

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANDRÉ CRISTIANO LOHMANN

**NIVEIS DE VALINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM REDUÇÃO DE PROTEÍNA
BRUTA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 15 AOS 30 KG DE PESO
VIVO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANDRÉ CRISTIANO LOHMANN

**NIVEIS DE VALINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM REDUÇÃO DE PROTEÍNA
BRUTA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 15 AOS 30 KG DE PESO
VIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

L833n Lohmann, André Cristiano
Níveis de valina digestível em rações com redução de proteína bruta para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo. /André Cristiano Lohmann. – Marechal Cândido Rondon, 2009.
49 p.

Orientador : Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

Dissertação(Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2009

1.Nutrição. 2. Aminoácidos de cadeia ramificada. 3. Desempenho. 4. Metabolismo do nitrogênio. 5. Parâmetros sanguíneos.6.Suinocultura. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 636.085

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborado por Helena Soterio Bejio CRB-9ª/965

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ANDRÉ CRISTIANO LOHMANN

**NÍVEIS DE VALINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM REDUÇÃO DE
PROTEÍNA BRUTA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 15 AOS 30
KG DE PESO VIVO**

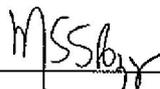
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 20 de março de 2009.

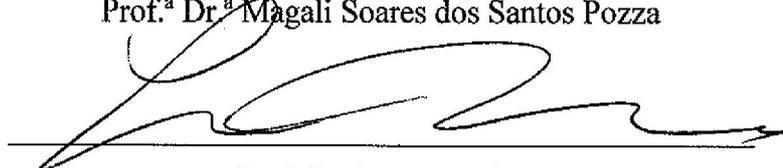
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza



Prof.ª Dr.ª Magali Soares dos Santos Pozza



Prof. Dr. Ivan Moreira

DEUS é a fonte de tudo que temos e somos, portanto somente a ele é que devemos agradecer todos os dias de nossa vida.

Aos meus pais, Lothário e Marli, pela educação, exemplo e amizade.

Aos meus irmãos Tiago e Felipe pela compreensão e amizade.

AGRADECIMENTO

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade de realização da pós-graduação em Zootecnia.

Ao professor Paulo Cesar Pozza, pelos ensinamentos, pela valiosa orientação e acima de tudo pela amizade e humildade que tem para com todos.

Aos professores Ricardo Vianna Nunes e Magali Soares dos Santos Pozza, pelo auxílio, amizade e ensinamentos. Exemplos profissionais e pessoais a serem seguidos.

Aos colegas Douglas B. Lazzeri, Edson Richart, João de Moraes Pereira Junior, Leandro Dalcin Castilha, Mayara Rodrigues, Maikel Possamai, Mauricio Osvaldo Wochner e Tiago Junior Pasquetti pela ajuda na realização do presente experimento e pela amizade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental pelo auxílio prestado durante os experimentos.

Aos colegas Deise Dalazen Castagnara, Maikel Possamai e Mariusa de Lima, pela sincera amizade e pelo apoio.

Aos meus amigos Marcelo Luis Fetsch, Irene Maul, Ederson Voight, Alessandra Fetsch.

Aos demais professores que nos auxiliaram durante o curso pelos seus ensinamentos e amizades que demonstraram.

Aos demais colegas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e pela amizade ao longo do curso.

BIOGRAFIA

ANDRÉ CRISTIANO LOHMANN, filho de Lothário Dreyer Lohmann e Marli Marisa Lohmann, nasceu em 22 de dezembro de 1983, em Marechal Cândido Rondon.

Em dezembro de 2006, diplomou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR.

Em março de 2007 iniciou o Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, concentrando os seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em março de 2009.

RESUMO

LOHMANN, ANDRÉ CRISTIANO; M.S.; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Março de 2009; **Níveis de valina digestível em rações com redução de proteína bruta para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo**. Orientador: Dr. Paulo Cesar Pozza, Conselheiros: Dr. Ricardo Vianna Nunes e Dra. Magali Soares dos Santos Pozza.

Foram realizados dois experimentos, um de balanço de nitrogênio (BN) e outro de desempenho, para avaliar níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo. Foram utilizados, no BN, 20 suínos, mestiços, machos castrados, com peso vivo inicial de $22,88 \pm 1,19$ kg, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos (0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88% valina digestível) e quatro repetições. No experimento de desempenho foram utilizados 40 suínos, machos castrados, mestiços, com peso inicial de $15,49 \pm 0,06$ kg, distribuídos em um delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos (os mesmos), quatro repetições e dois animais por unidade experimental. A excreção de N na urina respondeu de forma quadrática ($P < 0,05$), observando-se redução até o valor de 6,66 g/dia de N, correspondendo ao nível de 0,641% de valina digestível na dieta. A relação N retido:N absorvido apresentou resposta quadrática ($P < 0,05$), indicando nível ótimo de valina digestível de 0,748%. A excreção total de N apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), em função dos níveis de valina, sendo reduzida até o nível de 0,730% de valina digestível na dieta, e a partir deste nível a excreção aumentou novamente. O CDVal e a EUValG apresentam efeito linear ($P < 0,01$). A EUValG aumentou de forma linear à medida que se aumentou os níveis de valina digestível, indicando redução na eficiência de utilização da valina. O modelo LRP ($P < 0,01$), mostrou redução da EUValG até 0,79% de valina digestível. Dentre os parâmetros sanguíneos avaliados somente a creatinina apresentou resposta ($P < 0,07$). Conclui-se que o nível de 0,748% de valina digestível foi o mais adequado, ao se considerar o nitrogênio retido: nitrogênio absorvido, para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

Palavras chaves: aminoácidos de cadeia ramificada, desempenho, metabolismo do nitrogênio, parâmetros sanguíneos.

ABSTRACT

LOHMANN, ANDRÉ CRISTIANO; M.S.; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; March of 2009. **Dietary digestible valine levels with reduction of crude protein for barrow of 15 to 30 kg of body weight.** Adviser: Dr. Paulo Cesar Pozza. Committee member: Dr. Ricardo Vianna Nunes and Dra. Magali Soares dos Santos Pozza.

Two experiments were carried out, digestibility and performance growth, to evaluate the levels of digestible valine for barrows from 15 to the 30 kg of body weight. In the digestibility assay were used 20 swines, crossbred, castrated males, with initial weight of $22,88 \pm 1,19$ kg, allotted individually in metabolic cages, in an randomized blocks desing, constituted of five treatments (0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88%) and four replicates. In the performance experiment were used 40 swines, barrows, crossbred, with initial weight of $15,49 \pm 0,06$ kg, to evaluate the digestible valine levels, distributed in a randomized blocks design with five treatments (the same), four replicates and two animals per experimental unit. The excretion of N in the urine showed quadratic effect ($P < 0,05$), when using the Broken Line Model (LRP), being observed a reduction until the value of 6,66 g/day of N, corresponding the level of 0,641% of digestible valine in the diet. The retained N: absorbed N ratio showed a quadratic effect ($P < 0,05$), indicating 0,748% as the better digestible valine level. The total excretion of N presented a quadratic effect ($P < 0,05$), in function of the valine levels, being reduced until the level of 0,730% of digestible valine in the diet, and starting from this level the excretion increased again. However daily valine intake (DVall) and valine efficiency utilization for gain (ValEUG) present linear effect ($P < 0,01$). The ValEUG increased in a linear way as the digestible valine levels increased in the diet, indicating reduction in the efficiency of valine use. The LRP model ($P < 0,01$), showed reduction of EUValG up to 0,79% of digestible valine. The creatinina was the only blood parameter the sowed a different ($P < 0,07$). The level of 0,748% of digestible valine was the most appropriate, when being considered the retained nitrogen: absorbed nitrogen, for barrows from 15 to 30 kg of body weight.

Key words: blood parameters, branched chain amino acids, metabolism of nitrogen, performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Nitrogênio excretado na urina em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.	32
Figura 2. Relação N retido:N absorvido em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.	33
Figura 3. Excreção total de nitrogênio em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.	34
Figura 4. Eficiência de utilização da valina para ganho em função dos níveis de valina digestíveis em rações para suínos machos dos 15 aos 30 kg de peso vivo. ...	40
Figura 5. Creatinina plasmática em função dos níveis de valina digestíveis em rações para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30kg.....	26
Tabela 2. Efeito dos níveis de valina digestível sobre o balanço de nitrogênio em suínos machos castrados na fase inicial	31
Tabela 3. Efeito dos níveis de valina sobre a Proteína Bruta Consumida (PBC), Proteína Bruta Excretada nas Fezes (PBF), Proteína Bruta Excretada na Urina (PBU), Proteína Bruta Retida (PBR) e a Utilização Líquida de Proteína (ULP) em suínos machos castrados na fase inicial	35
Tabela 4. Efeito dos níveis de valina sobre o desempenho e utilização de nitrogênio para valina digestível para ganho de peso em suínos machos castrados dos 15 aos 30kg de peso vivo.	37
Tabela 5. Efeitos dos níveis de valina sobre a creatinina e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) em rações para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.	40

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Redução da proteína bruta em rações para suínos	17
2.2 Valina em rações para suínos	20
2.3 Proteína dietética e excreção de nitrogênio	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Experimento I – Balanço de Nitrogênio	25
3.2. Experimento II - Ensaio de Desempenho	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 Experimento I – Balanço de nitrogênio.....	31
4.2 Experimento II - Ensaio de desempenho.....	37
5 CONCLUSÃO.....	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Existe, por parte do mercado consumidor, uma tendência em diminuir o consumo de gordura de origem animal. Para satisfazer estas exigências, pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de diminuir a deposição de gordura, obtendo maior eficiência de ganho em carne e maior porcentagem de carne magra na carcaça dos animais (OLIVEIRA et al., 2003).

Kiefer et al. (2005) relataram que a sucessiva seleção para maior deposição de proteína, em detrimento da deposição de gordura, tem demandado a reavaliação constante das exigências nutricionais dos suínos, uma vez que mudanças nas taxas de deposição de tecidos corporais geram diferença na exigência diária de nutrientes, sobretudo de aminoácidos.

Durante muitos anos a formulação de rações para suínos foi baseada no conceito de proteína bruta, que na maioria das vezes fazia com que as dietas tivessem níveis de aminoácidos desbalanceados, resultando em excesso de vários destes nutrientes e ocasionando sua desaminação, ficando o nitrogênio resultante disponível para a síntese de outros compostos ou simplesmente excretado enquanto a cadeia carbônica era predominantemente utilizada como fonte de energia (NONES et., 2002).

Com a disponibilidade de aminoácidos sintéticos as rações podem ser formuladas, segundo Penz Jr (1992) e Rademacher (1997), com níveis destes nutrientes mais próximos das necessidades dos animais, atendendo ao conceito de proteína ideal. Desta forma, a exigência de proteína total é reduzida, devido à melhor eficiência de utilização dos aminoácidos, diminuindo a excreção de nitrogênio e o impacto negativo dos dejetos de suínos sobre o meio ambiente.

Outro fator que pode estar envolvido na variação entre os resultados de pesquisas é o perfil aminoacídico das dietas experimentais. Em rações para suínos, quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado, e o de lisina suficiente, as respostas dos animais podem estar limitadas pelo aminoácido deficiente, e não pela lisina. Nesse sentido foi proposto o estabelecimento de um balanço ideal dos aminoácidos essenciais para suínos (WANG e FULLER, 1989; CHUNG e BAKER, 1992; e VAN LUNEN e COLE, 1996).

O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos aminoácidos permite uma nutrição mais precisa, oferecendo a possibilidade, para o formulador, de substituir, parcialmente, o requerimento do nível mínimo protéico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução dos custos e da emissão de poluentes no ambiente (SUIDA, 2007), corroborando os relatos de que a redução do nível de proteína bruta e a suplementação de aminoácidos sintéticos, mantendo-se a relação aminoacídica de uma dieta (proteína ideal), podem reduzir a emissão de nitrogênio nos dejetos sem prejudicar o desempenho dos animais (DE LA LLATA et al., 2002).

Conforme Haese et al. (2006) a utilização de híbridos comerciais e a disponibilização comercial de grande quantidade de aminoácidos sintéticos, como lisina, metionina, treonina e triptofano, têm proporcionado aos nutricionistas a possibilidade de formular rações ajustadas segundo as exigências específicas para cada situação, otimizando o potencial de desempenho e as características de carcaça dos suínos, reduzindo o impacto ambiental dos dejetos produzidos.

Entre os aminoácidos essenciais, a lisina, treonina, metionina e o triptofano são considerados aminoácidos-chave (HAHN e BAKER, 1995) e, segundo Fraga et al. (2008), na formulação de dietas o modelo de proteína ideal geralmente é aplicado apenas aos aminoácidos mais limitantes nos ingredientes das rações. A lisina geralmente é o primeiro aminoácido limitante em dietas convencionais para suínos. Ribeiro et al. (2006) afirmam que a treonina é, normalmente, o segundo ou o terceiro aminoácido limitante, podendo ser o primeiro, quando a ração for suplementada com lisina sintética.

Lordelo et al. (2008), relataram que leitões podem ter desempenhos ótimos com dietas de baixa proteína bruta (PB), baseadas em milho, farelo de soja e trigo, desde que suplementadas com lisina, triptofano, treonina, metionina e valina.

Nyachoti et al. (2006) observaram diminuição linear no ganho de peso diário de leitões de aproximadamente 6 kg, quando a proteína bruta foi diminuída nas rações de 21,00 para 17,00% PB, revelando que a composição dos aminoácidos analisada nas rações experimentais apresentaram deficiência de isoleucina e valina, podendo ter provocado tais quedas no desempenho. Os autores sugeriram que a valina, e/ou algum outro aminoácido essencial, poderiam ter limitado o desempenho destes leitões. Da mesma forma Figueroa et al. (2002) inferiram que a valina ou a isoleucina possam ter limitado o desempenho de suínos quando a proteína bruta da dieta foi reduzida em quatro unidades percentuais.

Assim, é importante obter estimativas mais precisas da exigência de valina em leitões para permitir a formulação das dietas que atendam adequadamente às exigências nutricionais.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os níveis de valina digestível em rações com redução da proteína bruta, para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Redução da proteína bruta em rações para suínos

O melhor balanceamento dos aminoácidos, em rações para suínos pode ser obtido utilizando-se o conceito da proteína ideal, entendido como o balanço entre os aminoácidos da dieta capaz de suprir as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e ao crescimento da espécie. Neste conceito, a lisina tem sido utilizada como referência no estabelecimento da exigência dos demais aminoácidos, expressos como relação ou porcentagem do valor de lisina (HAESE et al., 2006).

Conceitualmente, proteína ideal consiste no balanço ideal dos aminoácidos da ração capaz de prover, sem deficiências nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e ao crescimento da espécie (ZAVIEZO, 1998). Por esse conceito, deve-se prever a relação entre os aminoácidos essenciais digestíveis e a lisina digestível, considerada padrão (100) por ser utilizada basicamente para a síntese protéica, principal componente do tecido magro de suínos.

Assim, a suplementação de aminoácidos às rações com baixos níveis de proteína para suínos tem, entre outros, o propósito de reduzir os excessos de aminoácidos que ocorrem em dietas práticas, sem, entretanto, reduzir o desempenho produtivo dos animais. Tuitoek et al. (1997), em um estudo com suínos em fase de crescimento, reduzindo o nível de proteína de 16,60 para 13,00% com suplementação adequada dos aminoácidos limitantes, não verificaram efeito nas taxas de crescimento, no consumo de ração e na eficiência alimentar dos animais.

Existem relatos de que o nível de proteína bruta dietética, nas fases de crescimento e terminação, pode ser reduzido em até quatro unidades percentuais sem afetar a taxa de crescimento e a eficiência alimentar quando são fornecidas quantidades suficientes de aminoácidos essenciais na dieta (RADEMACHER, 1997; JONGBLOED e LENIS, 1998).

Avaliando a suplementação de aminoácidos em dietas com baixo teor de proteína bruta, para leitões machos castrados dos 15 aos 30 kg, Oliveira et al. (2004) concluíram que dietas de baixo teor de proteína bruta, com suplementação

de aminoácidos sintéticos, formuladas com base no conceito de proteína ideal, não prejudicaram o desempenho dos animais e as variáveis econômicas e, ainda, proporcionam redução da excreção de nitrogênio.

Por outro lado, Hansen et al. (1993), utilizando suínos dos 20 aos 50 kg, observaram que rações com 12,00% de PB, mesmo suplementadas com aminoácidos, proporcionaram resultados de desempenho inferiores aos obtidos ao se utilizar rações com 16,00% de PB. Esses autores concluíram que a redução do nível de PB deve ser realizada até dois pontos percentuais, para não comprometer o desempenho dos animais.

A utilização de lisina sintética, em dietas à base de milho e farelo de soja, pode proporcionar redução da PB em até duas unidades percentuais sem prejudicar o desempenho (FIGUEROA et al., 1999). Por outro lado, Figueroa et al. (2002) relataram que ao se adicionar outros três aminoácidos limitantes (metionina, treonina e triptofano), estes proporcionam uma redução de até quatro unidades percentuais, ou ainda, até cinco unidades percentuais se adicionados também valina e isoleucina, sem prejuízos ao desempenho.

Entretanto, Gómez et al. (2002) avaliaram dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com quatro principais aminoácidos limitantes, reduzindo o nível de PB em quatro unidades, e observaram piora no ganho de peso e na eficiência alimentar de suínos em terminação.

Os suínos têm uma exigência diária de aminoácidos para manutenção, e síntese de proteínas teciduais. Os aminoácidos são utilizados pelos suínos e a necessidade de substituição constitui as exigências de manutenção (MOUGHAN, 1994), e a exigência para deposição tecidual é diretamente associada com a capacidade de síntese de proteína do animal (NRC, 1998). A quantidade de aminoácidos que é fornecida acima das necessidades não pode ser armazenada no corpo e, assim, todo o excesso é catabolizado. O catabolismo envolve a remoção e excreção do grupo amino e o uso do esqueleto de carbono na gliconeogênese, lipogênese ou, ainda, sua oxidação até gás carbônico e água (LARBIER e LECLERCQ, 1994).

A redução da proteína dietética, com a respectiva suplementação de aminoácidos sintéticos, pode reduzir o impacto ambiental, e as quantidades adicionais de cloro (Cl) fornecidas pela lisina-HCl podem exercer efeito mínimo sobre o equilíbrio ácido-base e sobre o desempenho dos animais. Porém, segundo

Patience (1990), quando, além de lisina, outros aminoácidos como treonina e triptofano são adicionados em grandes quantidades às rações, eles podem propiciar dietas acidogênicas, com efeitos negativos sobre o desempenho. Nesse caso, a correção do equilíbrio ácido-base torna-se imprescindível para garantir a produtividade dos animais.

Pesquisas realizadas por Webb (1990), Rerát e Corring (1991) e Wu (1998) demonstraram que, durante a digestão da proteína, é fundamental o tempo de ação enzimática na luz intestinal e que, com o excesso de aminoácidos disponíveis para absorção, estes podem competir entre si pelos locais de absorção presentes nos enterócitos ou pelos locais de síntese protéica, uma vez que são absorvidos mais rapidamente.

A concentração de alguns metabólitos no sangue constitui uma ferramenta utilizada para descrever o estado nutricional de suínos. Por isso, existe a necessidade de se avaliar estes metabólitos após o fornecimento de rações com redução de proteína bruta e utilização de aminoácidos, que, de alguma forma, podem ou não alterar os seus níveis, tanto sanguíneos como a excreção de alguns deles para o meio através das fezes e urina.

Moughan et al. (1987) conduziram um experimento para avaliar a excreção de metabólitos urinários em suínos e constataram que 52,00% do nitrogênio total eliminado estava na forma de uréia (assumindo que cerca de 46,00% da molécula de uréia é nitrogênio).

Parte dos aminoácidos presentes no sangue portal é usado pelo fígado e tecidos extra-hepáticos para formação de proteína e outros compostos nitrogenados essenciais ao metabolismo. Como os mamíferos têm capacidade limitada para armazenar aminoácidos, todo o excesso ingerido é deaminado e o grupo amina é usado para sintetizar uréia nos hepatócitos. Assim sendo, Coma et al. (1995a,b) e Wei e Zimmerman (2003a) afirmaram que a concentração de uréia no sangue pode ser utilizada para avaliar a qualidade da proteína consumida.

Segundo Coma et al. (1995b), o nitrogênio da uréia plasmática (NUP) pode ser utilizado como um indicador da máxima utilização de aminoácidos, dentre eles a lisina, podendo assim ser alcançado um maior equilíbrio no balanço de nitrogênio. Deste modo, o aumento do NUP pode indicar ineficiência na utilização de aminoácidos (GASPAROTTO et al., 2001), sendo que tanto o balanço de nitrogênio, ou NUP, podem ser utilizados como indicadores em porcas lactantes, pois ambas as

análises, quando realizadas de forma simultânea, apresentaram valores semelhantes (COMA et al., 1996). Nesse sentido, a uréia pode ser utilizada como um indicador da máxima utilização de aminoácidos, dentre eles a lisina (COMA et al., 1995b).

O metabólito creatinina também pode ser utilizado como indicador, pois origina-se da fosfocreatina a partir de uma reação irreversível que ocorre nos músculos. Sua concentração plasmática é um bom preditor do potencial genético de deposição de carne magra em suínos (CAMERON et al., 2003). Oliveira (2004) propôs que o teor de creatinina pode ser usado como indicador da qualidade de proteína dietética, pois o aumento do catabolismo muscular eleva as concentrações de creatinina sangüínea.

2.2 Valina em rações para suínos

A redução acentuada da concentração protéica implica na necessidade de inclusão de outros aminoácidos sintéticos além da lisina, treonina, metionina e triptofano, como por exemplo, a valina e a isoleucina (LE BELLEGO e NOBLET, 2002).

Em rações convencionais para suínos, a base de milho e farelo de soja, a lisina é o primeiro aminoácido limitante, seguido pela treonina, metionina e triptofano, como segundo, terceiro e quarto limitantes, respectivamente (RUSSELL et al., 1987; MAVROMICHALIS et al., 1998; JOHNSTON et al., 2000). Ao se reduzir a proteína bruta destas rações em três a quatro unidades percentuais, a isoleucina, valina e histidina passam também a ser limitantes (FIGUEROA et al., 2000).

A redução da proteína bruta na dieta em quatro unidades percentuais, mantendo-se os níveis dos principais aminoácidos (lisina, treonina e metionina), não resulta em redução do desempenho (KERR et al., 2003). Segundo Zangeronimo (2006), a redução da proteína bruta de 18,00 para 16,00% prejudicou o ganho de peso dos animais.

De acordo com Kerr e Easter (1995) ao reduzir a proteína bruta para 12,00% na ração sem a suplementação de aminoácidos sintéticos como a lisina, triptofano e a treonina, outros aminoácidos podem se tornar limitantes, dentre eles o triptofano e a valina.

Russell et al. (1987) e Figueroa et al. (2003) verificaram que a adição de valina em rações de baixa PB para leitões, baseadas em milho e farelo de soja com suplementação de lisina, triptofano, treonina e em muitos casos metionina; aumentou o consumo de ração e ganho diário de peso, mas não promoveu melhoras na eficiência alimentar.

As recomendações nutricionais dinamarquesas (The National Committee for Pig Breeding, Health and Production; 2002) são de que dietas para leitões de 5 a 8 semanas de vida, deveriam conter 11,9 g PB; 0,82 g de lisina e 0,59 g de valina digestível por megajoule (MJ) de EM para assegurar um máximo ganho de peso. Se a ração é formulada com um menor nível protéico, em relação ao recomendado, e suplementada com os aminoácidos sintéticos (lisina, metionina, treonina, triptofano), espera-se que um ou mais aminoácidos “secundários” se tornem o fator limitante para o crescimento, sendo que a valina poderá ser o primeiro aminoácido limitante.

Mavromichalis et al. (2001) determinaram a exigência de valina digestível verdadeira para suínos dos 5 aos 10, e dos 10 aos 20 kg de peso vivo, e observaram que estas foram de 0,60 e 0,53 g por MJ de EM, respectivamente. Estes valores são superiores aos apresentados pelo NRC (1998), que recomenda 0,54 e 0,46 g de valina digestível por MJ EM, para suínos dos 5 aos 10, e dos 10 aos 20 kg de peso vivo, respectivamente.

Mavromichalis et al. (1998) relataram que a valina foi limitante, assim como triptofano, treonina, ou metionina; em uma dieta a base de milho e farelo de soja, com 13,50% PB, para suínos com 10 kg de peso vivo. Isto sugere que a exigência de valina para suínos de 10 kg pode ser maior do que o proposto pelo NRC (1998), e os resultados mostraram ainda que a valina antecedeu a isoleucina na ordem de limitância. Lewis e Nishimura (1995) estimaram que a exigência de valina para suínos em terminação pode ser de aproximadamente 0,50% na dieta, e verificaram que o requerimento de valina para suínos de 70 kg (machos castrados e fêmeas), com consumo ad libitum, é de 0,45% ou 11,25 g/dia.

Boyd et al. (1995) reportaram que os requerimentos de valina para porcas em lactação é maior, pois necessitam de maior quantidade para produção de leite. Richert et al. (1996, 1997ab) inferiram que os requerimentos diários de valina para porcas gestantes, com mais de 10 leitões, foram maiores que os apresentados por Pettigrew (1993) para a mesma categoria animal.

Block e Harper (1984) observaram que a leucina pode induzir a uma redução dos aminoácidos de cadeia ramificada e no conjunto de α -cetoácidos. Trabalhos com isolamento intacto de músculos de ratos mostraram que o aumento nas concentrações de leucina (media de 0 a 1 mmol/L) resulta em um aumento quatro vezes superior na oxidação de L-valina 1-¹⁴C, sendo que a alta concentração de valina pode não ter efeito na oxidação da L-leucina 1-¹⁴C (MEGUID et al., 1983). A infusão de rins de ratos com 1 mmol/L de leucina resulta na rápida estimulação da oxidação da L-valina 1-¹⁴C.

Estudos com o tecido adiposo também indicaram que altos níveis de leucina resulta em um aumento da oxidação da valina (FRICK et al., 1981). Estas observações sugerem que o músculo e o tecido adiposo, em adição ao fígado, são importantes no estímulo de indução da leucina na oxidação da valina em ratos.

Ao contrário dos carboidratos e lipídeos, os aminoácidos não podem ser armazenados nos tecidos. O excesso de aminoácidos é catabolizado e transformado em amônia que, devido a sua toxicidade, é convertida em glutamina, liberada na corrente sangüínea e conduzida ao fígado para ser convertida em uréia (WRIGHT, 1995), que representa em torno de 95% do nitrogênio total da urina (CANH et al., 1998).

O metabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) pode interagir com o triptofano (HENRY e SEVÉ, 1993), porque o mecanismo de transporte no trato intestinal, é através da barreira sangue-cérebro, é comum para os aminoácidos de cadeia ramificada (HENRY et al., 1992). O triptofano, além de ser um aminoácido essencial, é um precursor para a serotonina, que é envolvido na regulação do consumo de alimento, sendo que níveis baixos de serotonina podem estar associados ao consumo reduzido de alimentos.

2.3 Proteína dietética e excreção de nitrogênio

A capacidade de deposição de proteína é influenciada pelo genótipo, sexo, meio ambiente, estado de saúde e ingestão de energia, sugerindo que estes fatores precisam ser considerados na formulação de dietas para suínos em crescimento (FRIESEN et al., 1996). Por outro lado, suínos com genótipos superiores requerem

mais proteína e aminoácidos para suportar alta taxa de deposição de proteína, em relação a suínos de genótipos inferiores (CAMPBELL e TAVERNER, 1988).

O nitrogênio nos dejetos de suínos é resultado da desaminação dos aminoácidos não utilizados para a síntese protéica, quando há excesso ou desbalanço de aminoácidos nas rações (MOREIRA et al., 2001).

Uma forma de reduzir a excreção de nitrogênio, pelos suínos, tem sido a utilização de dietas com níveis mais baixos de proteína bruta e suplementação com aminoácidos sintéticos (CANH et al., 1998). Tem-se proposto o uso de dietas baseadas no conceito de proteína ideal, definida por Parsons e Baker (1994) como sendo o balanço exato de aminoácidos capaz de prover, sem excesso ou déficit, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção e máxima deposição protéica no organismo.

O interesse sobre a poluição ambiental causada pelo nitrogênio de empreendimentos suinícolas renovaram o interesse em rações de baixa proteína para suínos (KORNEGAY e VERSTEGEN, 2001). Kerr e Easter (1995) estimaram que cada uma unidade percentual de redução na proteína dietética (quando acompanhada por suplementação adequada de aminoácidos) resulta em redução de 8,00% na excreção de nitrogênio no ambiente.

Adicionalmente, Shriver et al. (2003) sugeriram que para cada unidade percentual reduzida no teor de proteína bruta na dieta, com suplementação de aminoácidos, a excreção de nitrogênio pode ser reduzida em até 10,00%.

Em termos percentuais o decréscimo na excreção de nitrogênio, obtido por Zangeronimo et al. (2006), foi em torno de 40,00%, com redução de 4,50 unidades percentuais na proteína bruta da dieta, corroborando os resultados obtidos por Sutton et al. (1999), onde promoveram reduções do nível de 18,00 a 10,00% PB nas rações, com a utilização de aminoácidos sintéticos, verificando redução de até 42,00% na excreção de nitrogênio.

Estes dados mostram que a inclusão de aminoácidos sintéticos pode proporcionar uma redução de 10,00% na excreção total de N para redução de uma unidade percentual no conteúdo de PB da dieta. Resultados semelhantes foram observados em outras pesquisas, onde foram avaliadas as reduções na excreção de N total em função de rações com baixa PB, suplementadas com aminoácidos sintéticos (KERR e EASTER, 1995; LE BELLEGO e NOBLET, 2002; SHRIVER et al., 2003).

Le Bellego et al. (2001) realizaram estudos para avaliar o efeito do teor de proteína no balanço de nitrogênio de suínos em crescimento. Foram formuladas quatro rações com concentrações de proteína de 18,90; 16,70; 14,60 e 12,30%. Foram adicionados L-lisina, DL-metionina, L-treonina, L-triptofano, L-iso-leucina e L-valina para que as rações não fossem deficientes em aminoácidos essenciais. Houve um decréscimo de 58,00% na excreção total de nitrogênio quando se compararam as rações com 18,90 e 12,30% de proteína. Os autores não observaram diferenças na retenção de nitrogênio, embora os suínos alimentados com a ração com 12,30% de PB tenham apresentado uma retenção de nitrogênio 12,00% inferior em relação ao tratamento com 18,90% de proteína.

Avaliando a redução do conteúdo de proteína bruta em rações para suínos, suplementadas com L-lisina, L-treonina, DL-metionina, L-triptofano, L-valina e L-iso-leucina, Le Bellego et al. (2002) confirmaram a possibilidade de reduzir em até quatro pontos percentuais o teor de proteína da ração, sem prejuízos no desempenho e características de carcaça dos suínos. Neste trabalho, para cada ponto percentual de redução na proteína da ração houve um decréscimo de 12,50% na excreção de nitrogênio urinário. Resultados favoráveis também foram obtidos por Sutton et al. (1999), que observaram uma redução média de 8,40% para cada unidade percentual de redução do conteúdo protéico. De La Lata et al. (2002) verificaram, em rações a base de sorgo e farelo de soja, que a redução de quatro unidades percentuais no conteúdo protéico, desde que suplementadas com aminoácidos sintéticos, não resultou em melhora no desempenho dos suínos comparados à rações sem suplementação com nível adequado de PB.

Por outro lado, Keparth e Sherritt (1990) observaram que rações com 11,00% de proteína bruta resultaram em retenção de nitrogênio inferior a rações contendo 17,00% de proteína bruta para animais em crescimento, mesmo que o perfil de aminoácidos tenha sido idêntico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, de digestibilidade e de desempenho, para avaliar os níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo. Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

3.1. Experimento I – Balanço de Nitrogênio

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo de suínos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Foram utilizados 20 suínos, mestiços, machos castrados com alto potencial genético e desempenho superior, com peso vivo inicial de $22,88 \pm 1,19$ kg; distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de valina digestível (0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88%).

O período experimental teve a duração de 12 dias, sendo sete dias de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo e às rações, e cinco dias de coleta de fezes e urina.

As rações foram formuladas conforme as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005), para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior, sendo isoenergéticas e isonutritivas, com exceção da proteína bruta (15,24%) e valina (Tabela1).

As composições aminoacídicas do milho e do farelo de soja, utilizados na formulação das rações, foram analisadas na Evonic Industries. Foram aplicados os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, propostos por Rostagno et al. (2005), para estimar os valores de aminoácidos digestíveis do milho e farelo de soja.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais contendo diferentes níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30kg.

Ingredientes (%)	Níveis de Valina				
	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88
Milho	76,980	76,980	76,980	76,980	76,980
Farelo de soja	16,660	16,660	16,660	16,660	16,660
Óleo de soja	0,622	0,622	0,622	0,622	0,622
Fosfato bicálcico	2,188	2,188	2,188	2,188	2,188
Calcário	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315
Bicarbonato de sódio	0,702	0,702	0,702	0,702	0,702
Antioxidante ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Coccidiostático	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Sal comum	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-lisina HCl	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
DL- metionina	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
L- treonina	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
L- triptofano	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
L- valina	0,001	0,075	0,148	0,222	0,295
L- isoleucina	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123
Acido glutâmico	0,621	0,519	0,417	0,314	0,213
Inerte ⁴	0,386	0,415	0,443	0,472	0,500
Tilosina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada⁵					
Proteína bruta (%)	15,24	15,24	15,24	15,24	15,24
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível (%)	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
Met+Cis digestível (%)	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641
Treonina digestível (%)	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721
Triptofano digestível (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Valina digestível (%)	0,600	0,670	0,740	0,810	0,880
Isoleucina digestível (%)	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630
Leucina digestível (%)	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302
Cálcio (%)	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Fósforo disponível (%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Potássio (%)	0,522	0,522	0,522	0,522	0,522
Cloro (%)	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201
Sódio (%)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
BED ⁶ (Meq/kg)	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00

¹ BHT.

² Conteúdo/kg: ferro 100 g; cobre 10 g; cobalto 1 g; manganês 40 g; zinco 100 g; iodo 1,5 g; e veículo q.s.p. p/ 1000 g.

³ Conteúdo/kg: vit. A, 10.000.000 U.I.; vit D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit B₁ - 2,0 g; vit B₂ - 5,0 g; vit. B₆ - 3,0 g; vit B₁₂ - 30.000 mcg; ácido nicotínico 30.000 mcg; ácido pantotênico 12.000 mcg; Vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico 800 mg; biotina 100 mg; selênio 300 mg; e veículo q.s.p. - 1.000 g.

⁴ Areia.

⁵ Valores obtidos de Rostagno et al. (2005).

⁶ Balanço eletrolítico da dieta.

O balanço eletrolítico da dieta (BED) foi calculado com base nos níveis de Na, K e Cl dos alimentos e dos aminoácidos contidos nas rações, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$BE = (Na/23 + K/39 - Cl/35,5) \times 1000$$

onde:

Na= quantidade de cloro presente em cada um dos alimentos.

K= quantidade de cloro presente em cada um dos alimentos.

Cl= quantidade de cloro presente em cada um dos alimentos.

A quantidade de ração, que foi fornecida diariamente a cada animal, foi calculada com base no peso metabólico ($kg^{0,75}$). Para evitar perdas, e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas e fornecidas duas vezes ao dia (7:00 e 19:00 h).

As coletas de fezes e urina foram realizadas uma vez ao dia, às oito horas. Para definir o início e o final do período de coleta foi utilizado o óxido férrico (Fe_2O_3) na ração.

As fezes foram coletadas, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador ($-5^{\circ}C$), até o final do período de coleta. Ao final desse período as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa ventilada a $50^{\circ}C$.

A urina foi filtrada, à medida que excretada, e colhida em baldes plásticos que continham 20 mL de ácido clorídrico (HCl) 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização. Do volume total foram retiradas alíquotas de 5,00%, acondicionadas em frascos de vidro, identificadas e armazenadas em refrigerador ($3^{\circ}C$).

As análises de nitrogênio, das fezes e urina, foram realizadas segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal da UNIOESTE.

Os valores de proteína bruta consumida (PBC), proteína bruta excretada nas fezes (PBF) e excretada na urina (PBU), foram obtidos pela multiplicação dos teores de proteína pelas quantidades de ração consumida, de fezes e de urina excretadas, respectivamente. A partir destes valores foram calculados, conforme descrito por Aldeola (2001), a PB retida ($PBR = PBC - PBF - PBU$) e a utilização líquida de proteína ($ULP = PBR/PBC$).

O modelo estatístico utilizado para as análises das variáveis acima descritas foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + T_i + B_j + E_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = variáveis avaliadas referentes ao nível de valina digestível i no bloco j .

m = média geral da característica.

T_i = efeito do nível de valina digestível, sendo $i = 0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88\%$.

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$.

E_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV (1999). A estimativa do nível de valina digestível foi feita com base nos resultados obtidos para as variáveis, utilizando-se os modelos quadrático e/ou descontínuo "Linear Response Plateau" (LRP), descrito por Braga (1983), conforme o ajustamento obtido para cada variável.

3.2. Experimento II - Ensaio de Desempenho

O experimento foi realizado na creche demonstrativa experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Foram utilizados 40 suínos, mestiços, machos castrados com alto potencial genético e desempenho superior, com peso vivo inicial de $15,49 \pm 0,06\text{kg}$, para avaliar os níveis de valina digestível, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de valina digestível (0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88%). Os animais foram distribuídos nos tratamentos com base no peso inicial.

Os animais foram alojados em creches metálicas, suspensas, com piso de polipropileno, dotadas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, localizada em prédio de alvenaria com piso de concreto e com janelas basculantes nas laterais.

As rações experimentais (Tabela 1) foram as mesmas descritas no Experimento I.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas todas as vezes que fornecidas aos animais e as sobras pesadas ao término do experimento para determinação do consumo.

No final do experimento, foi realizada a colheita de sangue de um animal por unidade experimental, para determinação de uréia e creatinina no plasma sanguíneo.

Antes da colheita de sangue os animais permaneceram em jejum das 17:00 horas até às 7:00 horas do dia seguinte, e das 7:00 até às 8:00 horas os animais tiveram acesso à alimentação, depois, das 8:00 horas até às 13:00 horas, ficaram em jejum novamente e nesse horário foi realizada a coleta de sangue.

As amostras de sangue foram obtidas, através de punção na jugular, seguindo as indicações de Oliveira (2004), com auxílio de agulhas de 100 mm de comprimento (MORENO et al., 1997).

O sangue foi colhido em tubos de vidro do tipo vacutainer, contendo anticoagulante EDTA. Após a colheita, o sangue foi encaminhado ao Laboratório de Parâmetros Sanguíneos da UNIOESTE, onde as amostras foram centrifugadas à 3000 rpm, por um período de 10 minutos, para obtenção do plasma. O plasma obtido foi retirado com auxílio da pipeta automática e acondicionado em tubos do tipo ependorf, identificados e armazenados para análises posteriores de creatinina e uréia.

As análises de uréia e creatinina no plasma foram realizadas pelo método colorimétrico após realizados os procedimentos operacionais padrão descritos nos kits específicos. A dosagem da uréia plasmática, foi multiplicada pelo fator 0,467; que representa a fração de nitrogênio na molécula de uréia (NEWMAN e PRICE, 1999), para obtenção do nitrogênio na uréia plasmática (NUP).

O modelo estatístico utilizado para as análises do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, uréia e creatinina no plasma sanguíneo foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + T_i + B_j + E_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = consumo de ração, ganho diário de peso, conversão alimentar, uréia e creatinina no plasma sanguíneo, referentes ao nível de valina digestível i no bloco j .

m = média geral da característica.

T_i = efeito do nível de valina, sendo $i = 0,60; 0,67; 0,74; 0,81; 0,88\%$ de valina digestível.

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$.

E_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV (1999). A estimativa do nível de valina digestível foi feita utilizando-se os modelos quadrático e ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), descrito por BRAGA (1983), conforme o ajustamento obtido para cada variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Experimento I – Balanço de nitrogênio

Foi observada diferença ($P<0,01$) para o nitrogênio (N) ingerido e N absorvido, no entanto, o ajustamento da equação de regressão apresentou baixo coeficiente de determinação.

A variável nitrogênio nas fezes não foi influenciada pelos níveis de valina ($P>0,05$). Em parte, isso se deve ao fato das rações serem isonitrogenadas, uma vez que o nitrogênio das fezes tem origem no nitrogênio ingerido, que não foi absorvido, e na fração endógena, que é proveniente principalmente das secreções digestivas (pancreáticas, biliares e intestinais), das descamações do epitélio intestinal e da massa microbiana (KERR et al., 1995; FIGUEROA et al., 2002). Por outro lado, Lordelo et al. (2008) obtiveram redução do nitrogênio nas fezes ($P<0,05$) em leitões alimentados com rações com redução de PB na primeira e na quarta semana, com a exceção dos leitões alimentados com rações suplementadas com valina sintética na quarta semana.

Tabela 2. Efeito dos níveis de valina digestível sobre o balanço de nitrogênio em suínos machos castrados na fase inicial

Variável	Níveis de valina digestível (%)					CV(%)
	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88	
Nitrogênio Ingerido (g/dia)	27,96	29,78	30,06	27,60	30,62	3,99
Nitrogênio Ingerido (g/Kg PV 0,75/ dia)	1,86	2,06	2,01	1,89	2,07	1,35
Nitrogênio Fezes (g/dia)	4,72	4,26	3,61	5,14	4,90	17,09
Nitrogênio Fezes (g/ Kg PV0,75/dia)	0,31	0,29	0,24	0,35	0,33	16,05
Nitrogênio Urina (g/dia) ¹	7,11	6,36	5,55	6,34	6,99	15,73
Nitrogênio Urina (g/ Kg PV0,75/ dia)	0,48	0,43	0,37	0,43	0,46	16,73
Nitrogênio Absorvido (g/dia)	23,24	25,51	26,44	22,45	25,72	4,79
Nitrogênio Absorvido (g/ Kg PV0,75/ dia)	1,55	1,76	1,76	1,53	1,73	2,54
Nitrogênio Retido (g/dia)	16,12	19,15	20,89	16,11	18,73	8,22
Nitrogênio Retido (g/ Kg PV0,75/ dia)	1,07	1,33	1,39	1,10	1,27	5,70
Nitrogênio retido/ absorvido (%) ²	69,17	75,39	78,86	72,02	73,64	5,51
Excreção total N (g/dia) ²	11,84	10,62	9,16	11,49	11,89	10,53
Excreção total N (g/ Kg PV0,75/ dia)	0,78	0,73	0,69	0,78	0,79	12,79

¹ LRP ($P<0,05$); ² Efeito quadrático ($P<0,05$)

A excreção de N na urina apresentou resposta quadrática ($P < 0,05$) e ao se utilizar o modelo Linear Response Plateau (LRP), observando-se redução até o valor de 6,66 g/dia de N, onde se estabeleceu o platô, correspondendo ao nível de 0,641% de valina digestível na dieta (Figura 1). Esta redução na excreção de nitrogênio na urina, até o nível ótimo de valina na dieta, pode estar associado ao melhor balanço entre os aminoácidos, pois segundo Kerr et al. (1995) e Figueroa et al. (2002) o nitrogênio urinário é constituído pelo nitrogênio eliminado no metabolismo animal, e a urina é a principal via de eliminação de nitrogênio no organismo dos suínos, sendo que 60 a 80% do nitrogênio total excretado é eliminado por esta via.

Lordelo et al. (2008) também observaram diferenças para a excreção de nitrogênio na urina, sendo que a ração que continha somente a suplementação de valina apresentou uma excreção de 4,59 g/dia, e na ração com a suplementação de isoleucina e valina foi obtido o valor de 6,07 g/dia, sendo estes valores inferiores aos encontrados no presente trabalho para o nível ótimo estimado (0,641% de valina digestível). Os autores acima citados verificaram ainda que a excreção de N na urina não foi influenciada pelos tratamentos na primeira semana, mas reduziu em todos os leitões alimentados com dietas de baixa PB, comparando-se com a suplementação de aminoácidos na quarta semana.

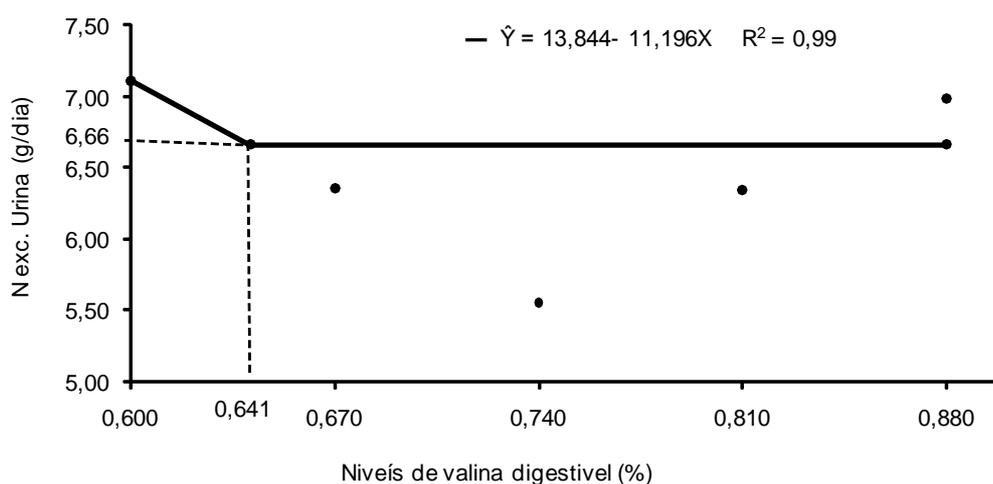


Figura 1. Nitrogênio excretado na urina em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.

A relação N retido:N absorvido apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), podendo-se observar (Figura 2) que a relação aumentou até o nível de 0,748% de valina digestível, e a partir deste ponto houve redução. Estes resultados mostram que o desequilíbrio dos aminoácidos, proporcionado pelos diferentes níveis de valina na dieta, pode induzir a uma maior deaminação dos aminoácidos, explicando, em partes, o efeito que os diferentes níveis de valina digestível proporcionaram na relação entre o que foi absorvido e retido. Por outro lado, Lordelo et al. (2008) observaram que a retenção de nitrogênio pelos leitões, como percentagem do N absorvido, ou como a percentagem do N consumido, não foi diferente entre os tratamentos, durante todo o período experimental (quatro semanas), ao se utilizar valina e/ou isoleucina sintética nas rações.

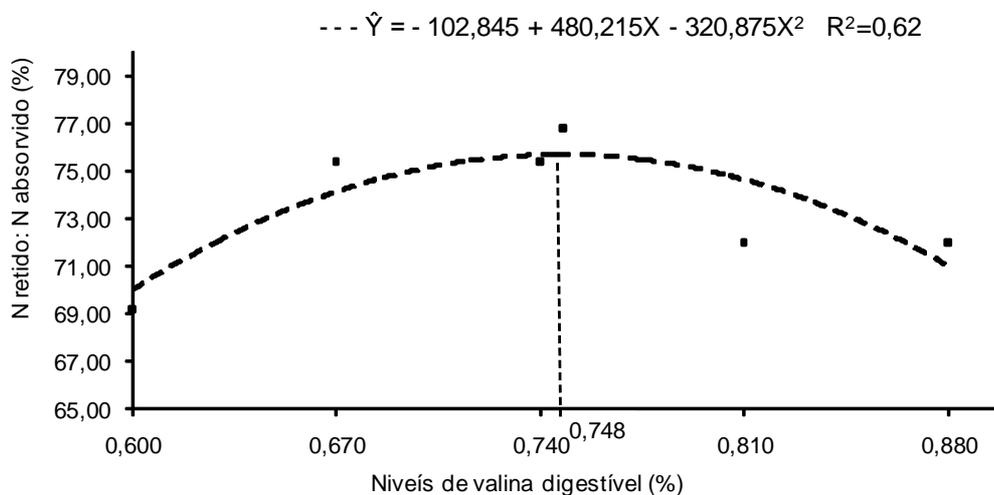


Figura 2. Relação N retido:N absorvido em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.

A nitrogênio retido não foi influenciado pela valina ($P > 0,05$), sendo que seu percentual em relação ao N ingerido compreende valores entre 57,65 a 69,49%, mostrando-se superiores aos valores obtidos por Kerr et al. (1995) e Figueroa et al. (2002), onde afirmaram que estes valores podem variar de 50,00 a 60,00 % do nitrogênio consumido pelos suínos, alimentados com rações convencionais, e o restante é eliminado nas fezes e urina.

Neste sentido, Partridge et al. (1985) relataram que a absorção de aminoácidos sintéticos é mais rápida, comparando à dos aminoácidos presentes nas proteínas dos alimentos, uma vez que estes se encontram menos disponíveis para o

animal, e a maior retenção de nitrogênio, nos animais que consumiram maior quantidade de aminoácidos sintéticos pode ser explicada pelo melhor equilíbrio nos sítios de síntese protéica, o que pode ter influenciado os valores superiores encontrados no presente trabalho.

A excreção total de N respondeu de forma quadrática ($P < 0,05$), aos níveis de valina (Figura 3), sendo reduzida até o nível de 0,730% de valina digestível na dieta, e a partir deste nível a excreção aumentou novamente. Lordelo et al. (2008) relataram que a excreção total de N, dos leitões alimentados com rações de baixa PB suplementadas com isoleucina e valina, na primeira semana, foi reduzida em 26,00% comparado com a ração de alta PB, e após a quarta semana a redução foi de 29,00%. Quando a valina foi adicionada na ração a excreção total de N foi reduzida em 35,00% em relação ao tratamento controle positivo (ração com 20,00%PB).

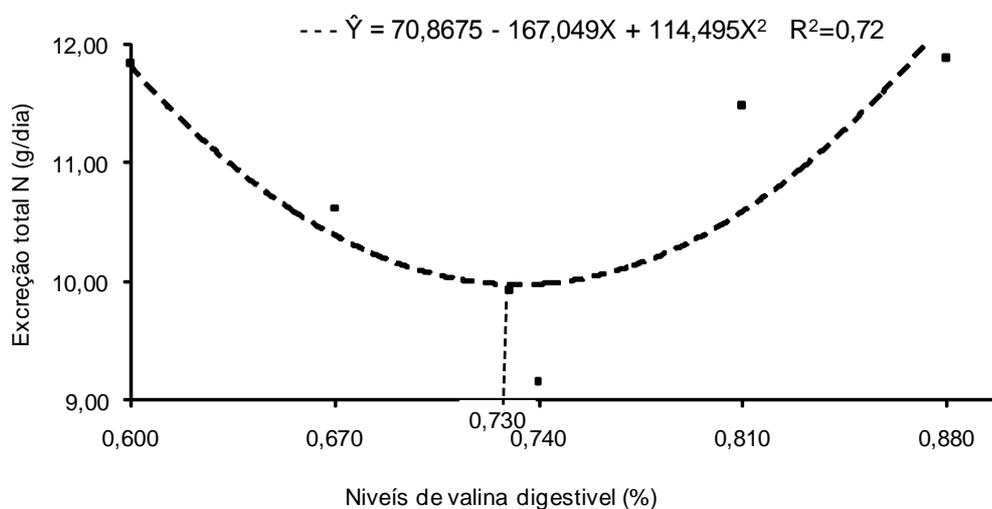


Figura 3. Excreção total de nitrogênio em função dos níveis de valina digestível em rações para suínos machos castrados na fase inicial.

Os níveis de valina digestíveis (Tabela 3) não influenciaram ($P > 0,05$) os valores da proteína bruta consumida (PBC), proteína bruta excretada nas fezes (PBF), proteína bruta excretada na urina (PBU), proteína bruta retida (PBR) e a utilização líquida de proteína (ULP).

A ausência de efeito da valina sobre a PBC é devido às rações experimentais serem isoprotéicas, aliado ao fato dos animais receberem uma quantidade de ração com base no peso metabólico ($PV^{0,75}$).

Apesar do N excretado na urina (Tabela 2) ter sido influenciado pela valina, ao se fazer a conversão para PBU (Tabela 3) não se observou efeito ($P>0,05$).

Tabela 3. Efeito dos níveis de valina sobre a Proteína Bruta Consumida (PBC), Proteína Bruta Excretada nas Fezes (PBF), Proteína Bruta Excretada na Urina (PBU), Proteína Bruta Retida (PBR) e a Utilização Líquida de Proteína (ULP) em suínos machos castrados na fase inicial

Variáveis	Níveis de Valina digestíveis (%)					CV%
	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88	
PBC (g/dia)	174,75	182,48	181,73	182,72	176,43	6,95
PBF (g/dia)	29,50	26,67	22,59	32,16	30,65	17,05
PBU (g/dia)	44,50	39,75	42,57	39,64	43,69	17,21
PBR (g/dia)	100,75	116,06	116,56	110,91	102,09	14,98
ULP (%)	57,74	63,78	63,75	60,88	58,40	8,83

A ULP não apresentou diferença, mas esta variável é pouco influenciada pela mobilização de aminoácidos essenciais dentro do organismo, mas é influenciada pelo nível de aminoácidos limitantes em rações para suínos, o que não foi observado no presente trabalho ao se variar somente a valina digestível nas rações. A concepção de ULP pode identificar se um valor determinado em uma ração ou dieta deve satisfazer a exigência de proteína para aquela recomendação utilizada (MITCHELL, 1923).

A ULP obtida no presente trabalho (Tabela3) variou de 57,74 a 63,78%, sendo que o valor de 100% indica a total utilização do nitrogênio dietético como proteína para deposição de tecido corporal, e o valor de zero indica que nenhum nitrogênio fornecido na ração foi convertido em proteína.

O nível de 0,748% de valina digestível foi o mais adequado ao se considerar o nitrogênio retido: nitrogênio absorvido, devido ao fato desta variável representar a relação do nitrogênio que é ingerido, e também do que é excretado tanto nas fezes como na urina, resultando no nitrogênio que é utilizado pelo animal. Este nível aproxima-se dos valores obtidos por Mavromichalis et al. (2001) em um experimento com desempenho dos animais, onde obtiveram a melhor resposta com o nível de 0,775% de valina digestível verdadeira, sendo superiores às exigências propostas pelo NRC (1998), para leitões dos 10 aos 20 kg (0,690% de valina digestível) e dos 20 aos 50 kg (0,560% valina digestível).

Da mesma forma, Paul et al. (2007) obtiveram, para suínos dos 7 a 20 kg, o nível de 0,74% de valina digestível, e para animais dos 20 aos 35 kg o nível de 0,89% mostrou-se o mais adequado.

O nível de 0,748% de valina digestível, obtido neste trabalho, é intermediário aos valores propostos por Rostagno et al. (2005) para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo, com desempenho médio e superior, que é de 0,684 e 0,790% respectivamente.

4.2 Experimento II - Ensaio de desempenho

Os resultados das variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA), consumo diário de lisina (CDLis), consumo diário de valina (CDVal), consumo diário de nitrogênio (CDN), eficiência de utilização do nitrogênio para ganho (EUNG) e a eficiência de utilização de valina para ganho (EUValG) são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito dos níveis de valina sobre o desempenho e utilização de nitrogênio para valina digestível para ganho de peso em suínos machos castrados dos 15 aos 30kg de peso vivo.

Variáveis	Níveis de valina digestível (%)					CV%
	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88	
PI (kg)	15,51	15,53	15,46	15,54	15,40	0,78
PF (kg)	30,54	29,09	31,00	30,75	31,65	6,38
CDR (g/dia)	1226	1169	1288	1242	1323	11,80
GDP (g/dia)	573	544	601	598	624	12,09
CA	2,15	2,13	2,16	2,07	2,15	5,63
CDLis (g/dia)	14,03	13,39	14,75	14,22	15,15	11,80
CDVal (g/dia) ¹	7,35	7,83	9,53	10,06	11,64	11,52
CDN (g/dia)	29,91	28,53	31,44	30,31	32,29	11,80
EUNG (gGP/gN)	19,27	19,39	19,13	20,38	19,35	7,06
EUValG (gGP/gVal) ^{1,2}	78,39	70,61	63,08	61,39	53,66	6,08

¹ Efeito quadrático (P<0,05); ² LRP (P<0,01).

PI - peso inicial; PF - peso final; CDR - consumo diário de ração; GDP - ganho diário de peso; CA - conversão alimentar; CDLis - consumo diário de lisina; CDVal - consumo diário de valina; CDN - consumo diário de nitrogênio; EUNG - eficiência de utilização do nitrogênio para ganho e a EUValG - eficiência de utilização de valina para ganho.

O CDR não foi influenciado pelos níveis de valina (P>0,05). Resultados semelhantes foram obtidos por Lewis e Nishimura (1995), ao utilizarem suínos com aproximadamente 70 kg, em que o consumo de ração e o ganho de peso não foram influenciados pela concentração dietética de valina, apesar do aumento de 9,00% no ganho de peso quando a concentração de valina foi aumentada de 0,35 para 0,45%. Apesar de não ter havido efeito (P>0,05) da valina sobre o CDR, o aumento dos níveis de valina digestível até 0,88%, sem aumentar os níveis dos demais aminoácidos de cadeia ramificada, não proporcionou interação com o triptofano, pois segundo Henry e Sevé (1993) e Henry et al. (1992) o triptofano é um precursor da serotonina, que pode estar associada ao consumo reduzido de alimentos quando seus níveis estiverem baixos. Por outro lado, Lordelo et al. (2008) e Mavromichalis et

al. (1998) observaram que rações com baixa PB, suplementadas com valina, melhoraram o consumo de ração e o GDP em relação a ração sem suplementação.

As variáveis CDLis e CDN, não apresentaram diferença ($P>0,05$), que é devido ao CDR não ter apresentado diferença aliado ao fato das rações experimentais serem isoprotéicas e isolisínicas, o que proporcionou resultados semelhantes para o CDLis e CDN.

O CDVal apresentou comportamento linear, no qual a medida que se aumentou os níveis de valina digestível resultou em um aumento no consumo de valina, que é resultado do CDR não ter sido influenciado ($P>0,05$) associado ao aumento dos níveis crescentes de valina digestível nas rações.

Theil et al. (2004) verificaram que suínos, alimentados com 80,00% da exigência diária de valina (0,48g de valina digestível/ MJ EM), reduziram a ingestão de ração, comparado a suínos alimentados com 100,00% da exigência diária (0,59 de valina digestível/ MJ EM), mostrando que suínos com 5-8 semanas de idade (8-20 kg peso vivo) podem ter uma taxa de crescimento maior quando alimentados com 0,59 g valina digestível por MJ EM.

Apesar de ter sido observada diferença para o N retido:N absorvido, no ensaio de balanço de N, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para o PF e GDP, pois de acordo com Henning et al. (1982) as estimativas de N urinário e N retido em função do absorvido, por apresentarem correlação com a utilização metabólica dos aminoácidos, são utilizadas para explicar a eficiência da síntese protéica.

Os resultados obtidos para o GDP ($P>0,05$) podem ser devido à grande quantidade de aminoácidos utilizados nas rações experimentais, uma vez que Webb (1990), Rerát e Corring (1991) e Wu (1998) demonstraram que, durante a digestão da proteína, é fundamental o tempo de ação enzimática na luz intestinal e que, com o excesso de aminoácidos disponíveis para absorção, estes podem competir entre si pelos locais de absorção presentes nos enterócitos ou pelos locais de síntese protéica, uma vez que são absorvidos mais rapidamente.

A variável CA não foi influenciada ($P>0,05$) pelo aumento do nível de valina digestível (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Lordelo et al. (2008) e Mavromichalis et al. (1998), onde observaram que rações com baixa PB, suplementadas com valina, não influenciaram a eficiência alimentar. Porém, Mavromichalis et al. (1998) verificaram que a eficiência alimentar foi reduzida em

leitões alimentados com uma ração controle negativo (13,50% PB, sem adição de valina) em relação a leitões alimentados com um nível adequado de valina (19,20%PB, sem adição de valina).

Theil et al. (2004), por sua vez verificaram que em leitões que receberam 80,00% da exigência diária de valina a CA foi maior em relação a suínos alimentados com 100,00% da exigência diária, e ao comparar leitões recebendo rações com 90,00% da exigência diária de valina, com leitões recebendo 100,00% da exigência diária, observaram diferenças na CA. Russell et al. (1987) também observaram que a combinação de isoleucina e valina, em rações com baixa PB, mostraram resultados semelhantes para a eficiência alimentar, em comparação com suínos consumindo a ração controle negativo (ração com 17,00% PB sem adição de isoleucina e valina).

A EUNG não apresentou diferença ($P>0,05$), este fato é devido ao CDR não ter apresentado diferença, aliado ao fato das rações experimentais serem isoprotéicas, o que proporcionou resultados semelhantes para o CDN, fazendo com que a EUNG não apresentasse diferença por estar relacionado, diretamente, ao consumo de nitrogênio nas rações experimentais.

A EUValG, conforme apresentado na Figura 4, demonstrou um comportamento quadrático, no qual á medida que se aumentou os níveis de valina digestível observou-se redução na eficiência de utilização da valina, e ao se considerar o modelo LRP, foi observada redução ($P<0,01$) até 57,52% de eficiência, onde se estabeleceu o platô, que corresponde ao nível de 0,79% de valina digestível na ração, podendo-se inferir que o nível ótimo de valina digestível seria inferior a 0,79%. Observa-se ainda que a EUValG mostrou um comportamento inverso ao CDVal, uma vez que o GDP também apresentou resultados semelhantes ($P>0,05$).

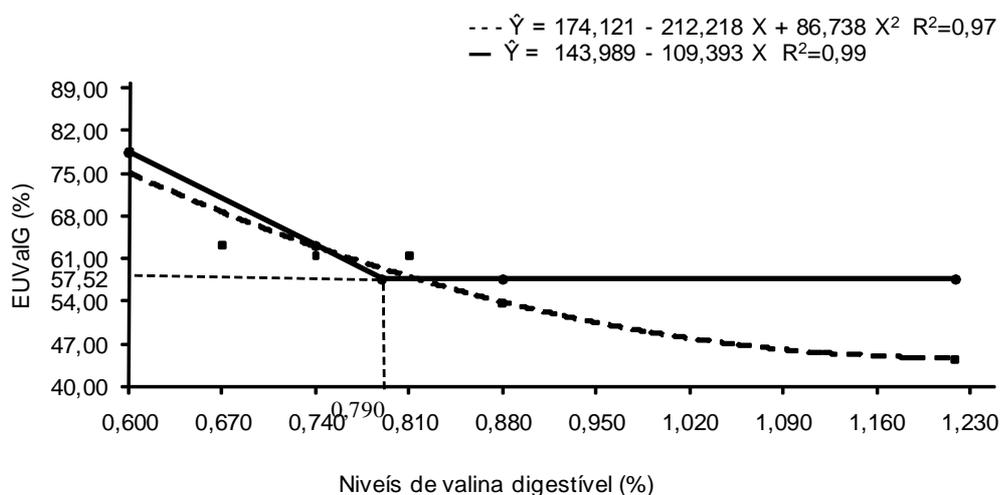


Figura 4. Eficiência de utilização da valina para ganho em função dos níveis de valina digestíveis em rações para suínos machos dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

Dentre os parâmetros sanguíneos avaliados (Tabela 5) somente a creatinina diferiu ($P < 0,07$), pois à medida que se aumentaram os níveis de valina a creatinina no plasma sanguíneo aumentou, de forma linear (Figura 5).

Tabela 5. Efeitos dos níveis de valina sobre a creatinina e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) em rações para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

Variáveis	Níveis de valina digestível (%)					CV%
	0,60	0,67	0,74	0,81	0,88	
Creatinina (mg/dL) ¹	0,748	0,772	0,892	0,826	0,926	10,78
NUP (mg/dL)	11,59	6,29	6,57	10,83	11,16	37,07

¹Efeito linear ($P < 0,07$);

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a quantidade de valina consumida pode ter efeito na quantidade de creatinina no plasma, apresentando um efeito na mobilização da proteína corporal, pois segundo Oliveira (2004) o teor de creatinina pode ser usado como indicador da qualidade da proteína dietética, pois o aumento do catabolismo muscular eleva as concentrações de creatinina sanguínea.

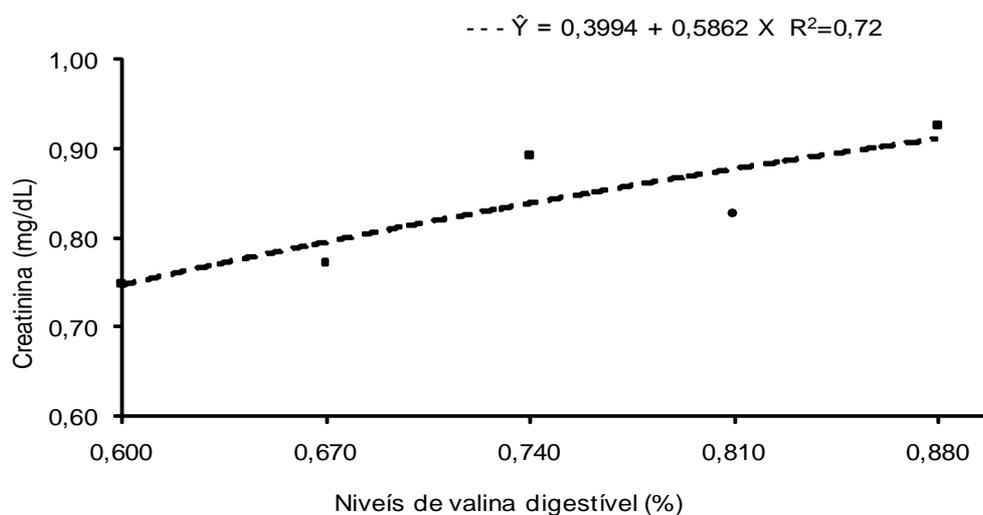


Figura 5. Creatinina plasmática em função dos níveis de valina digestíveis em rações para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

Richert et al. (1996), verificaram que a concentração de creatinina sanguínea também tendeu a aumentar, numericamente, com o aumento dos níveis de valina na ração de porcas em lactação, juntamente com o N na uréia, o que pode indicar um aumento no catabolismo muscular e na taxa de turnover, juntamente com aumento da produção de leite (ganho de peso da leitegada) de porcas alimentadas com níveis crescentes de valina nas rações.

A uréia plasmática apesar de apresentar variação de 13,48 a 27,81mg/dL, não foi influenciada ($P>0,05$) pela adição de valina (Tabela 5). Preconiza-se que excessos ou déficits de proteína bruta nas rações, e/ou aminoácidos, podem causar aumento da quantidade de uréia circulante na corrente sanguínea. Por outro lado, Lewis e Nishimura (1995), observaram que a concentração plasmática de uréia foi minimizada quando a concentração dietética de valina foi de 0,50% (efeito quadrático, $P=0,02$).

Verificou-se que os valores do NUP não foram influenciados ($P>0,05$). Valores baixos de NUP estão relacionados à melhor utilização de nitrogênio para a deposição de tecido (COMA et al., 1995b), o que confirma a melhora no perfil de aminoácidos, que aumenta a retenção e reduz a excreção de nitrogênio.

Os teores reduzidos do NUP referentes aos tratamentos com menores níveis de valina digestíveis, indicam melhor adequação na ingestão de aminoácidos dietéticos, permitindo que os leitões alimentados com dietas de baixo nível protéico,

suplementadas com aminoácidos sintéticos, utilizassem a proteína dietética mais eficientemente que os animais alimentados com dieta contendo alto nível protéico. Segundo Fraga et al. (2008), o NUP é um eficiente parâmetro para indicar a utilização dos aminoácidos dietéticos pelo suíno. Assim, o aumento do NUP pode indicar ineficiência na utilização de aminoácidos (GASPAROTTO et al., 2001), o que não se observou no presente trabalho.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o nível de 0,748% de valina digestível é o mais adequado, ao se considerar o nitrogênio retido: nitrogênio absorvido, para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J; SOUTHERN, L.L. **Swine nutrition**. 2 nd ed. Boca Raton: CRC. p. 903-916, 2001.

BLOCK, K. P.; HARPER, A. E. Valine metabolism in vivo: effects of high dietary levels of leucine and isoleucine. **Metabolism**, v. 33, nº 6, p. 559-566, 1984.

BOYD, R. D. et al. Nutrient uptake and endocrine regulation of milk synthesis by mammary tissue of lactating sows. Page 35 in **Second Int. Lactation Biol. Symp.** H. A. Tucker, and J. A. Pettigrew, ed. Journal of Animal Science, 73 (Suppl. 3). 1995.

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (ensaios de campo)**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, p.101. 1983.

CAMERON, N. D. et al. Physiological responses to divergent selection for daily food intake or lean growth rate in pigs. **Animal science**. v.76, p.27-34, 2003.

CAMPBELL, R. G.; TAVERNER, M. R. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 676-686, 1988.

CANH, T. T. et al. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1123-1130, Apr. 1998.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Ideal amino acid pattern for 10-kilograms pigs. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3102-3111, 1992.

COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D. R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**. v.73, p.472-481, 1995a.

COMA, J.; ZIMMERMAN, D. R.; CARRION, D. Relationship of rate lean tissue growth and other factors to concentration of urea in plasma of pigs. **Journal of Animal Science**. v.73, p.3649-3656, 1995b.

COMA, J.; ZIMMERMAN, D. R.; CARRION, D. Lysine requirement of the lactating sow determined by using plasma urea nitrogen as a rapid response criterion. **Journal of Animal Science**. v.74, p.1056-1062, 1996.

DE LA LLATA, M. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.9, p.2420-2432, Sept. 2002.

FIGUEROA, J. L.; CERVANTES, M.; CUCA, M. Lysine and threonine sources for growing pigs under heat stress. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.33, p. 183-189, 1999.

FIGUEROA, J. L. et al. Growth performance of gilts fed low crude protein diets supplemented with crystalline amino acids including valine, isoleucine and histidine. **Journal of Animal Science**, v.78 (suppl1), p. 65 (Abstra.), 2000.

FIGUEROA, J. L. et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2911-2919, Nov. 2002.

FIGUEROA, J. L. et al. Growth, carcass traits, and plasma amino acid concentration of gilts fed low-protein diets supplemented with amino acids including histidine, isoleucine, and valine. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1529 – 1537. 2003.

FRAGA, A. L. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n.1, p. 49-56, 2008.

FRICK, G.P. et al. L-leucine activates branched-chain α -ketoacid dehydrogenase in rat adipose tissue. **Journal Biology Chemistry**, v. 256, p. 2618-2620, 1981.

FRIESEN, K. G. et al. A review of current amino acid estimates for swine-part I. **Compêndio de educação continuada para o médico veterinário**. Kansas State University, 18(8):35, 1996.

GASPAROTTO, L. F. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa (MG), v.30(6) p.1742-1749, 2001.

GÓMEZ, R. S. et al. Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**, v.80, p.644-653, 2002.

HAESE, D. et al. Níveis de triptofano digestível em rações para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.6, p.2309-2313, 2006.

HAHN, J. D.; BAKER, D. H. Optimum ratio of threonine, tryptophan, and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.482-489, 1995.

HANSEN, J. A.; KNABE, D. A.; BURGOON, K. G. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.442-451, 1993.

HENNING, U. et al. Effect of graded protein supply at high energy level on the fattening performance and the retention and utilization of feed energy, protein and amino acids by female fattening swine. 3. N retention and n and lysine metabolism determined by n balance and n analysis of the carcasses. **Archieve Tierernahr**, v.32, p.637-649, 1982.

HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pigs News Info**. v.14, p.35N– 43N, 1993.

HENRY, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1873– 1887, 1992.

JOHNSTON, M. E. et al. Order of limiting amino acids in a practical corn-soy diet for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.78(Suppl.1), p.190-191 (Abstr.), 2000.

JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P. Environmental concerns about animal manure. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2641-2648, 1998.

KEPARTH, K. B.; SHERRITT, G. W. Performance and nutrient balance in growing swine fed low protein diets supplemented with amino acids and potassium. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1999-2008, July 1990.

KERR, B. J.; EASTER, R. A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3000–3008, 1995.

KERR, B. J.; MCKEITH, F. K.; EASTER, R. A. Effect of performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs feed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 2 p. 433-440, Feb. 1995.

KERR, B. J. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.8, p.1998-2007, Aug. 2003.

KIEFER, C. et al. Exigência de metionina + cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.3, p.847-854, 2005.

KORNEGAY, E. T.; VERSTEGEN. M. W. A. Swine nutrition and environmental pollution and odor control. In: A. J. Lewis and L. L. Southern (ed.) **Swine Nutrition**. 2nd ed. p 609. CRC Press, Boca Raton, FL. 2001.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham University Press. 305p. 1994.

LE BELLEGO, L. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 5, p. 1259-1271, May 2001.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, v.76, p. 45–58, Aug. 2002.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.3, p.691-701, Mar. 2002.

LEWIS, A. J.; N. NISHIMURA. Valine requirement of the finishing pig. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2315–2318, 1995.

LORDELO, M. M. et al. Isoleucine and valine supplementation of a low-protein corn-wheat-soybean meal based diet for piglets: growth performance and nitrogen balance. **Journal of Animal Science**, published on line Jun, 2008.

MAVROMICHALIS, I. et al. Limiting order of amino acids in a low-protein corn-soybean meal-whey-based diet for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2833–2837, 1998.

MAVROMICHALIS, I. et al. Valine requirement of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1223–1229, 2001.

MEGUID, M.M. et al. In vivo and in vitro branched-chain amino acid interactions, In Blackburn, G.L., GRANT, J.P., YOUNG, VR (eds). **Amino Acids. Metabolism and Medical Applications**. Boston, John Wright and sons, p. 147-154. 1983.

MITCHELL, H. H. A method of determining the biological value of protein. **The Journal of Biological chemistry**. p. 873-903, 1923.

MOREIRA, I. et al. Exigência de lisina para suínos em crescimento, alimentados com baixo teor de proteína, baseado no conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 26, n. 4, p. 537-542, 2004.

MORENO, A.M. et al. **Colheita e processamento de amostras de sangue em suínos para fins de diagnóstico**. Concordia: EMBRAPA-CNPQA, (EMBRAPA-CNPQA. Documentos, 41), 30 p, 1997.

MOUGHAN, P. J. Modeling amino acid absorption and metabolism in the growing pig. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford: CAB International, p. 133-154, 1994.

MOUGHAN, P. J.; SMITH, W. C.; KIES, A. K. Endogenous urinary metabolite excretion in the growing pig. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 30, n. 2, p. 183-187, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.

NEWMAN, D. J.; PRICE, C. P. Renal function and nitrogen metabolites. In: BURTIS, C.A. and ASWOOD, E.R. **Tietz textbook of clinical chemistry**. 3 ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, p. 1204-1270, 1999.

NYACHOTI, C. M. et al. Performance responses and indicators of gastrointestinal health in early weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v. 84, p.125-134, 2006.

NONES, K. et al. Formulação das dietas, desempenho e qualidade da carcaça, produção e composição de dejetos de suínos. **Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)** v.59, p.635-644, 2002.

OLIVEIRA, A. L. S. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.2, p.337-343, 2003.

OLIVEIRA, G. C. et al. Efeito das dietas de baixo teor de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos, para leitões machos castrados (15 a 30 kg). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.6, p.1747-1757, 2004 (Supl. 1).

OLIVEIRA, V. **Influência de rações com baixos teores de proteína bruta no balanço de nitrogênio e retenção tecidual em suínos em crescimento**. 2004. 98 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal protein in the feeding of non-ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.119-128, 1994.

PARTRIDGE, I. G.; LOW, A. G.; KEAL, H. D. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. **Animal Production**, Edinburgh, v. 40, n. 2, p. 375-377, Apr. 1985

PATIENCE, J. F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, v.68, p.398-408, 1990.

PAUL, S.S. et al. Determination of nutrient requirements for growth and maintenance of growing pigs under tropical condition. **The Animal Consortium**, v. 1, p. 269-282. 2007.

PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.27, p.1303-1306, 1968.

PENZ JR., A. M. Programa de alimentação de suínos em crescimento - acabamento: múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separados. In: SIMPÓSIO DO CBNA, 4.; SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 3., Campinas, 1992. **Anais**. Campinas: CBNA, p.135-148, 1992.

PETTIGREW, J. E. Amino acid nutrition of gestating and lactating sows. **BioKyowa Technical Review** No. 5. Nutri-Quest, Inc., Chesterfield, MO. 1993.

RADEMACHER, M. Manejo nutricional de suínos na fase de crescimento - terminação: Conceitos básicos e novas idéias. In: ENCONTRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL,4., São Paulo, 1997. São Paulo: **Degussa Feed Additives**, p.1-11, 1997.

RERÁT, A.; CORRING, T. Animal factors affecting protein digestion and absorption. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen. The Netherlands: EAAP, p.5-34, 1991.

RIBEIRO, A. M. L.; PEDROZZO, S. A.; KESSLER, A. M. Relações treonina:lisina no desempenho e metabolismo de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 12, n. 2, p. 205-210, 2006.

RICHERT, B. T. et al. Valine requirement of the high-producing lactating sow. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1307–1313. 1996.

RICHERT, B. T. et al. The effect of lysine and valine fed during lactation on sow and litter performance. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 1853–1860. 1997b.

RICHERT, B. T. et al. Increasing valine, isoleucine, and total branched-chain amino acids for lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2117–2128. 1997a.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, 2005. 186p.

RUSSELL, L. E.; KERR, B. J.; EASTER, R. A. Limiting amino acids in an 11% crude protein corn-soybean meal diet for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 65, p.1266-1272, 1987.

SHRIVER, J. A. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 492-502, Feb. 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed.Viçosa-MG: UFV, 2002. 235p.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: I Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína ideal, energia líquida e modelagem. Santa Maria, 2007. **Anais...** Santa Maria, 2007.

SUTTON, A. L. et al. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.2, p.430-439, Feb. 1999.

THE NATIONAL COMMITTEE FOR PIG BREEDING, HEALTH AND PRODUCTION. **Normer for næringsstoffer (Nutrient Recommendations)**, 10th ed. Axelborg, Copenhagen. 4 p., 2002

THEIL, K. P., FERNÁNDEZ, J.A.; DANIELSEN, V. Valine requirements for maximal growth rate in weaned pigs. **Livestock Production Science**, v. 88, p. 99-106. 2004.

TUITOEK, K. et al. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1575-1583, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV.CPD. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética**. Viçosa, MG:1999. 59p.

VAN LUNEN, T. A.; COLE, D. J. A. The effect of lysine/ digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of hybrid boars, gilts and castrated male pigs. **Animal Science**, v. 63, p. 465-475, 1996.

WANG, T. C.; FULLER, M. F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pig. I. Experiments by amino acid deletion. **British Journal of Nutrition**, v. 62, p. 77-89, 1989.

WEBB, K. E. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p.3011-3022, 1990.

WEI, R.; ZIMMERMAN, D.R. An evaluation of the NRC (1998) growth model in estimating lysine requirements of barrows with a lean growth rate of 348 g/d. **Journal of animal science**. v.81, p.1772-1780, 2003.

WRIGHT, P. A. Nitrogen excretion: Three en products, many physiological roles. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 128. n. 2, 273-281, Feb. 1995.

WU, G. Intestinal mucosa acid catabolism. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.128, n.8, p.1249-1252, Ago 1998.

ZANGERONIMO, M. G. et al. Redução do nível de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.3, p.849-856, 2006.

ZANGERONIMO, M. G. **Níveis de lisina digestível em rações para leitões de 9 a 25 kg**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras - MINAS GERAIS, 2006.

ZAVIEZO, D. Proteína ideal – novo conceito nutricional na formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura Industrial**, n.10, p.16-20, 1998.