos nas rações iniciais (1 a 28 dias). In: CONFERÊNCIA 93 APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais...** Santos: Factor, 1993. p.33.
- LENIS, N.P. Faecal amino acid digestibility in feedstuffs for pigs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 4, 1983. Paris. **Proceedings...** Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1983. v.2. p.385-389.
- LENIS, N.P. Digestible amino acids for pigs: assessment of requirement on ileal digestible basis. **Pig News Info**, v.13, p.31N-39N, 1992.
- LETERME, P., THÉWIS, A., BECKERS, Y., BAUDART, E, Apparent and true ileal digestibility of aminoacids and nitrogen balance measured im pigs with ileo-rectal anastomosis or T-cannulas, given a diet containing peas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.52, p.485-497, 1990.
- LETERME, P., PIRARD, L., THÉWIS, A., FRANÇOIS, E. A note on the rate of passage of digesta in pigs ileo-rectostomized or fitted with na ileal T-Cannula. **British Society of Animal Production**, v.53, p.253-256, 1991.
- LI, S., SAUER, W.C., HARDIN, R.T. Effect of dietary fibre level on amino acid digestibility in young pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.327-333, 1994.
- LI, S., SAUER, W.C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. **J. Anim. Sci.** v.72, p.1737-1743, 1994.
- LOPES, D.C., FONTES, R.A., DONZELE, J.L., ALVARENGA, J.C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.4, p.367-371, 1988.
- LOPES, D.C., DONZELE, J.L., ALVARENGA, J.C., FONTES, R.A., VIEIRA, A.A. Efeitos do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.19, n.3, p.181-185, 1990.

- LOPES, D.C., DONZELE, J.L., ALVARENGA, J.C., FONTES, R.A., VIEIRA, A.A. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.20, n.2, p.131-135, 1991.
- LOPES, M.A.F., FONTES, D.O., SOUZA, A.V.C., ANTUNES, F., POMPERMAYER, L.G., SILVA, J.C.P. Anastomose íleo-retal em suínos com colostomia (técnica de LAPLACE modificada). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, v.4, p.327-329.
- LOW, A.G. Nutrient absorption in pigs. **Journal Science Food and Agriculture**, v.31, p.1087-1130, 1980.
- MASON, V.C. Metabolism of nitrogenous compounds in the large gut. **Proc. Nutr. Soc.**, v.43, p.45-53, 1984.
- MATIOLI, J.C., ALMEIDA, A.A. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação do *Sitophilus oryzae*. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.4, p.36-46, 1979.
- MISIR, R., SAUER, W.C. Effect of starch infusion at the terminal ileum on nitrogen balance and apparent digestibilities of nitrogen and amino acid and pigs fed meat and bone and soybean meal diets. **Journal of Animal Science**, v.55, p.599-607, 1982.
- MOUGHAN, P.J., SMITH, W.C., JAMES, K.A.C. Preliminary observations on the use of the rat as a model for the pig in the determination of apparent digestibility of different proteins. **New Zealand Journal Agriculture Research**, v.27, n.4, p.509-512, 1984.
- NYACHOTI, C.M., LANGE, C.F.M., McBRIDE, B.W., SCHULZE, H. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: a review. **Can. J. Anim. Sci.**, v.77, p.149-163, 1997.
- RAHARJO, Y., FARREL, D.J. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, p.29-45, 1984/1985.
- RODRIGUES, R.R. Determinación del dano causado por plagas almacén a variedades de mais en Yucatán. **Agric. Tec. Mexico**, v.3, n.12, p.442-446, 1976.
- RHÔNE POULENC. **Nutrition guide**. 2.ed. France: Rhône Poulenc Animal Nutrition – France. 1993. 55p.

- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A., FONSECA, J. B., SOARES, P.R. PEREIRA, J.A.A., SILVA, M. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1983. 58p.
- SANTOS, J.P., FONTES, R.A., CRUZ, I., FERRARI, R.A.R. Avaliação de danos e controle de pragas de grãos armazenados a nível de fazenda no estado de Minas Gerais, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO DE PERDAS PÓS-COLHEITA DE GRÃOS, 1983, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: CENTREINAR, 1983. p.105-110.
- SANTOS, J.P., FONTES, R.A., CAJUEIRO, I.V.M., ARLEU, J.R., FANTON, C., FORNAZIER, M. Situação do armazenamento de milho a nível de propriedade no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, 1986, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Sete Lagoas : EMBRAPA/CNPMS, 1988. p.237-247.
- SANTOS, J.P., MAIA, J.D.G., CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1687-1692, 1990.
- SANTOS, J.P. Controle de pragas de grãos armazenados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências....** Porto Alegre: SAA; ABMS; EMATER/RS; EMBRAPA/CNPMS; CIENTEC, 1992. p.191-209.
- SANTOS, J.P., FONTES, R.A., MANTOVANI, B.H.M., MANTOVANI, E.C., PEREIRA FILHO, I.A., BORBA, C.S., ANDRADE, R.V., AZEVEDO, J.T., ANDREOLI, C. Perdas de grãos na cultura do milho. In: EMBRAPA/CNPMS. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1992-1993**. Sete Lagoas, MG: 1994, v.6, p.122-124.
- SANTOS, J.P., MANTOVANI, E.C. **Perdas de grãos na cultura do milho, pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. 40p. (Circular técnica, 24)
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e preveni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. **Anais...** Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SAUER, W.C., OZIMEK, L. Digestibility of amino acids in swine : Results and their practical applications. A review. **Livestock Production Science**, v.15, p.367-388, 1986.

- SAUER, W.C., STOTHERS, S.C., PAKER, R.J. Apparent and true availability of amino acid and wheat and milling by products for growing pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, v.57, p.775-784, 1977.
- SCHULZE, H., VAN LEEUWEN, P., VERSTEGEN, M.W.A., VAN DEN BERG, J.W.O. Dietary level and source of neutral detergent fiber and ileal endogenous nitrogen flow in pigs. **J. Anim. Sci.**, v.73, p.441-448, 1995.
- SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. 121p.
- SILVA, M.A. **Qualidade de grãos em rações para aves**. Viçosa, MG: [s.n.], 1997. (Seminário de Departamento de Zootecnia).
- SING, D.N., McCAIN. Relationship of some nutritional properties of the corn Kernal to weevil infestations. **Crop. Sci.**, v.3, p.259-261, 1963.
- SKILTON, G.A., SMITH, W.C., MOUGHAN, P.J. The ileal digestibility of nitrogen and amino acids in meat and bone meals determined using a rat assay. **Animal Feed Science and Technology**, v.34 n.1-2, p.111-126, 1991.
- SERRANO, V.O.S. **Digestibilidade dos aminoácidos de suplementos protéicos em suínos, submetidos ou não a anastomose íleo-retal**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1989. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- STRINGHINI, J.H., LEANDRO, N.S.M., ORSINE, G.F., ANDRADE, M.A., VELOSO, V.R.S., MESQUITA, S.P.Q. Avaliação de rações formuladas com milho infestado por insetos e fungos frangos de corte. 2- Milho infestado por insetos nas rações iniciais (1 a 28 dias). In: CONFERÊNCIA 93 APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais...** Santos: Factor, 1993. p.34.
- THORPE, E., THOMLINSON, J.R. Autolysis and post-mortem bacteriological changes in the alimentary tract of the pigs. **Journal Pathology Bacteriology**, v.67, p.601-610, 1967.
- VILELA, H., SILVA, J.F.C., VILELA, D., SILVESTRE, J.R.A. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.5, p.428-433, 1988.
- WILLIAMS, P.E.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals : theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, p.173-187, 1995.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MILHO EM RAZÃO DO NÍVEL DE CARUNCHAMENTO

RESUMO

Milho BR-201 foi submetido a infestação artificial por caruncho (*Sitophilus zeamais*) obtendo-se quatro lotes com diferentes níveis de carunchamento (2; 10; 17 e 38%). Em cada lote três amostras foram retiradas e submetidas à análise proximal. Determinaram-se nas amostras o teor de aminoácidos, energia bruta, densidade, micotoxinas e a presença de insetos ou suas partes. Foram observados aumento linear na matéria seca, fibra bruta e cinzas e variação quadrática na proteína bruta, no extrato etéreo, na energia bruta, no extrato não nitrogenado e na densidade dos grãos. Não se detectou a presença de micotoxinas e insetos ou suas partes. Alterações na composição aminoacídica foram observadas.

PALAVRAS-CHAVE: Aminoácidos, Análise proximal, Caruncho, Densidade, Micotoxinas, Milho.

CHEMICAL COMPOSITION OF CORN DUE TO WORMY

ABSTRACT

Corn BR-201 was submitted to wormy (*Sitophilus zeamais*) artificially infected in order to obtain four groups with different levels of decay (2; 10; 17 and 38%). In each group, samples were taken and submitted to proximal analysis. Aminoacids, gross energy, density, micotoxins and presence of insects or their body components were determined. Linear increase in dry matter, crude fiber and ash, and quadratic effects on crude protein, ether extract, gross energy, non nitrogen extract and density of the grains was shown. Presence of micotoxins, insects or their body components was not observed. Changes in amino acid composition was shown.

KEYWORDS: Amino acid, Corn, Density, Micotoxins, Proximal analysis, Wormy.

1. INTRODUÇÃO

O custo de produção de carne suína tem como principal componente a alimentação dos animais, sendo o milho, em geral, o maior participante e principal fonte de energia das rações de suínos. No entanto, é um cereal facilmente atacado por pragas, tanto na cultura quanto nos grãos armazenados, alterando a sua composição química e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo. CARVALHO (1978) citou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho, e *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Segundo IRABAGON (1959) a composição química do milho muda com o aumento do nível de carunchamento e o seu teor de proteína tende a aumentar. O autor observou ainda que com o aumento da perda de peso do milho, devido ao carunchamento, ocorre redução no ganho de peso de ratos alimentados com ração com 80% de milho em diferentes níveis de carunchamento, chegando a haver perda de peso dos ratos quando o milho sofrera 25,9% de perda de peso.

Com o aumento do nível de carunchamento do milho verifica-se progressiva perda de peso e alterações em sua composição bromatológica, reduções nos valores de energia digestível e metabolizável e redução no percentual de nitrogênio retido em relação ao ingerido para suínos nas fases de crescimento e terminação (LOPES et al., 1988; 1990; 1991).

O ataque ao grão de milho por insetos facilita a contaminação e proliferação de fungos nos mesmos que, por sua vez, podem ser produtores de micotoxinas como aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas. As micotoxinas de modo geral são causadoras de diminuição na resposta imune de animais, distúrbios digestivos com redução na digestibilidade de gorduras e proteínas, distúrbios reprodutivos, câncer, lesões patológicas em diversos órgãos, etc. (SANTÚRIO, 1997).

Diante do exposto, propôs-se neste trabalho determinar a composição química do milho em razão de diferentes níveis de carunchamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira teve início no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) / EMBRAPA - Sete Lagoas – MG. Milho, variedade BR-201, foi dividido em dois lotes, sendo o primeiro mantido livre do ataque de caruncho (*Sitophilus zeamais*), o segundo submetido à infestação artificial por caruncho. Ambos foram armazenados à granel em silos metálicos. Para obtenção dos níveis de carunchamento, avaliações foram feitas periodicamente e lotes foram retirados nos níveis de carunchamento desejados. Foi considerado carunchado todo grão que apresentava pelo menos uma perfuração.

No final foram obtidos quatro lotes de milho com 2 (lote testemunha); 10; 17 e 38% de carunchamento. Os lotes obtidos foram submetidos à homogeneizações. Neste processo houve eliminação de parte do excremento dos carunchos, farelinho do milho provocado pelos danos do caruncho aos grãos e dos próprios carunchos. Posteriormente, os lotes foram armazenados em ambiente refrigerado e expurgados sempre que necessário.

Em cada lote foram retiradas três amostras, consideradas como repetições, que foram submetidas à análise proximal, segundo as metodologias descritas por SILVA (1990), à exceção do nitrogênio que foi determinado por condutividade térmica. O método baseia-se na combustão total de cerca de 250 mg de amostra sendo o gás nitrogênio resultante liberado sob alta temperatura (850°C) em gás oxigênio puro, e quantificação feita por condutividade térmica em aparelho Leco FP428, Leco Corporation. O valor de nitrogênio foi convertido à proteína bruta usando-se o fator 6,25 (METHODS..., 1993).

As amostras foram submetidas à análise de aminoácidos por cromatografia líquida de alta performance, usando uma coluna de troca iônica em um auto analisador de aminoácidos (High Speed Aminoacid analyzer, modelo L-8500A Hitachi) conforme metodologia descrita no Apêndice B.

A energia bruta foi determinada por meio de bomba calorimétrica modelo PARR 1271.

A presença de micotoxinas (aflatoxinas, ochratoxinas e zearelenona) foi determinada por cromatografia de camada delgada (SOARES et al., 1989).

A presença de insetos, ou suas partes foi investigada por análise microscópica (SANCHES, 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão pelo programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas, extrato não nitrogenado (ENN) e energia bruta (EB) do milho em diferentes níveis de carunchamento encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição bromatológica do milho submetido ao ataque de carunchos (*Sitophilus zeamais*) no armazenamento

Parâmetros	Níveis de carunchamento				CV (%)
	2%	10%	17%	38%	
Matéria seca (MS) (%) ¹	87,12	87,53	87,70	88,03	0,08
Proteína Bruta (PB) (%) ²	8,42	9,21	9,72	8,22	0,70
Fibra Bruta (FB) (%) ³	1,69	1,72	1,87	2,02	11,13
Extrato Etéreo (EE) (%) ⁴	3,04	3,10	3,45	3,81	1,38
Cinzas (%) ⁵	1,92	1,88	1,98	2,19	6,37
Extrato Não Nitrogenado (ENN) (%) ⁶	72,05	71,62	70,83	72,79	1,12
Energia Bruta (kcal/kg) ⁵	3.885	3.949	3.971	3.883	0,26

^{1, 3 e 5} Efeito linear (P<0,01) (P<0,11) (P<0,05), respectivamente.

^{2, 4 e 5} Efeito quadrático (P<0,01) (P<0,02) (P<0,05), respectivamente.

A medida em que houve aumento no nível de carunchamento, observou-se um aumento linear na matéria seca (P<0,01), fibra bruta (P<0,11) e cinzas (P<0,05) e efeito quadrático na proteína bruta (P<0,01), extrato etéreo (P<0,02), energia bruta (P<0,05) e extrato não nitrogenado (P<0,05) (Quadro 2).

Quadro 2 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R²) e pontos de valores máximo e mínimo dos parâmetros matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, extrato não nitrogenado e energia bruta

Parâmetros	Equações de regressão	R ²	Ponto de	Ponto de
------------	-----------------------	----------------	----------	----------

			máxima	mínima
Matéria Seca	$87,2033+0,0233857x$	0,98	∞	∞
Proteína Bruta	$8,07364+0,165058x-0,00423758x^2$	0,90	19,47	∞
Fibra Bruta	$1,62773+0,0095383x$	0,67	∞	∞
Extrato etéreo	$3,00340+0,0189017x$	0,94	∞	∞
Extrato etéreo	$2,94316+0,029566x-0,00025388x^2$	0,97	-	∞
Cinzas	$1,815136+0,00842602x$	0,73	∞	∞
Extrato Não-Nitrogenado	$72,455-0,156944x+0,0043463x^2$	0,76	∞	18,05
Energia Bruta	$3864,42+11,021x-0,277966x^2$	0,96	19,82	∞
Densidade	$775,427-1,57771x$	0,81	∞	∞
Densidade	$769,055-0,482292x-0,0260781x^2$	0,97	-	∞

O aumento observado na matéria seca pode estar relacionado ao maior tempo em que os grãos com maiores níveis de carunchamento ficaram armazenados em silos metálicos com sistema de aeração para preservar a umidade baixa. O ataque dos insetos ocorreu em maior intensidade na parte amilácea do endosperma o que pode ter provocado o aumento da fibra bruta, extrato etéreo e cinzas.

Aumento no teor de fibra bruta do milho, em conseqüência do aumento no nível de carunchamento, também foi observado por LOPES et al. (1988). No entanto, o resultado obtido de matéria seca foi diferente daquele obtido por esse mesmo autor e com o relato de SANTOS e MANTOVANI (1997).

Os resultados de proteína, com exceção daquele observado no maior nível de carunchamento, e de extrato etéreo foram similares aos obtidos por VILELA et al. (1988), que observaram aumento no teor de lipídios e proteínas do milho. O aumento na concentração desses dois componentes do milho carunchado, provavelmente, estejam relacionados ao fato de que os insetos têm preferência por se alimentarem de endosperma, que contém menor concentração de proteína e óleo do que o embrião (KHARE et al. 1974).

Aumento no teor de proteína bruta do milho em razão do carunchamento também foi observado por IRABAGON (1959) e LOPES (1988).

A redução no teor de proteína bruta ocorrida no maior nível de carunchamento, está em acordo com o relato de MATIOLI e ALMEIDA (1979), de que quando a disponibilidade de endosperma para alimentação dos carunchos diminui, as larvas passam a se alimentar do embrião, o que pode

resultar em redução dos níveis de lipídios e proteína bruta do grão de milho. Este ponto parece estar por volta de 19,11% de grãos carunchados, média dos pontos de máximo valor para proteína bruta e energia bruta e ponto de mínimo valor para extrato não nitrogenado.

O decréscimo inicial no teor de extrato não nitrogenado ocorre devido ao consumo do endosperma rico em amido na fase inicial de carunchamento. No último nível de carunchamento, com o ataque dos insetos ao embrião, o teor de extrato não nitrogenado aumentou em conseqüência do aumento da proporção de endosperma em relação ao embrião.

SINGH e McCAIN (1963) observaram que o açúcar e o amido foram os mais importantes componentes da alimentação dos insetos, havendo, conseqüentemente, grande redução em seus teores.

O nível de carunchamento do milho influenciou ($P < 0,01$) de forma quadrática a energia bruta dos grãos que aumentou até o nível de 19,82% de carunchamento (Quadro 2).

O aumento inicial da energia bruta dos grãos, com o aumento no nível de carunchamento, pode ser explicado pelo aumento do extrato etéreo e da proteína bruta dos grãos e a posterior queda no último nível de carunchamento, pode estar associada ao decréscimo no teor de proteína bruta e no aumento da fibra bruta dos grãos apesar do extrato etéreo ter aumentado. LOPES et al. (1988), entretanto, observaram queda no valor de energia bruta do milho com o aumento no nível de carunchamento.

Os dados de densidade dos grãos, presença de micotoxinas (aflatoxina, ochratoxina e zearelenona) e de partes de insetos nas amostras de milho encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Valores de energia bruta, densidade, micotoxinas (Aflatoxinas, zearelenona e ochratoxina) e resultado da análise microscópica do milho submetido ao ataque por carunchos

Parâmetros	Níveis de carunchamento				CV(%)
	2%	10%	17%	38%	
Densidade (g/l) ¹	768	761	754	713	0,502
Aflatoxinas	nd	nd	Nd	nd	---
Zearelenona	nd	nd	Nd	nd	---
Ochratoxina	nd	nd	Nd	nd	---
Partes de insetos	nd	nd	Nd	nd	---

nd = Não-detectado

¹ Efeito quadrático ($P < 0,01$).

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) na densidade dos grãos que diminuiu em razão do aumento no nível de carunchamento do milho.

O decréscimo na densidade dos grãos com o aumento do nível de carunchamento também foi observado por LOPES et al. (1988) e BAIDOO et al. (1991), em razão dos grãos atacados por caruncho tornarem-se ocos, o que diminuiu a relação peso (g)/volume (l).

Não se observou a presença de micotoxinas (aflatoxina, ochratoxina e zearelenona) nos grãos, explicado pela baixa umidade dos grãos e pelo fato de estes terem sido, posteriormente, armazenados em ambiente refrigerado, o que impediu o desenvolvimento de fungos.

A ausência de insetos ou suas partes pode ter sido ocasionada pelo fato de que, durante a homogeneização dos grãos, os insetos, seus excrementos e o farelinho de milho gerado, foram eliminados.

A composição aminoacídica dos grãos em diferentes níveis de carunchamento encontra-se no Quadro 4.

Verificou-se variação na composição aminoacídica do grão de milho em razão do aumento no nível de carunchamento, com os aminoácidos valina e isoleucina apresentando os maiores aumentos e metionina, leucina e fenilalanina as maiores reduções entre os aminoácidos essenciais. Dentre os aminoácidos não-essenciais, a glicina e histidina apresentaram os maiores aumentos, enquanto os valores de prolina, alanina, tirosina, cisteína, tirosina e serina caíram com o aumento do nível de carunchamento de 2 para 38%.

Quadro 4 - Valores de aminoácidos do milho submetido ao ataque por carunchos¹

Componente	Níveis de carunchamento			
	2%	10%	17%	38%
Arginina	0,2816	0,2664	0,2852	0,2925
Isoleucina	0,2393	0,3338	0,2686	0,2832
Leucina	1,0691	0,9543	1,1122	0,5804
Lisina	0,2554	0,2308	0,2476	0,2361
Cisteína	0,1738	0,2308	0,1045	0,0800
Metionina	0,1501	0,1344	0,0939	0,0660

Fenilalanina	0,7128	0,6032	0,7398	0,3991
Treonina	0,3385	0,3257	0,3404	0,3112
Triptofano	0,0470	0,0424	0,0463	0,0453
Valina	0,5473	0,6134	0,5604	0,5858
Histidina	0,2149	0,2387	0,2244	0,2501
Alanina	0,6786	0,6854	0,6918	0,5736
Ácido Aspártico	0,5709	0,5530	0,5766	0,5244
Glicina	0,2825	0,2986	0,2858	0,3124
Ácido glutâmico	1,5644	1,6464	1,6417	1,3373
Tirosina	0,4514	0,4172	0,5211	0,3376
Prolina	0,8345	0,8662	0,7180	0,7764
Serina	0,4078	0,3862	0,4103	0,3285

¹Análise realizada no laboratório da Mogiana Alimentos (Campinas – SP).

Alterações na composição aminoacídica dos grãos de milho com o aumento no nível de carunchamento também foram relatadas por LOPES et al. (1988).

A composição do endosperma é mais rica em isoleucina do que o embrião, assim, o aumento observado para isoleucina com o aumento do nível de carunchamento não pode ser explicado pois os carunchos se alimentaram, principalmente, do endosperma do grão. Em relação a valina, seu aumento era esperado pois o endosperma é mais pobre em valina do que o embrião. A queda observada nos aminoácidos cisteína, metionina, leucina, fenilalanina e tirosina era esperada pois o endosperma do grão (parte preferencialmente atacada pelos carunchos) possui maiores teores destes aminoácidos quando comparados ao embrião.

Quando comparados, os valores de aminoácidos do milho testemunha (2% carunchado) com os dados de tabela de composição de grãos da EMBRAPA (1991) verificou-se que o nível de treonina e valina foram discrepantes dos encontrados na referida tabela, sendo 25 e 56% maiores em valores absolutos, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

1. O aumento do nível de carunchamento até 38% provoca aumento linear de MS, FB e cinzas no milho.

2. A proteína bruta e a energia bruta aumentam com o carunchamento do milho até o nível de 20% e então reduzem novamente.
3. O extrato não nitrogenado diminuiu com o carunchamento do milho até o nível de 18% e então aumenta novamente.
4. Não se detectou a presença de micotoxinas (aflatoxinas, ochratoxina e zearelenona) e de partes de insetos.
5. A composição aminoacídica dos grãos é alterada com o aumento do nível de carunchamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIDOO, S.K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, R. 1991. Effect of Kernel density on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. *Poult. Sci.*, 70:2102-2107.
- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a *H. zea* em milho.** Jaboticabal – SP: UNESP, 1978. 68p. Tese livre docência – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** 3.ed. Concórdia, 1991. 97p. (EMBRAPA – CNPSA. Documentos, 19)
- IRABAGON, T.A. 1959. Rice weevil damage to stored corn. *J. Economy Entomology*, 52(6):1130-1136.
- KHARE, B.P.; CHAUDHARY, R. N.; SING, K.N.; et al. 1974. Loss of protein due to insect feeding in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Entomology*, 36(4):312-315.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; et al. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(4):367-371.1988.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C.; et al. 1990. Efeitos do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 19(3):181-185.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C.; et al. 1991. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 20(2):131-135.

- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. 1979. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação do *Sitophilus oryzae*. *R. Bras. de Armazenamento*, 4:36-46.
- METHODS OF ANALYSIS FOR NUTRITION LABELING. 1993. *Protein*. p.394-396.
- SANCHES, R.L. **Microscopia no controle da qualidade de matérias primas**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MONOGÁSTRICOS, 1, Rio de Janeiro, 1995. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995, p.1-9.
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C. Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. **Circular técnica** n.24 Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1997. 40p.
- SILVA, D.J. 1990. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, UFV, MG, Impr. Univ., 165p.
- SING, D.N.; McCAIN. 1963. Relationship of some nutritional properties of the corn Kernal to weevil infestations. *Crop. Sci*, 3:259-261.
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e previní-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. **Anais...** Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SOARES, L.M.V.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. 1989. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearelenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using a multi-toxin thin layer chromatographic method. *J.A.O.A.C.*, 72:22-26.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Manual de Utilização do Programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), 1997. 59p.
- VILELA, H.; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; et al. 1988. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(5):428-433.

VALORES DE ENERGIA DIGESTÍVEL E METABOLIZÁVEL, E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DO MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO

RESUMO

Milho BR-201 foi submetido a infestação artificial por caruncho (*Sitophilus zeamais*), obtendo-se quatro lotes em diferentes níveis de carunchamento (2; 10; 17 e 38%). Quinze suínos machos castrados foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. As rações experimentais foram compostas por uma ração referência e quatro rações compostas de 75% da ração referência e 25% do milho a ser estudado. A elevação do nível de carunchamento do milho reduziu o nível de energia digestível e o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo do milho, mas não alterou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, da fibra bruta e da energia metabolizável.

PALAVRAS-CHAVE : Caruncho, Digestibilidade, Energia, Milho, Nutrientes.

VALUES OF DIGESTIBLE AND METABOLIZABLE ENERGY, AND NUTRIENT DIGESTIBILITY COEFFICIENTS OF CORN IN DIFFERENTS LEVELS OF WORMY

ABSTRACT

Corn BR-201 was submitted to wormy (*Sitophilus zeamais*) artificially infected in order to obtain four groups with different levels of decay (2; 10; 17 and 38%). Fifteen castrated male pig were distributed in a completely randomized design, with three replicates and five experimental diets. The treatments consisted of a control diet and four diets containing 75% of control diet plus 25% wormy corn. It was observed that increasing wormy in the corn decreased the digestible energy level and ether extract digestibility of the corn, but it did not change the crude protein and crude fiber digestibility and metabolizable energy level

KEYWORDS : Corn, Digestibility, Energy, Nutrients, Wormy

1. INTRODUÇÃO

São várias as espécies de insetos que se alimentam dos grãos de milho, CARVALHO (1978) citou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho, e *Sitotroga cereallela* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Os insetos se alimentam dos grãos provocando grandes perdas, as quais podem ser consideradas sob diferentes aspectos. Uma das principais conseqüências do ataque de insetos é a perda de seu valor nutritivo (LOPES et al., 1988; 1990; 1991; VILELA et al., 1988).

A presença de insetos vivos ou mortos, ou partes de seu corpo como patas, asas, escamas, excreções, massas fúngicas, etc., constituem contaminantes e excedem com freqüência os limites de tolerância de qualidade, tornando os grãos ou seus produtos impróprios para o consumo humano e até mesmo de animais, alterando o odor e sabor dos grãos e seus derivados (SANTOS e MANTOVANI, 1997)

LOPES et al. (1988) observaram perda de peso e redução da densidade no milho, mudanças na composição química como aumento no teor de proteína bruta, fibra bruta, redução da energia bruta e alteração no perfil de aminoácidos do milho com o aumento no nível de carunchamento. No entanto, os autores não observaram diferença no nível de matéria seca. Dentre os aminoácidos essenciais, lisina, metionina e cisteína não apresentaram alterações. A isoleucina reduziu e houve ligeiro aumento de histidina, arginina, valina e treonina com o aumento no nível de carunchamento. Leucina e fenilalanina foram os únicos aminoácidos essenciais a aumentarem com mais intensidade. Os aminoácidos não essenciais aos suínos (ácido aspártico, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina e tirosina) cresceram com o aumento do nível de carunchamento do milho.

Posteriormente, LOPES et al. (1990, 1991), trabalhando com o método de coleta total de fezes em suínos em fase de crescimento e terminação, não observaram diferenças quanto à matéria seca digestível e o nitrogênio absorvido. Entretanto, constataram que o nitrogênio retido em relação ao ingerido, a energia digestível e a metabolizável reduziram com a elevação do nível de carunchamento. Esta redução ocorrida no coeficiente de digestibilidade do nitrogênio foi atribuída ao fato de o carunchamento do milho

ter produzido uma proteína diferente, formada principalmente por aminoácidos não essenciais que durante a digestão enzimática, sofrem o processo de desaminação com liberação de nitrogênio na urina, ou pela produção de quitina, um carboidrato estrutural de animais que contém radicais aminas e, presumivelmente, possui baixa digestibilidade.

Entretanto, LEANDRO et al. (1993) não observaram diferenças no ganho de peso, conversão alimentar, e na relação corporal entre os pesos das aves e peso do fígado, pâncreas e Bursa de Fabrícus de frangos de corte alimentados com rações contendo milho em diferentes níveis de carunchamento (0, 20 e 40%) nas fases de 1 a 28 dias e 29 a 49 dias de idade.

Diante do exposto, propôs-se neste trabalho avaliar os efeitos do carunchamento sobre os valores de energia digestível, metabolizável e coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG. Foram utilizados 15 suínos machos inteiros mestiços (Large White – Landrace), com peso médio de 42 kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhantes à descrita por PEKAS (1968), localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e pé direito de 2,70 m e com cobertura de telhas de barro.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, três repetições e um animal por unidade experimental.

As rações experimentais foram constituídas de uma ração referência (Quadro 1) formulada para atender as exigências dos animais de acordo com as recomendações do NUTRIENT... (1998) e quatro rações testes compostas de 75% da ração referência e 25% do milho (com diferentes níveis de carunchamento) fornecidas aos animais duas vezes ao dia, às 8 e às 16 horas.

Quadro 1 - Composição da ração referência

Ingrediente	%
-------------	---

Milho	72,13
Farelo de Soja	25,68
Calcário	0,90
Fosfato Bicálcico	0,64
Sal	0,16
L-Lisina HCl	0,25
Suplemento Mineral ¹	0,10
Suplemento Vitamínico ²	0,10
Cloreto de colina	0,03

Total	100,00

Composição calculada

Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.400
Proteína (%)	18,00
Fibra bruta (%)	2,95
Gordura (%)	2,57
Ácido linoleico (%)	1,43
Cálcio (%)	0,60
Fósforo disponível (%)	0,23
Lisina (%)	1,10
Metionina + Cisteína (%)	0,60
Metionina (%)	0,29
Sódio (%)	0,10
Treonina (%)	0,70
Triptofano (%)	0,23

¹ Composição por 500 g de mistura : ferro 90,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 40,0 g; zinco 70,0 g e iodo 2,0 g.

² Composição por kg de mistura : Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D₃ 1.000.000 UI; Vitamina E 15.000 UI; Vitamina B₁ 1,5 g; Vitamina B₂ 3,0 g; Vitamina B₆ 1,5 g; ácido pantotênico 12,0 g; Vitamina C 30,0 g, Vitamina K₃ 12,5 g, ácido nicotínico 22,0 g, antioxidante 20,0 g e Vitamina B₁₂ 2,0 mg.

Os animais receberam a mesma quantidade de ração por unidade de peso metabólico (kg^{0,75}). A ração foi fornecida seca e umedecida, quando necessário, para facilitar a ingestão e evitar perdas.

A duração do período experimental foi de 14 dias, sendo cinco dias para adaptação dos animais às gaiolas e às rações experimentais; quatro dias para regularização do consumo de alimentos pelos animais, que resultou na determinação do fornecimento diário de ração em quantidades iguais às fornecidas durante o período de coleta, e cinco dias para coleta de fezes e urina.

As coletas de fezes e urina foram realizadas diariamente às 7 horas, após o período de regularização de fluxo.

Adotou-se o critério de coleta total, sem uso de marcador, em que as fezes excretadas a cada período de 24 horas foram pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 20% do total excretado de cada animal foi retirada, acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer (-10 °C). Após o período de coleta, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (aproximadamente 12 horas), e, pesadas em balança analítica para em seguida serem colocadas em estufa de ventilação forçada a 56 °C, por um período de 72 horas. Depois de retirada da estufa, e atingindo o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para realização das análises de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta e energia bruta.

A urina excretada pelos animais foi filtrada em tela de nylon de malha fina, fixada na saída do coletor, localizado sob o piso ripado da gaiola, e recolhida em baldes plásticos contendo 20 ml de HCl 1:1, para evitar as perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. O volume excretado a cada período de 24 horas foi medido, homogeneizado, e uma amostra de 10% foi retirada, colocada em recipiente de vidro com tampa e armazenada em geladeira (3 °C) para posterior análise de energia bruta.

As análises químicas dos alimentos e das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com metodologias descritas por SILVA (1990), a exceção do nitrogênio que foi determinado por condutividade térmica. O método baseia-se na combustão total de cerca de 250 mg de amostra sendo o gás nitrogênio resultante liberado sob alta temperatura (850 °C) em gás oxigênio puro, e, quantificado por condutividade térmica em aparelho Leco

FP428, Leco Corporation. O valor de nitrogênio é então convertido à proteína bruta usando-se o fator 6,25 (METHODS..., 1993).

Foram determinadas as energias digestível e metabolizável, e os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, do extrato etéreo e da fibra bruta. Estes parâmetros foram calculados por meio da fórmula de MATTERSON et al. (1965).

As análises estatísticas de variância e regressão foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas) desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da fibra bruta (CDFB), e da energia bruta (CDEB), da metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) e da relação Energia Metabolizável /Energia Digestível (EM/ED) do milho com diferentes níveis de carunchamento são apresentados no Quadro 2.

O aumento no nível de carunchamento do milho ocasionou redução linear ($P < 0,10$) no valor da energia digestível e no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo ($P < 0,01$) e da energia bruta ($P < 0,10$) (Figuras 1 e 2). Não foi observado efeito ($P > 0,10$) sobre os demais parâmetros avaliados.

Com os resultados obtidos pode-se inferir que para cada aumento de 1% no nível de carunchamento do milho os valores de ED e de CDEE reduziram em 7,96 Kcal e 0,54% respectivamente. O CDEB foi também influenciado linearmente ($P < 0,10$) pelo aumento do nível de carunchamento do milho reduzindo em 0,19% para cada 1% de aumento do carunchamento conforme mostra a equação $\hat{Y} = 89,1333 - 0,191676X$, onde \hat{Y} é o CDEB e X o nível de carunchamento.

Quadro 2 - Valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra bruta (CDFB), e da energia bruta (CDEB) e do coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) e relação EM/ED do milho em diferentes níveis de carunchamento

Variável	Níveis de carunchamento				
	2%	10%	17%	38%	CV(%)
EB (Kcal/kg) ¹	3.885	3.948	3.971	3.882	0,26
ED (Kcal/kg) ²	3.502	3.400	3.374	3.201	4,95
EM (Kcal/kg)	3.370	3.359	3.260	3.155	5,70
CDPB (%)	75,94	74,40	75,72	76,40	3,35
CDEE (%) ³	90,24	84,31	80,78	70,11	2,60
CDFB (%)	43,11	43,72	43,31	44,92	28,82
(CDEB) (%) ²	90,13	86,11	84,98	82,47	4,68
(CMEB)(%)	86,75	85,06	82,08	81,26	5,42
(EM/ED)(%)	96,27	98,76	96,52	98,53	1,08

¹ Efeito quadrático (P<0,05).

^{2 e 3} Efeito linear (P<0,10) e (P<0,01) respectivamente.

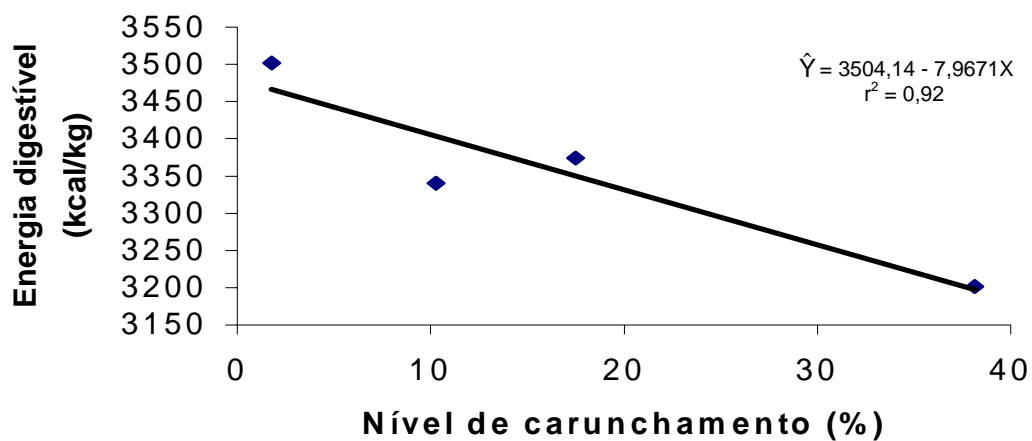


Figura 1 - Efeito do nível de carunchamento sobre os valores de ED do milho

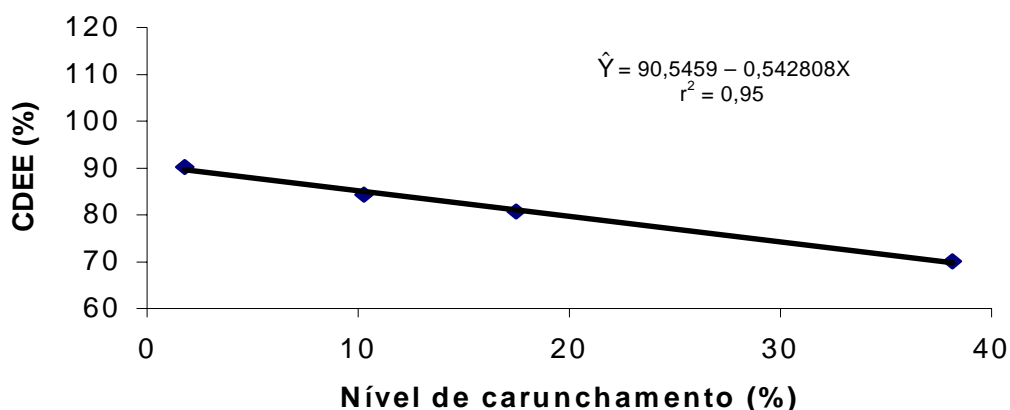


Figura 2 - Efeito do nível de carunchamento sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo do milho.

A causa da queda no CDEE com o aumento no nível de carunchamento não está clara. A presença de micotoxinas, que poderiam afetar os valores de CDEE, não foi detectada (ochratoxina, aflatoxinas e zearelenona). A simples queda do valor de CDEE não explica a queda na energia digestível, pois quando se aplica o CDEE ao teor de extrato etéreo de cada amostra não se observa grandes alterações no valor de extrato etéreo digestível nas amostras. A explicação para a queda na energia digestível com o carunchamento e no coeficiente de digestibilidade da energia bruta pode estar no fato de haver disponibilidade diferenciada para as diferentes frações de proteína do milho (zeína e glutelinas), uma vez que a proporção destas é alterada com o nível de carunchamento. Assim, a glutelina, cuja proporção tende a aumentar com o nível de carunchamento, teria disponibilidade menor que a zeína.

MOREIRA et al. (1994), trabalhando com leitões de peso médio de 5,9 kg em ensaios de digestibilidade para determinar o valor nutritivo do milho não carunchado, encontraram valores de CDPB, CDEE e CDFB, respectivamente, de 52,93, 66,15 e 46,63%. A diferença entre os valores encontrados por estes autores e os valores deste trabalho pode ser atribuída à diferença de peso dos animais nos dois experimentos.

Os dados observados neste experimento foram semelhantes aos encontrados por LOPES et al. (1990; 1991), que trabalhando com suínos em fase de crescimento e terminação, para se determinar o valor nutritivo do milho em diferentes níveis de carunchamento, observaram redução linear no valor de energia digestível que decresceu de 3898 Kcal/kg para 3463 Kcal/kg, na fase de crescimento, e de 3753 Kcal/kg para 3373 Kcal/kg, na fase de terminação, quando o nível de carunchamento passou de 5% para 50%. A energia metabolizável foi influenciada linearmente pelo nível de carunchamento reduzindo de 3805 Kcal/kg para 3368 Kcal/kg, na fase de crescimento, e de 3655 Kcal/kg para 3273 Kcal/kg, na fase de terminação, quando o nível de carunchamento aumentou de 5 para 50%.

Apesar de não ter sido observada variação significativa, constatou-se redução de 3,5 e 6,4% nos valores absolutos de EM nos níveis de 17 e 38% de carunchamento, respectivamente, comparados ao tratamento testemunha (milho 2% carunchado).

Os valores obtidos de CDPB dos milhos em diferentes níveis de carunchamento estão em acordo com as observações de LOPES et al. (1990; 1991) que constataram não haver mudanças nos valores de nitrogênio absorvido com o aumento no nível de carunchamento. Entretanto, os valores de CDPB obtidos por aqueles autores, para suínos em crescimento, foram superiores aos encontrados neste experimento.

5. CONCLUSÕES

O carunchamento do milho provoca alterações na digestibilidade dos grãos reduzindo o nível de energia digestível e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da energia bruta do milho, mas não altera os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, da fibra bruta e da energia metabolizável.

Para cada aumento de 1% no nível de carunchamento, há queda de 7,96 Kcal de energia digestível, 0,54% no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo e 0,19% no coeficiente de digestibilidade da energia bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a *H. zea* em milho.** Jaboticabal – SP: UNESP, 1978. 68p. Tese livre docência – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- LEANDRO, N.S.M., STRINGHINI, J.H., ORSINE, G.F., et al. Avaliação de rações formuladas com milho infestado por insetos e fungos frangos de corte. 1- Milho infestado por insetos nas rações iniciais (1 a 28 dias). In: CONFERÊNCIA 93 APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais...** Santos: Factor, 1993. p.33.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; et al. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(4):367-371.1988.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L; ALVARENGA, J.C.; et al. 1990. Efeitos do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 19(3):181-185.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L; ALVARENGA, J.C.; et al. 1991. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 20(2):131-135.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W.; et al. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. *Research Report.*, 7:3-11. (Univ. of Connecticut)
- METHODS OF ANALYSIS FOR NUTRITION LABELING. 1993. *Protein.* p.394-396.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T.; et al. 1994. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 24(6):916-929.
- NUTRIENT RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine.** 10th rev. ed. Washington – DC. 1998. 189p.
- PEKAS, J.C. 1968. Versatile swine in laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, 27(5):1303-1306.
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C. Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. **Circular técnica** n.24 Sete Lagoas : EMBRAPA – CNPMS, 1997. 40p.
- SILVA, D.J. 1990. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos).** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 165p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Manual de Utilização do Programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), Viçosa, MG. 1997. 59p.

VILELA, H.; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; et al. 1988. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(5):428-433.

DIGESTIBILIDADE ILEAL DOS AMINOÁCIDOS DO MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE CARUNCHAMENTO POR DIFERENTES TÉCNICAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

RESUMO

Milho da variedade BR-201 foi submetido à infestação artificial por caruncho (*Sitophilus zeamais*), obtendo-se quatro lotes de grãos carunchados em diferentes níveis de carunchamento (2; 10; 17 e 38%). Avaliou-se a digestibilidade ileal dos aminoácidos do milho pela técnica da anastomose íleo-retal com coleta total de fezes sem o uso de marcador e pela técnica do sacrifício. A análise de variância foi significativa para um aminoácido (valina), quando se usou a técnica da anastomose íleo-retal e para dois aminoácidos (tirosina e serina) quando se usou a técnica do sacrifício. Os resultados sugerem que há uma diferença na digestibilidade entre as diferentes frações de proteína no milho (zeínas e glutelinas) e que a técnica do sacrifício apresenta menor coeficiente de variação que a técnica da anastomose.

PALAVRAS-CHAVE : Caruncho, Frações do milho, Endosperma, Embrião.

ILEAL DIGESTIBILITY OF CORN AMINOACIDS WITH DIFFERENT LEVELS OF WORMY BY DIFFERENT TECHNIQUES FOR GROWING SWINE

ABSTRACT

Corn BR-201 was submitted to artificial infection by wormy (*Sitophilus zeamais*) to reach four groups of infestation (2; 10; 17 and 38%). It was evaluated the ileal digestibility of amino acids of corn by the ileum-rectal anastomoses technique, with total collection of digestive contents and without need for marker, and by the slaughter technique. The variance analysis was significant for one amino acid (valin) when the ileum-rectal anastomoses technique was used and for two amino acids (tyrosine and serine) when the slaughter technique was used. The results suggest difference in digestibility among treatments in the different protein fractions of the corn (zeins and

glutelins) and that the ileum-rectal anastomoses technique shows a higher coefficient of variation than the slaughter technique.

KEYWORDS : Endosperm, Fractions of the corn, Germ, Wormy

1. INTRODUÇÃO

O custo de produção de carne suína tem como principal componente a alimentação dos animais, sendo o milho em geral o maior participante e principal fonte de energia das rações de suínos. No entanto, o milho é um cereal facilmente atacado por pragas, tanto na cultura no campo quanto nos grãos armazenados, alterando a sua composição química e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo. CARVALHO (1978) cita que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho e *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

O valor nutritivo de grãos infestados por carunchos pode ser determinado *in vivo*, por ensaios de digestibilidade e de crescimento, ou *in vitro*, por meio da avaliação da digestibilidade da proteína e de análises químicas.

IRABAGON (1959) verificou diminuição no ganho de peso de ratos com o aumento no nível de carunchamento do milho. Os dados demonstraram que grãos infestados tornaram a dieta menos aceitável pelos ratos do que a preparada com grãos isentos de ataque de insetos.

Alterações do valor nutritivo do milho em razão do ataque de insetos foram observadas durante o armazenamento em paiol (VILELA et al., 1988). Os autores observaram que os teores de carboidratos solúveis decresceram de 73,30 para 29,25% e a digestibilidade "*in vitro*" da matéria orgânica do grão de milho passou de 78,74 para 33,30% em 12 meses de armazenamento. Pelas análises químicas, entretanto, os teores de proteína bruta e de lipídios aumentaram, provavelmente devido à preferência dos insetos por se alimentarem do endosperma em vez do embrião, que é mais rico em proteína e óleo.

LOPES et al. (1988) observaram perda de peso e aumento na densidade do milho devido ao aumento no nível de carunchamento e mudanças na composição química, observando aumento no nível de proteína

bruta e fibra bruta, e redução da energia bruta do milho com o aumento no nível de carunchamento. Mudanças no perfil de aminoácidos também foram observadas. Entre os aminoácidos essenciais, lisina, metionina e cistina não apresentaram alterações. A isoleucina reduziu-se e houve um ligeiro aumento de histidina, arginina, valina e treonina com o aumento no nível de carunchamento. Leucina e fenilalanina foram os únicos aminoácidos essenciais a crescerem com mais intensidade. Os aminoácidos não essenciais aos suínos (ácido aspártico, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina e tirosina) cresceram com o aumento do nível de carunchamento do milho.

LOPES et al. (1990; 1991), trabalhando com o método de coleta total de fezes com suínos em fase de crescimento e terminação, observaram que o nitrogênio retido em relação ao ingerido, a energia digestível e a metabolizável reduziram-se devido à elevação do nível de carunchamento e atribuíram a redução ocorrida no coeficiente de digestibilidade do nitrogênio à produção de uma proteína diferente, formada principalmente por aminoácidos não essenciais que durante a digestão enzimática sofrem o processo de desaminação com liberação de nitrogênio na urina, ou pela produção de quitina, um carboidrato estrutural de animais que contém radicais aminas e presumivelmente possui baixa digestibilidade.

Diante do exposto propôs-se neste trabalho determinar a digestibilidade verdadeira ileal dos aminoácidos do milho com diferentes níveis de carunchamento usando as técnicas do abate ou sacrifício e a técnica da anastomose íleo-retal em suínos em crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1 : Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos do milho com diferentes níveis de carunchamento pela técnica da anastomose íleo retal com suínos em crescimento

Este trabalho foi conduzido no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a junho de 1998.

A anastomose íleo retal foi realizada segundo a técnica descrita por LOPES et al. (1998) no Centro Cirúrgico de Grandes Animais do Departamento

de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 4 suínos mestiços (Landrace X Large White), machos castrados, com peso médio de 25 kg. Após jejum de 24 horas os animais foram submetidos à medicação pré anestésica. Em seguida fez-se a laparotomia através de uma incisão na linha mediana ventral com aproximadamente 8 cm de comprimento, localizada imediatamente cranial à pelve. O intestino delgado foi seccionado a aproximadamente 5 cm da válvula íleo cecal. Os vasos mesentéricos maiores foram ligados com categute cromado 3-0 e o coto aboral do íleo foi ocluído com sutura de Cushing com o mesmo fio. O reto foi seccionado à aproximadamente 10 cm do ânus. Fez-se a anastomose término-terminal do íleo ao reto com sutura de Cushing com fio de categute cromado 3-0 interrompida na borda antemesentérica e na borda mesentérica. Em seguida, fez-se com o bisturi uma incisão circular com aproximadamente 2 cm de diâmetro na pele do flanco esquerdo próximo à prega inguinal. Por meio de dissecação roma e secção transversal dos músculos criou-se uma abertura até a cavidade peritoneal. Através dessa abertura o coto do cólon foi exteriorado e em seguida suturado à pele com uma sutura contínua simples interrompida em 180° feita com fio de nylon monofilamentar 2-0. A incisão mediana foi suturada em três planos de sutura contínua simples: a linha branca e o tecido subcutâneo com categute cromado 0 e a pele com nylon monofilamentar 2-0. Após a cirurgia os animais foram medicados com antibióticos, antiinflamatórios e analgésicos por cinco dias e foram diariamente examinados por 30 dias. Neste exame avaliou-se o comportamento, a temperatura retal, o apetite, o aspecto e consistência das fezes, a passagem de fezes pela colostomia, o aspecto da ferida na linha mediana e da colostomia. A sutura na pele feita na incisão mediana e na colostomia foi retirada 15 dias após a cirurgia.

Adotou-se o delineamento em quadrado latino 4 X 4 com quatro dietas a serem testadas e quatro animais com repetições no tempo por alimento.

Os suínos foram alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por PEKAS (1968) e receberam as dietas experimentais, distribuídas ao acaso após cada repetição, evitando-se que o mesmo animal recebesse a mesma dieta em repetições diferentes. Foram adotados períodos de adaptação de sete dias no início do experimento e de três dias em cada mudança de dieta. O período de coleta de dados, em cada repetição foi de quatro dias.

Foram utilizadas quatro dietas isoproteicas (Quadro 1) com 8% de proteína bruta T₁, T₂, T₃ e T₄ respectivamente para os níveis de 2; 10; 17 e 38% de carunchamento, e uma dieta isenta de proteína (DIP), esta ao final do ensaio com os quatro alimentos, para determinar a excreção endógena de aminoácidos.

Em todas as dietas foi adicionado 0,5% de óxido crômico como segurança caso não fosse possível a realização da determinação do consumo de dieta e da produção total de fezes.

Foram feitos exames de sangue e de fezes nos suínos, antes do período de adaptação às dietas experimentais, observando-se hemograma normal e ausência de parasitos gastrointestinais.

A quantidade de dieta fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no tamanho metabólico (kg^{0,75}). As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia às 8:00h e às 16:00h distribuindo-se metade do alimento em cada refeição.

Todas as dietas foram umedecidas, antes de ministradas aos animais para facilitar a ingestão. Após o consumo da dieta os animais receberam água à vontade.

Diariamente às 8:15 e às 16:15, procedeu-se a coleta de fezes, que eram pesadas e levadas a estufa com ventilação forçada a 56°C por cinco dias. Após, as fezes do mesmo animal foram mantidas em temperatura ambiente por uma hora para entrar em equilíbrio com a umidade do ar, pesadas moídas e acondicionadas em potes de vidro com tampa para análises posteriores.

Foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta, aminoácidos nas dietas e nas fezes no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990), à exceção dos aminoácidos que foram analisados por cromatografia de troca iônica, sendo utilizado um auto analisador de aminoácidos conforme metodologia descrita no Apêndice B.

Quadro 1 - Composição centesimal das dietas experimentais

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	DIP
Milho	95,012	86,862	82,305	97,234	-
Açúcar	-	-	-	-	40,434

Amido	2,216	10,341	14,886	-	47,000
Casca de arroz	-	-	-	-	3,655
Óleo de Soja	-	-	-	-	3,000
Cálcario	1,050	1,030	1,019	1,056	0,737
Fosfato bicálcico	0,781	0,821	0,843	0,770	1,229
Suplemento mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Sal	0,201	0,206	0,208	0,200	0,240
Óxido crômico	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Antioxidante (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Composição calculada :

Energia digestível (Kcal/kg)	3.401	3.418	3.427	3.396	3.772
Proteína bruta (%)	8,00	8,00	8,00	8,00	0,30
Fibra bruta (%)	1,69	1,55	1,45	1,73	1,50
Gordura (%)	3,12	2,85	2,70	3,20	3,12
Ácido linoleico (%)	1,75	1,55	1,51	1,73	1,64
Cálcio (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fósforo (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sódio (%)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

¹ Composição por 500 g de mistura : ferro 90,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 40,0 g; zinco 70,0 g e iodo 2,0 g.

² Composição por kg de mistura : Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D₃ 1.000.000 UI; Vitamina E 15.000 UI; Vitamina B₁ 1,5 g; Vitamina B₂ 3,0 g; Vitamina B₆ 1,5 g; ácido pantotênico 12,0 g; Vitamina C 30,0 g, Vitamina K₃ 12,5 g, ácido nicotínico 22,0 g, antioxidante 20,0 g e Vitamina B₁₂ 2,0 mg.

O Coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácido (CDvAA) foi calculado de acordo com a fórmula:

$$CDvAA = \frac{AA \text{ (g) ingerido} - (AA \text{ (g) excretado} - AA \text{ (g) endógeno})}{AA \text{ (g) ingerido}}$$

As análises estatísticas de variância e regressão foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas) desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1997).

Experimento 2 : Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento pela técnica do sacrifício com suínos em crescimento

Este trabalho foi conduzido no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no mês de julho de 1998.

Foram utilizados 40 suínos machos castrados com peso médio de 47,5 kg em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, duas repetições e quatro animais por unidade experimental.

Os suínos foram submetidos a jejum de 48 horas após o qual receberam as dietas em quantidades calculadas com base no tamanho metabólico ($\text{kg}^{0,75}$).

Foram utilizadas quatro dietas isoprotéicas (Quadro 1) com 8% de proteína bruta T_1 , T_2 , T_3 e T_4 , respectivamente para os níveis de 2; 10; 17 e 38% de carunchamento e uma dieta isenta de proteína (DIP) para determinar a excreção endógena de aminoácidos. As dietas foram as mesmas usadas no experimento.

Após quatro horas e trinta minutos do fornecimento da dieta os animais foram sacrificados por atordoamento com pancada na cabeça e posterior perfuração do coração. Imediatamente após o abate, o ventre dos animais foi aberto e o intestino exposto. Com o auxílio de pinças intestinais o segmento que se inicia no começo da prega íleo cecal e vai até o fim do íleo (aproximadamente 20 cm) foi obstruído, seccionado, lavado com um mínimo de água destilada para retirada de sangue e enxuto com o auxílio de papel-toalha. O conteúdo desta porção do intestino foi retirado e colocado em recipiente de vidro previamente seco e limpo. As amostras de quatro animais foram reunidas em um único frasco, para possibilitar o volume de amostra suficiente para realizar as análises laboratoriais.

Foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta, aminoácidos e óxido crômico nas dietas e nas fezes no Laboratório de Nutrição

Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990) à exceção dos aminoácidos que foram analisados por cromatografia de troca iônica, sendo utilizado um auto analisador de aminoácidos conforme metodologia descrita no Apêndice B.

O Coeficiente de Digestibilidade verdadeira de aminoácido (CDvAA) foi calculado de acordo com a fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSON (1977).

$$CDvAA(\%) = \frac{\text{mg AA/g dieta} - (\text{mg AA/g E1} \times F11 - \text{mg AA/g E2} \times F12) \times 100}{\text{mg AA/g dieta}}$$

em que

E1 = digesta da dieta teste

$$F11 = \text{fator de indigestibilidade da dieta} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dieta}}{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ digesta}}$$

E2 = digesta da dieta isenta de proteína

$$F12 = \text{Fator de indigestibilidade da dieta isenta de proteína} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ DIP}}{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ digesta}}$$

As análises estatísticas de variância e regressão foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas) desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento pelas técnicas da anastomose íleo retal e do sacrifício encontram-se nos Quadros 2 e 3, respectivamente.

Quadro 2 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira (%) dos aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento pela técnica da anastomose íleo retal com suínos em crescimento

Componente	Tratamentos				CV(%)
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Arginina	77,07	81,21	83,37	76,81	6,63
Isoleucina	78,46	77,84	74,29	76,03	6,19
Leucina	85,34	78,88	68,56	78,02	16,60
Lisina	76,58	70,64	75,58	65,48	11,46

Cisteína	69,20	75,14	59,29	82,79	12,05
Metionina	66,98	85,68	74,13	73,27	18,51
Fenilalanina	90,90	86,95	87,66	77,39	10,21
Treonina	78,25	77,71	74,07	76,41	21,77
Triptofano	75,51	83,93	78,65	73,99	24,71
Valina ¹	72,88	77,39	76,50	74,47	3,32
Histidina	79,91	79,63	88,61	78,91	5,89
Alanina	71,08	70,51	70,41	70,54	1,97
Ácido Aspártico	79,95	78,34	73,79	77,02	8,05
Glicina	66,34	65,79	63,89	66,01	15,55
Ácido glutâmico	90,29	85,65	86,66	79,32	7,03
Tirosina	75,70	84,76	74,68	78,77	14,71
Prolina	75,69	79,16	77,27	76,55	3,50
Serina	74,10	77,35	70,70	83,23	20,38

¹ Efeito quadrático (P<0,05).

Quadro 3 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira (%) dos aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento pela técnica do sacrifício com suínos em crescimento

Componente	Tratamentos				CV(%)
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Arginina	87,04	88,02	86,11	83,92	3,14
Isoleucina	81,54	86,53	83,73	87,33	5,98
Leucina	90,33	88,98	89,90	89,74	3,05
Lisina	74,53	75,39	74,04	75,69	5,44
Cisteína	87,87	87,17	89,10	88,19	3,28
Metionina	88,13	84,67	88,51	88,74	2,97
Fenilalanina	91,59	84,85	89,93	91,02	3,13
Treonina	80,84	80,95	83,17	81,16	5,15
Triptofano	87,36	85,43	87,22	87,14	3,15
Valina	83,45	86,51	87,04	87,82	4,16
Histidina	85,43	85,03	88,20	88,40	2,57
Alanina	71,34	71,02	71,60	73,67	1,53
Ácido Aspártico	80,94	79,87	80,94	81,59	1,11
Glicina	82,49	81,84	86,32	81,71	8,37
Ácido glutâmico	92,62	92,19	92,02	88,87	3,26
Tirosina ¹	91,93	89,60	87,39	72,62	6,64
Prolina	80,38	78,43	80,54	79,82	1,68
Serina ¹	92,64	91,64	91,34	81,55	3,49

¹ Efeito linear (P<0,05).

Analisando-se os dados observou-se efeito do nível de carunchamento sobre o coeficiente de digestibilidade da valina quando se utilizou a técnica da anastomose íleo-retal e sobre tirosina e serina quando se utilizou a técnica do sacrifício. Assim sendo, verifica-se que os resultados das duas técnicas diferem entre si. Pode-se observar que houve na maioria dos aminoácidos um efeito não significativo, mostrando que o nível de carunchamento parece não afetar a digestibilidade dos aminoácidos do milho. Para os aminoácidos que foram

afetados pode se fazer a suposição de que haja uma diferença na digestibilidade entre as diferentes frações de proteína no milho (zeína e glutelinas). Sob este enfoque, e considerando que o ataque inicial dos insetos ocorre primeiro no endosperma (rico em zeína) e posteriormente atinge o embrião, a queda da digestibilidade dos aminoácidos (tirosina e serina) indicaria que a digestibilidade desses aminoácidos no embrião (glutelina) é menor que a digestibilidade desses aminoácidos no endosperma. Por outro lado o aumento da digestibilidade de um aminoácido nos três primeiros níveis de carunchamento e posterior queda no último nível de carunchamento (valina) indicaria que a digestibilidade desse aminoácido no embrião (rico em glutelina) é maior que a digestibilidade desse aminoácido no endosperma.

Outra consideração pode ser feita comparando-se os valores médios de digestibilidade dos aminoácidos do milho obtidos pelas duas técnicas com dados de tabelas (RHONE POULENC, 1993) e de literatura (BELLAYER e EASTER, 1998) que são apresentados no Quadro 4.

Pela análise dos dados observou-se que os valores médios de digestibilidade dos aminoácidos do milho obtidos pela técnica do sacrifício aproximam-se mais dos valores da tabela (RHONE POLEUNC, 1993) do que os valores obtidos pela técnica da anastomose íleo-retal, e que os valores encontrados por BELLAYER e EASTER (1998) apesar de mais baixos foram mais próximos dos valores obtidos pela técnica da anastomose íleo retal.

Analisando os dados obtidos neste trabalho, em cada técnica (Quadros 2 e 3), observou-se que os coeficientes de variação obtidos pela técnica do sacrifício são menores que os obtidos pela técnica da anastomose íleo-retal, evidenciando uma maior precisão desta técnica.

Quadro 4 - Digestibilidade verdadeira (%) dos aminoácidos do milho obtidas de diferentes fontes

Aminoácido	Fonte			
	Anastomose	Sacrifício	RHONE-POLEUNC	BELLAYER (1998)
Arginina	79,62	86,27	89	77,74
Isoleucina	76,65	84,78	87	70,86
Leucina	77,70	89,74	92	77,02
Lisina	72,07	74,91	77	47,71
Cisteína	71,60	88,08	87	-
Metionina	75,01	87,51	89	-

Fenilalanina	85,72	89,34	90	79,04
Treonina	76,61	81,53	83	56,89
Triptofano	78,02	86,79	87	49,59
Valina	75,31	86,20	87	71,48
Histidina	81,76	86,76	88	71,20
Alanina	70,63	71,91	-	74,08
Ácido Aspártico	77,28	80,83	-	63,69
Glicina	65,51	83,09	82	49,66
Ácido glutâmico	85,48	91,42	-	80,08
Tirosina ¹	78,48	85,38	90	62,30
Prolina	77,16	79,79	-	69,74
Serina ¹	76,35	89,29	90	69,29

¹ Efeito linear (P<0,05).

Assim sendo pode-se inferir que em geral não houve diferenças entre a digestibilidade da maior parte dos aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento e que a técnica do sacrifício proporcionou valores mais coerentes com a literatura e com menor coeficiente de variação além de ser uma técnica menos combatida pelos defensores do bem estar animal do que a técnica da anastomose íleo retal.

Cabe ressaltar que para alguns valores de digestibilidade de aminoácidos obtidos pela técnica da anastomose íleo-retal houve efeito do animal e da repetição no tempo (colunas e linhas) podendo isto ser explicado pelo depauperamento dos animais durante o período experimental, lembrando que estes animais sofreram um estresse fortíssimo devido à cirurgia e ao tempo em que ficaram nas gaiolas de metabolismo (Quadro 12 a 17 do apêndice A).

5. CONCLUSÕES

O carunchamento alterou o coeficiente de digestibilidade da valina, quando se utilizou a técnica da anastomose íleo-retal e da tirosina e serina, quando se utilizou a técnica do sacrifício. Pode-se observar que houve na maioria dos aminoácidos um efeito não significativo

Os resultados em valores absolutos das duas técnicas diferem entre si.

A técnica do sacrifício obteve valores mais coerentes com a literatura e com menor coeficiente de variação, além de ser uma técnica menos combatida pelos defensores do bem-estar animal do que a técnica da anastomose íleo retal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLAVER, C.; EASTER R.A. 1998. Estimates of true ileal digestibilities of corn, soybean meal and alternative feed ingredients for swines. *Pesq. Agropec. Bras.*, 33(5):737-744.
- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a *H. zea* em milho.** Jaboticabal – SP: UNESP, 1978. 68p. Tese livre docência – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- IRABAGON, T.A. 1959. Rice weevil damage to stored corn. *J. Economy Entomology*, 52(6):1130-1136.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; et al. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(4):367-371.1988.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L; ALVARENGA, J.C.; et al. 1990. Efeitos do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 19(3):181-185.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L; ALVARENGA, J.C.; et al. 1991. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 20(2):131-135.
- LOPES, M.A.F.; FONTES, D.O.; SOUZA, A.V.C.; et al. Anastomose íleo-retal em suínos com colostomia (técnica de LAPLACE modificada). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu, p.327-329.1998.
- PEKAS, J.C. Versatile swine in laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **J. Anim. Sci.**27(5) : 1303-1306, 1968.
- RHÔNE POULENC. 1993. Feed ingredients formulation in digestible amino acids. **RHODIMETtm NUTRITION GUIDE** 2.ed., 55p.
- ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSON, W.R. 1977. Estudos de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 6:54-75.

SILVA, D.J. 1990. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 165p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Manual de Utilização do Programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), Viçosa, MG. 1997. 59p.

VILELA, H.; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; et al. 1988. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. *R. Soc.Bras. Zootec.*, 17(5):428-433.

RESUMO E CONCLUSÕES

Quatro experimentos foram conduzidos com 59 suínos mestiços (Large White – Landrace) em fase de crescimento com o objetivo de estudar o efeito do nível de carunchamento sobre a composição química e valores de digestibilidade de nutrientes e da energia do milho para suínos em crescimento.

O primeiro experimento constituiu-se de análise da composição química do milho com diferentes níveis de carunchamento (2; 10; 17 E 38%). Com base nos resultados conclui-se que o aumento do nível de carunchamento provocou aumento linear do teor de matéria seca, fibra bruta e cinzas, e, efeito quadrático sobre o extrato não nitrogenado, gordura, proteína bruta, densidade e energia bruta do milho.

Não se detectou a presença de micotoxinas (aflatoxinas, ochratoxina e zearelenona) e de partes de insetos, entretanto, a composição aminoacídica dos grãos foi alterada com o aumento no nível de carunchamento. Os aminoácidos valina e isoleucina apresentando os maiores aumentos e metionina, leucina e fenilalanina as maiores reduções entre os aminoácidos essenciais. Dentre os aminoácidos não essenciais, a glicina e histidina apresentaram os maiores aumentos, enquanto os valores de prolina, alanina, tirosina, cisteína, tirosina e serina caíram com o aumento do nível de carunchamento de 2 para 38%.

O segundo experimento envolveu 15 suínos em fase de crescimento (cinco tratamentos e três repetições) em um delineamento inteiramente

casualizado, alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes à descrita por PEKAS (1968) para avaliação da energia digestível e metabolizável, e coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta do milho com diferentes níveis de carunchamento.

A elevação do nível de carunchamento do milho provocou alterações na digestibilidade dos grãos reduzindo o nível de energia digestível e o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo do milho, mas não alterou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, da fibra bruta e da energia metabolizável.

O terceiro experimento envolveu quatro suínos em fase de crescimento, anastomosados, arranjados em delineamento de quadrado latino, alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes à descrita por PEKAS (1968), para determinação da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos do milho com diferentes níveis de carunchamento.

Quanto à digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos do milho em diferentes níveis de carunchamento, apenas foi verificado efeito de tratamento sobre o aminoácido valina.

O quarto experimento envolveu 40 suínos em fase de crescimento (cinco tratamento e duas repetições com quatro animais por unidade experimental) em um delineamento inteiramente casualizado. Verificou-se efeito do tratamento sobre a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos serina e tirosina.

As duas técnicas (anastomose íleo-retal e sacrifício) chegaram a valores e resultados diferentes. A técnica do sacrifício obteve valores mais coerentes com a literatura e com menor coeficiente de variação além de ser uma técnica menos combatida pelos defensores do bem-estar animal do que a técnica da anastomose íleo retal.

APÉNDICES

APÊNDICE A

Quadro 1A - Resumo da análise de variância referentes á Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Extrato Etéreo (EE), Cinzas, Extrato Não Nitrogenado (ENN) e Densidade (DENS.) do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	MS	PB	FB
Tratamento	3	0,4300985*	1,460440*	0,07267501
Linear	1	1,261495*	0,001188135	0,1470150**
Quadrático	1	0,00480022	3,929639*	0,05467502
Cúbico	1	0,02400049	0,4504932*	0,01633500
Repetição	2	0,03917360	0,01738979	0,07409999
Resíduo	6	0,004541744	0,003864431	0,03960000
CV(%)		0,077	0,699	11,133

* (P<0,01).

** (P<0,11).

Quadro 2A - Resumo da análise de variância referentes à Extrato Etéreo (EE), Cinzas, Extrato Não Nitrogenado (ENN) e Densidade (DENS.) do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios				
	GL	EE	CINZAS	ENN	DENS.
Tratamento	3	0,2806000*	0,05707501***	2,013469	1.830,889*
Linear	1	0,7935001*	0,1242150**	0,3063076	4.472,067*
Quadrático	1	0,02429998**	0,04687500	4,280491**	833,3333*
Cúbico	1	0,02400002**	0,0001350005	1,453610	187,2667**
Repetição	2	0,01560000	0,2364250	0,1255302	78,25000
Resíduo	6	0,002100001	0,01609167	0,6444621	14,13889
CV(%)		1,38	6,637	1,118	0,502

* (P<0,01).

** (P<0,05).

*** (P<0,10).

Quadro 3A - Resumo da análise de variância referentes à Energia Bruta (EB), Energia Digestível (ED) e Energia Metabolizável (EM), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	EB	ED	EM
Tratamento	3	6018,804	46676,38	30346,33
Linear	1	27,63527	128677,8***	83569,71
Quadrático	1	17284,85*	3818,842	6485,240
Cúbico	1	743,9256**	7532,450	984,0452
Repetição	2	37,02739	77380,44	69878,39
Resíduo	6	101,5907	27797,62	35029,38
CV(%)		0,257	4,948	5,696

* (P<0,01).

** (P<0,05).

*** (P<0,10).

Quadro 4A - Resumo da análise de variância referentes ao Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta (CDPB), Coeficiente de Digestibilidade do Extrato Etéreo (CDEE) e Coeficiente de Digestibilidade da Fibra Bruta (CDFB) do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	CDPB	CDEE	CDFB
Tratamento	3	2,187062	214,4064	1,973935
Linear	1	1,064802	612,8075*	3,792619
Quadrático	1	3,648721	16,79152	0,7475025
Cúbico	1	1,847664	13,62028	1,381683
Repetição	2	25,10761	8,962606	6,449520
Resíduo	6	6,412043	4,462286	159,1093
CV(%)		3,349	2,596	28,822

* (P<0,01).

Quadro 5A - Resumo da análise de variância referentes ao Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta (CDEB), Coeficiente de Metabolizabilidade da Energia Bruta;(CMEB) e relação Energia Digestível/Energia Metabolizável (ED/EM) do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	CDEB	CMEB	ED/EM
Tratamento	3	0,00305839	0,001972555	5,124397
Linear	1	0,00873161**	0,005680184	3,096617
Quadrático	1	0,0001719327	0,00005800253	0,1815663
Cúbico	1	0,0002716407	0,0001794771	12,09501
Repetição	2	0,005123205	0,004640071	0,5613538
Resíduo	6	0,001620496	0,2065821	1,123956
CV(%)		4,685	5,424	1,087

** (P<0,05).

Quadro 6A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício da Alanina (ALA), Arginina (ARG) e Ácido Aspártico (ASP), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	ALA	ARG	ASP
Tratamento	3	2,883501	6,136750	1,014152
Linear	1	5,760822	12,71256	0,9180893
Quadrático	1	2,856039	5,008627	1,479202
Cúbico	1	0,03364065	0,6890645	0,6451643
Repetição	1	12,35044	1,193516	1,248203
Resíduo	3	1,201814	7,349637	0,8101702
CV(%)		1,525	3,142	1,114

Quadro 7A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício da Glicina (GLI), Isoleucina (ILE) e Leucina (LEU), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	GLI	ILE	LEU
Tratamento	3	9,485023	14,11006	0,6302309
Linear	1	0,4558202	21,22849	0,07224844
Quadrático	1	7,821020	0,9660492	0,6962004
Cúbico	1	20,17823	20,13564	1,122244
Repetição	1	71,46094	42,41204	3,808806
Resíduo	3	48,38156	25,68284	7,490567
CV(%)		8,371	5,978	3,050

Quadro 8A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício do Ácido Glutâmico (GLU), Lisina (LIS) e Cisteína (CIS), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	GLU	LIS	CIS
Tratamento	3	5,938186	1,154246	1,277765
Linear	1	13,07593	0,4558283	0,8409942
Quadrático	1	3,685623	0,3081124	0,02205061
Cúbico	1	1,052999	2,698798	2,970251
Repetição	1	12,07862	34,07252	21,19004
Resíduo	3	8,884042	16,60395	8,342141
CV(%)		3,260	5,440	3,279

Quadro 9A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício da Metionina (MET), Fenilalanina (PHE) e Tirosina (TIR), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	MET	PHE	TIR
Tratamento	3	7,304487	18,94354	151,7257
Linear	1	3,231928	1,125600	361,6218**
Quadrático	1	6,789632	30,69361	77,43903
Cúbico	1	11,89190	25,01141	16,11629
Repetição	1	1,611009	2,892010	56,02112
Resíduo	3	6,734070	7,802242	32,11455
CV(%)		2,965	3,126	6,637

** (P<0,5).

Quadro 10A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício da Treonina (TRE), Triptofano (TRP) e Prolina (PRO), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	TRE	TRP	PRO
Tratamento	3	2,428478	1,654581	1,840547
Linear	1	1,001721	0,1276885	0,01722194
Quadrático	1	2,257804	1,711254	0,7503106
Cúbico	1	4,025909	3,124802	4,754108
Repetição	1	16,04610	0,9660438	0,05611219
Resíduo	3	17,65371	7,479246	1,804514
CV(%)		5,154	3,151	1,684

Quadro 11A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica do sacrifício da Valina (VAL), Histidina (HIS) e Serina (SER), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	VAL	HIS	SER
Tratamento	3	7,325665	6,350624	53,93934
Linear	1	18,60495	14,56850	112,7616
Quadrático	1	2,599206	0,1800014	38,63202
Cúbico	1	0,7728414	4,303372	10,42442
Repetição	1	0,08404994	33,04846	2,761255
Resíduo	3	12,82616	4,953352	9,725694
CV(%)		4,155	2,565	3,493

Quadro 12A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal da Alanina (ALA), Arginina (ARG) e Ácido aspártico (ASP), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	ALA	ARG	ASP
Tratamento	3	0,3710079	41,36430	27,34942
Linear	1	0,6072668	0,3699157	35,65790
Quadrático	1	0,4935054	114,5970***	23,35306
Cúbico	1	0,01225139	9,126016	23,03730
Linha	3	9,573366**	257,0217**	78,51976
Coluna	3	1,299366	82,63525	34,89285
Resíduo	6	1,932126	27,85882	38,73015
CV(%)		1,968	6,630	8,053

** P<(0,05).

*** P<(0,10).

Quadro 13A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal da Glicina (GLI),

Isoleucina (ILE) e Leucina (LEU), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	GLI	ILE	LEU
Tratamento	3	4,875703	14,21480	191,4623
Linear	1	1,687794	23,55535	208,7873
Quadrático	1	7,128906	5,534261	253,9243
Cúbico	1	5,810408	13,55481	111,6755
Linha	3	95,78776	68,81907	272,3035
Coluna	3	127,7302	405,4202*	38,30125
Resíduo	6	103,7758	22,53167	166,3742
CV(%)		15,551	6,193	16,601

* P<(0,01).

Quadro 14A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal do Ácido Glutâmico (GLU), Lisina (LIS) e Cisteína (CIS), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	GLU	LIS	CIS
Tratamento	3	83,38628	104,1190	393,5408
Linear	1	203,5858***	160,8580	124,3509
Quadrático	1	7,317014	17,38891	308,5293***
Cúbico	1	39,25603	134,1102	747,7423**
Linha	3	11,95278	79,45912	465,5146**
Coluna	3	7,929654	24,92956	14,75487
Resíduo	6	36,10628	68,15615	74,43215
CV(%)		7,030	11,455	12,049

** P<(0,05).

*** P<(0,10).

Quadro 15A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal da Metionina

(MET), Fenilalanina (PHE) e Tirosina (TIR), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	MET	PHE	TIR
Tratamento	3	242,8305	135,3485	82,31782
Linear	1	10,73112	317,1663***	0,1584191
Quadrático	1	382,7892	39,84768	24,75059
Cúbico	1	334,9711	49,03139	222,0445
Linha	3	238,5037	244,6487	46,71957
Coluna	3	134,0790	25,64175	35,45034
Resíduo	6	1156,416	76,58682	133,2993
CV(%)		18,507	10,209	14,712

*** P<(0,10).

Quadro 16A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal da Treonina (TRE), Triptofano (TRP) e Prolina (PRO), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	TRE	TRP	PRO
Tratamento	3	13,90110	77,21921	8,713208
Linear	1	16,85450	19,33561	0,09591049
Quadrático	1	8,323193	171,1518	17,53512
Cúbico	1	16,52562	41,17018	8,508589
Linha	3	85,85624	254,0882	35,41663**
Coluna	3	196,1945	118,7817	2,227124
Resíduo	6	278,2207	371,5433	7,279313
CV(%)		21,772	24,706	3,496

** P<(0,05).

Quadro 17A - Resumo da análise de variância referentes à Digestibilidade ileal obtida pela técnica da anastomose íleo-retal da Valina (VAL),

Histidina (HIS) e Serina (SER), do milho em diferentes níveis de carunchamento

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	VAL	HIS	SER
Tratamento	3	16,44855	84,07227***	113,7967
Linear	1	3,006987	7,128183	86,00881
Quadrático	1	42,73889**	88,73637***	86,16485
Cúbico	1	3,599768	156,3523**	169,2165
Linha	3	88,77561*	91,45095***	189,4940
Coluna	3	52,41580**	38,07235	298,0256
Resíduo	6	5,891118	23,19083	242,1371
CV(%)		3,223	5,890	20,382

** P<(0,05).

*** P<(0,10).

APÊNDICE B

Metodologia de Determinação de Aminoácidos

Para a determinação dos aminoácidos três amostras de cada lote de milho foram pesadas em frascos de penicilina.

Ao primeiro frasco foi adicionado 5 ml de uma solução de ácido clorídrico 6N. Em seguida o frasco foi lacrado com tampa de vácuo e lacre de metal e o ar de seu interior retirado com auxílio de uma bomba de vácuo. O frasco foi colocado em estufa a 110 °C por 24 horas e em seguida retirado da estufa e após resfriamento em temperatura ambiente aberto, e seu conteúdo filtrado em papel-filtro. Uma alíquota de 0,5 ml foi transferida para balão volumétrico de 25 ml e o conteúdo seco com auxílio de gás argônio comum. Após a secagem o conteúdo foi redissolvido com ácido clorídrico 0,02N até completar o volume do balão. Com o auxílio de uma seringa e filtro milipore de 0,45 micra, a amostra foi colocada em um vial previamente limpo e seco para posterior análise em um auto-analisador de aminoácidos para determinação de alanina, arginina, ácido aspártico, glicina, isoleucina, leucina, ácido glutâmico, lisina, fenilalanina, tirosina, treonina, prolina, valina, histidina e serina.

No segundo frasco foi adicionado 5 ml de uma solução de hidróxido de lítio 4N. Em seguida o frasco foi lacrado com tampa de vácuo e lacre de metal e o ar de seu interior retirado com auxílio de uma bomba de vácuo. O frasco foi colocado em estufa a 110 °C por 22 horas e, em seguida, retirado da estufa. Após resfriamento em temperatura ambiente foi aberto. Foi então adicionado 1 ml de ácido fosfórico 85% e o frasco fechado novamente, e agitado para retirar o gás formado. O conteúdo do frasco foi então transferido para balão volumétrico de 25 ml e o conteúdo seco com auxílio de gás argônio comum. Após a secagem o conteúdo foi redissolvido com ácido clorídrico 0,02N até completar o volume do balão. Com o auxílio de uma seringa e filtro milipore de 0,45 micra, a amostra foi colocada em um vial previamente limpo e seco para posterior análise em um auto-analisador de aminoácidos para determinação de triptofano.

No terceiro e último frasco foi adicionado 2 ml de uma solução de ácido perbromico e o frasco colocado em banho de gelo (0 °C) por 20 horas. Em seguida foi adicionado 0,3 ml de ácido bromídrico e o conteúdo do frasco foi seco com auxílio de gás argônio comum. O frasco foi então submetido ao

mesmo procedimento usado no primeiro frasco (hidrólise ácida com ácido clorídrico 6N) para análise de metionina sulfona e ácido cistéico e seus valores convertidos para metionina e cisteína.