

MARCUS VINÍCIUS DE LIMA ANTUNES

**ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES COM BAIXO NÍVEL DE PROTEÍNA
BRUTA PARA SUÍNOS MANTIDOS EM ESTRESSE POR CALOR DOS 30 AOS
60kg**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

L732e
2013

Antunes, Marcus Vinícius de Lima, 1983-
Energia metabolizável em rações com baixo nível de
proteína bruta para suínos mantidos em estresse por calor dos 30
aos 60 kg / Marcus Vinícius de Lima Antunes. – Viçosa, MG,
2013.

xii, 47 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 36-47.

1. Suíno - Nutrição. 2. Suíno - Alimentação e rações.
3. Suíno - Registros de desempenho. 4. Proteína na nutrição
animal. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.40852

MARCUS VINÍCIUS DE LIMA ANTUNES

**ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES COM BAIXO NÍVEL DE PROTEÍNA
BRUTA PARA SUÍNOS MANTIDOS EM ESTRESSE POR CALOR DOS 30 AOS
60kg**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADO:

Francisco Carlos de Oliveira Silva

Bruno Alexander Nunes Silva

Juarez Lopes Donzele
(Co-orientador)

Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele
(Orientadora)

*“Não façás do amanhã o sinônimo de nunca,
nem o ontem te seja o mesmo que nunca mais.
Teus passos ficaram. Olhes para trás ... mas vá em frente,
pois há muitos que precisam que chegues para poderem seguir-te.”*
Charles Chaplin

*“O valor das coisas não está no tempo que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem.
Por isso, existem momentos inesquecíveis,
coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis...”*
Fernando pessoa

Á Deus, minha estrutura, sem o qual não teria conquistado esta vitória.

Aos meus pais, José Antunes das Graças e Maria das Graças de Lima Antunes, por toda confiança depositada em mim, por ser a minha base, a razão das minhas conquistas, pelo amor e por todo apoio nesta caminhada.

Aos meus irmãos, Vaner Antunes de Lima e Denise de Lima Antunes Gonçalves, pela amizade, pela força, pelo carinho e pela presença constante em minha vida.

Aos meus cunhados Fernando Almeida Gonçalves e Andreia Ruas Fonseca de Lima pelo carinho e momentos de alegrias.

Aos meus sobrinhos e afilhados Felipe, Maria Fernanda e Cauã minha fonte de alegria, as paixões do dindinho.

A minha namorada Josiane Carla Panisson por todo amor, carinho, força, companheirismo e por estar sempre ao meu lado me apoiando e me fazendo acreditar que todo sonho é possível. Graças a este trabalho que eu a conheci. Eu te amo minha Branquinha!!!

Aos demais familiares por toda compreensão e carinho.

A todos vocês, meus sinceros agradecimentos. AMO VOCÊS!

Agradeço e dedico!

AGRADECIMENTOS

ÁDEUS, pela infinita fidelidade e pela força que me incentiva a seguir mesmo que as dificuldades pareçam estar além do meu alcance. “Senhor, te agradeço por me acolher em seus braços, pelas oportunidades que tem me dado de testemunhar o seu amor, pelo teu perdão e por me dar um vida plena e abundante. Obrigado!”.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso e por me acolher todos estes anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof^a. Dr^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, pela oportunidade e orientação na graduação e pós-graduação, e principalmente, pela amizade, pelos conselhos, pelo apoio, pela dedicação e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Juarez Lopes Donzele, pela paciência, dedicação, participação, sugestões e ensinamentos transmitidos na realização dessa dissertação.

Ao Prof. Dr. Aloízio Soares Ferreira, pelo carinho, amizade e ensinamentos durante a minha formação.

Ao Prof. Dr. Bruno Alexander Nunes Silva e ao pesquisador Francisco Carlos de Oliveira Silva pela amizade e participação na banca examinadora.

Aos Prof. Dr. Alysson Saraiva, Pedro Veiga Rodrigues, Melissa Izabel Hannase Wilson Dutra pelos conselhos e amizade.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFV, Chico, Tãozinho, Marreco, Bié, Alessandro, Vítores principalmente o Dedecopor toda ajuda e amizade que foram fundamentais para execução deste trabalho e pelas boas conversas e risadas.

Aos amigos de profissão que me ajudaram na execução deste trabalho Tarciso Tizziani, Josiane Panisson, Jessica Mansur, Rodrigo Jacob, Ana Paula Gomide e Paulo Henrique (Paulinho) pela responsabilidade e dedicação que foram fundamentais para a condução dos experimentos, pela descontração e pelos bons momentos que compartilhamos juntos.

Aos amigos da Bioclimatologia Animal, Will, Eric e Ana Paula Assis pela amizade e pelos ensinamentos durante minha vida acadêmica.

A grande amiga e “irmã”, Erika Martins de Figueiredo, parceira eterna, pela força,

pelos infindáveis momentos de alegria e companheirismo, pela amizade sincera, cumplicidade e discussões necessárias. Muito obrigado por tudo!

Aos amigos Rafael, Jorge, Gabriel (Macaé), Cândida, Amanda, Jéssika Moutinho, Matheus, Diego, João Paulo, Evandro, Aline, Serginho, Marilú e Gregório pela amizade, pelo companheirismo, pelas alegrias e tristezas vividas e por sempre poder contar com todos vocês. Muito obrigado por tudo!

A minha amiga Rosana Cardoso pela amizade, apoio e por todos os anos alegres vividos nesta caminhada.

A minha família de Viçosa e grandes amigos Anderson Lazzarini, Alessandra e Daniel, pelo acolhimento, carinho, amizade, apoio, conselhos, enfim obrigado por fazerem parte da minha vida.

À Márcia, Plínio, Monteiro, Márcio Duarte e Danielle Baffa por toda orientação e ajuda nas análises laboratoriais que foi de extrema importância para a realização deste trabalho.

À secretária e amiga Fernanda Cristina por toda paciência e colaboração para a realização desta defesa de tese.

Aos meus irmão e amigos de república Pablo, Douglas e Evair (Alemão) pela convivência de tantos anos, e pelos momentos de alegrias, desabafos, descontração e companheirismo. Vou sentir saudade de vocês!

À Zootecnia, profissão que escolhi e que amo.

Enfim, a todos aqueles que não estão nominalmente citados, mas que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e torcendo, obrigado por todo carinho, pela força constante e por todos os momentos que constroem a minha vida!

“Um sonho sonhado sozinho é um sonho.
Um sonho sonhado junto é realidade”.

Meu muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Relação desempenho: ambiente	4
2.2 Relação desempenho: energia	6
2.3 Aspectos quantitativos e qualitativos da carcaça de suínos	8
2.4 Oxidação Lipídica em Carnes.....	11
2.5 Perfil de Ácidos Graxos.....	13
2.6 Liofilização de Carnes.....	15
3 OBJETIVO	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	36
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema geral da oxidação lipídica.....	11
Figura 1 – Espessura de Toucinho P2	19
Figura 2 – Profundidade do Músculo	19
Figuras 3 e 4 – Medidas do pH e Temperatura da Carça.....	20
Figura 5 – Forno para Cocção	21
Figura 6 – Pesagem das amostras	21
Figura 7 - Amostrador de Aço Inox	21
Figura 8 - Aparelho de Warner-Bratzler.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Redução do consumo de ração e do ganho de peso de suínos em função do aumento da temperatura ambiental.....	04
Tabela 2 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), consumos de lisina (CLD) e energia metabolizável (CEM) e deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos submetidos aos tratamentos dos 30 aos 60 kg.....	05
Tabela 3 – Efeito da temperatura no consumo de ração de suínos.....	05
Tabela 4 – Principais características de qualidade da carne suína (Hovenier, 2003).....	08
Tabela 5 - Perfis de Ácidos Graxos de suínos na gordura subcutânea, no músculo Longísimus dorsi e Latissimus	13
Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais.....	17
Tabela 2 – Desempenho de suínos machos castrados mantidos em ambiente de estresse por calor dos 30 aos 60 kg	25
Tabela 3 – Parâmetros de qualidade de carcaça e pesos relativos dos órgãos de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração	28
Tabela 4 – Parâmetros de qualidade de carne e valores de pH da carne de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração	31
Tabela 5 – Concentração de dialdeídomalônico (MDA, mg/kg) e perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração.....	33

RESUMO

ANTUNES, Marcus Vinícius de Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2013. **Energia metabolizável em rações com baixo nível de proteína bruta para suínos mantidos em estresse por calor dos 30 aos 60 kg.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

Este estudo foi conduzido para avaliar os efeitos na redução nos níveis de energia metabolizável de rações com baixo nível de proteína bruta sobre o desempenho de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura (32°C), dos 30 aos 60 kg. Utilizou-se 70 suínos, com peso inicial $30,46 \pm 1,0$ kg distribuídos segundo o delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 7 repetições e 2 animais por unidade experimental alojados em gaiolas suspensas em sala climatizada. Os tratamentos foram uma ração basal (3.400 kcal/kg e 20,98% PB) e quatro rações com 16,98% PB e redução da energia metabolizável (3.400; 3.325; 3.250 e 3.175 kcal/kg). Foi observado efeito ($P < 0,05$) da redução de energia metabolizável (EM) no consumo de ração médio diário (CMRD), na conversão alimentar (CA) e no consumo de lisina médio diário (CLISD) que aumentaram de forma linear. O ganho de peso médio diário (GPMD) e o consumo de EM não foram influenciados ($P > 0,05$) pela variação do nível de EM das rações. Com relação aos animais que receberam o tratamento relativo à ração referência (20, 98% PB e 3.400 Kcal EM) verificou-se que a diminuição gradativa no nível de EM de 3.400 para 3175 Kcal na ração com baixo nível de PB (16,98%), influenciou ($P \leq 0,01$) somente a CA que piorou quando se utilizou a ração com 3.175 Kcal de EM. A redução da PB e da EM da ração não influenciaram ($P > 0,05$) o peso e o rendimento de carcaça, a profundidade do músculo *Longissimusdorsi*, a espessura de toucinho P2 e os pesos relativos do fígado e dos rins. Não se observou influência ($P > 0,05$) dos níveis de PB e de EM das rações nos parâmetros de qualidade de carne avaliados (perda de líquido no descongelamento e cocção, força de cisalhamento, pH e temperatura a 45 minutos, 3 e 24 horas e nos valores de TBARS na carne). A redução do nível de PB da ração não influenciou ($P > 0,05$) os valores dos ácidos graxos mirístico, palmítico, esteárico, oleico, araquidônico e o total de AG saturados (SFA), independente do nível de EM avaliado. No entanto, observou-se que os músculos dos animais que receberam a ração com baixo teor de proteína (16,98%) e com o menor nível de EM (3175 kcal) apresentaram maiores ($P < 0,05$) valores dos ácidos graxos palmitoleico e ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) totais e menores valores ($P < 0,05$) dos ácidos linoleico, linolenico e de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) totais em relação aos dos animais que receberam a ração com 20,98% de PB e 3400

kcal de EM. A redução da EM em dietas com baixo nível de PB suplementadas com aminoácidos industriais influencia negativamente a CA dos animais, sem comprometer o GPMD, características de carcaça e qualidade da carne dos suínos mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg.

ABSTRACT

ANTUNES, Marcus Vinícius de Lima, M.Sc., Universidade Federal Viçosa, September 2013. **Metabolizable energy in diets with low protein levels for pigs kept under heat stress of 30 to 60 kg.** Advisor: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-advisors: Juarez Lopes Donzele e Aloízio Soares Ferreira.

This study was conducted to evaluate the effects in reducing levels of metabolizable energy of rations with low crude protein level on the performance of barrows kept in high temperature environment (32 °C), from 30 to 60 kg. 70 pigs with an initial body weight of 30.46 ± 1.0 kg were used distributed according to a completely randomized design with 5 treatments, 7 replications and 2 animals per experimental unit housed in cages suspended in air conditioned room. The treatments were a basal diet (3,400 kcal/kg and 20.98% CP) and four diets with 16.98% CP and reduced metabolizable energy levels (3,400, 3,325, 3,250 and 3,175 kcal/kg). It was observed effect of the (P < 0.05) reduction of metabolizable energy (ME) in average daily feed intake (CMRD), feed conversion (FC) and the average daily intake of lysine (CLISD) which increased linearly. The average daily weight gain (DWG) and ME intake were not affected (P > 0.05) by energy level of ME in the diet. With respect to the animals fed the standard diet (20,98% CP and 3,400 kcal) it was found that the gradual decrease in the diets levels of ME 3400 to 3175 kcal with low CP (16.98%), influenced (P ≤ 0.01) only the FC which was worse when using the diet with 3,175 kcal of ME. Reducing dietary CP and energy levels did not affect (P > 0.05) weight and carcass yield, the depth of the Longissimus dorsi, P2 backfat thickness and relative weights of liver and kidneys. There was no influence (P > 0.05) of the levels of CP and ME on analyzed meat quality parameters (loss of fluid in the thawing and cooking, shear force, pH and temperature after 45 minutes, 3 and 24 hours and TBARS values in meat). Reducing dietary CP level did not affect (P > 0.05) the values of myristic, palmitic, stearic, oleic, arachidonic fatty acids total saturated fatty acids (SFA), regardless of the level of ME evaluated. However, it was observed that the muscles of animals fed diets with a low protein content (16.98%) and the lowest level of ME (3175 kcal) had higher (P < 0.05) amounts of palmitoleic fatty acids and monounsaturated fatty acids (MUFA) and lower total (P < 0.05) of linoleic, linolenic fatty acids and polyunsaturated fatty acids (PUFA) in total when compared to animals fed diets with 20.98% CP and 3400 kcal. The reduction in ME in diets with low CP supplemented with industrial amino acids, influences negatively FC animals without

compromising the ADG, carcass characteristics and meat quality traits of pigs kept under high environmental temperature from 30 to 60 kg.

1 INTRODUÇÃO

A taxa de crescimento muscular de um suíno é influenciada, entre outros fatores, por seu consumo de ração. À medida que o consumo de energia aumenta, o crescimento muscular ou a deposição de proteína aumentam até atingir um platô (Schinckel, 2001), ou seja, o máximo que o potencial genético permite. Quando o limite genético de deposição de músculos é atingido, o consumo em excesso de energia irá promover uma maior deposição de gordura na carcaça (Bellaver&Viola, 1997) em relação a de proteína.

A utilização e distribuição da energia nos processos metabólicos para os tecidos são determinadas pela fisiologia que regula e adapta o animal às situações do ambiente (Claus&Weiler, 1994). Desse modo, o ambiente térmico no qual os suínos estão inseridos deve ser considerado durante a determinação das exigências nutricionais e formulação das suas rações.

Por serem animais homeotérmicos, os suínos apresentam máximo desempenho quando mantidos em ambiente térmico confortável, representado por uma faixa de temperatura em que os processos termorregulatórios são mínimos, e a utilização total da energia líquida para deposição de tecidos é otimizada (Orlando et al., 2001). Quando submetidos, porém, a ambientes de alta temperatura, os suínos tendem a perder a eficiência de utilização da energia disponível à medida que acionam mecanismos de termorregulação para redução do impacto do ambiente quente no seu organismo (Kerr et al., 2003).

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o meio, modificando o consumo, o ganho de peso e, conseqüentemente, as exigências de nutrientes (Curtis, 1983). De acordo com este mesmo autor, os animais, na termoneutralidade, consomem alimento de acordo com suas necessidades energéticas, ou seja, a ingestão de energia depende das necessidades de nutrientes para manutenção, crescimento e formação dos produtos.

O balanço entre proteína e energia é essencial para minimizar o uso de proteína para obtenção da energia necessária ao metabolismo(Hedegus, 1996). Nesse sentido, a limitada ingestão de energia pode ser o fator de maior restrição à deposição protéica no suíno em crescimento (Batterham, 1994).

A composição da carcaça é influenciada mais facilmente pelo balanço entre a energia metabolizável (EM) e a proteína bruta (PB) da ração. Quando essa relação EM:PB

aumenta ocorre uma redução no rendimento de carne, sendo que esta relação pode variar em função de fatores como temperatura ambiental, fonte de energia e pela quantidade e qualidade da proteína da ração (Leeson, 1995).

O balanço dos valores da energia e proteína das rações constitui o centro em volta do qual os fundamentos da moderna técnica de alimentação revolvem-se. Na nutrição animal, tem sido notado que não só é conveniente garantir quantitativa e qualitativamente o conteúdo de proteína da ração, mas também os valores energéticos que, frequentemente, são subestimados.

Deste modo, encontrar o nível ótimo de energia para melhorar o desempenho e alcançar retorno econômico é um grande desafio, pois as respostas, inclusive a qualidade de carcaça, variam neste contexto. Por isso, são relevantes os estudos visando definir os efeitos dos níveis de energia e proteína bruta nos diferentes ambientes térmicos em que os suínos estão inseridos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Relação desempenho: ambiente

A temperatura é o principal componente ambiental do sistema de produção dos suínos que, por serem animais homeotérmicos, irão utilizar de mecanismos fisiológicos e comportamentais, para manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos de variação, em função do ambiente térmico em que se encontram. Esses mecanismos visam manter o balanço de calor, por meio de ajustes na taxa de produção de calor e perda de calor corporal.

Segundo Perdomo et al. (1994), a faixa ideal de temperatura para suínos em crescimento é de 18 a 23°C. Entretanto, as temperaturas médias brasileiras são superiores a estas durante a maior parte do ano, predominando nessas condições, para suínos em crescimento, a condição de estresse por calor (Laganá, 2005).

A dificuldade dos suínos em manter a homeotermia quando submetidos a altas temperaturas ocasiona redução no desempenho, em decorrência da diminuição do consumo de ração e do custo energético associado à dissipação de calor. A redução voluntária do consumo de ração pode ser entendida como um mecanismo termorregulatório que o animal utiliza de forma a diminuir o incremento calórico gerado pelos processos metabólicos associados à digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, reduzindo assim a produção de calor total a ser dissipada para o meio.

De acordo com Collinet et al. (2001), além da redução do consumo de ração, pode estar envolvido um efeito da alta temperatura sobre a utilização de nutrientes e a produção de calor pelos animais. Quando submetidos a temperaturas acima da zona de conforto térmico, os suínos apresentam mecanismos comportamentais, físicos e químicos para reduzir as taxas metabólicas e, conseqüentemente, a produção de calor. Essa alteração no metabolismo resulta em menor eficiência de utilização dos nutrientes para o crescimento corporal, modificando a exigência nutricional dos animais.

O efeito prejudicial da elevação da temperatura aumenta com o peso corporal, indicando que os efeitos do estresse por calor são intensificados na medida em que os animais se tornam mais pesados, o que pode estar relacionado à maior dificuldade desses animais de perderem calor devido à maior produção de calor metabólico (Hyunet et al., 1998; Quiniou et al., 2000).

Vários estudos têm mostrado o efeito negativo da alta temperatura sobre o desempenho de suínos nas diversas fases de produção (Tabela 1).

Tabela 1 – Redução do consumo de ração e do ganho de peso de suínos em função do aumento da temperatura ambiental

Categoria Animal	Temperatura (°C)	Redução no Consumo/°C	Redução no Ganho (%)	Fonte
15 – 35 kg	20,0 – 27,3	25 g/dia	5	Rinaldo et al. (2000)
27 – 64 Kg	22,0 – 29,0	27 g/dia	10	Le Bellegoet al. (2002)
35 – 90 Kg	20,0 – 27,3	39 g/dia	13	Rinaldo et al. (2000)
64 – 100 Kg	22,0 – 29,0	77 g/dia	16	Le Bellegoet al. (2002)
45 Kg	19,0 – 29,0	48 g/dia	-	Quiniouet al. (2000)

Corroborando com essa informação, Collinet al. (2001) constataram para suínos em crescimento, alimentados com uma ração de mesma composição nutricional, reduções respectivas de 30,0 e de 37,0% no consumo e no ganho de peso diário e piora de 12,0% na conversão alimentar dos animais mantidos no calor (32°C) comparando com os animais em ambiente termoneutro (22°C).

Mannoet al. (2006), estudando os efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg, verificaram que o consumo de ração pelos animais sob estresse por calor foi 12% inferior ao daqueles em conforto térmico recebendo ração à vontade (Tabela 2).

Embora o consumo de ração dos animais submetidos ao calor e ao conforto térmico com alimentação pareada não ter apresentado diferença significativa, observou-se que o ganho de peso dos animais sob estresse por calor foi 7,8% superior ao tratamento de conforto térmico, evidenciando que o efeito da alta temperatura sobre o desempenho de suínos em crescimento não estaria restrito à redução do consumo voluntário de ração. Os animais submetidos ao ambiente de alta temperatura apresentaram melhor conversão alimentar que os mantidos em conforto térmico, independente do sistema de alimentação (à vontade ou pareada).

Tavares et al. (2000) avaliaram a influência da temperatura ambiental no desempenho de suínos e constataram que, em estresse por calor, os animais tiveram menor ganho de peso sem afetar, entretanto as características de carcaça. Dourmand&Noblet (1998) estudando o efeito sobre o consumo de ração de suínos (Tabela 3) observaram queda de 17% no consumo de ração, quando a temperatura aumentou de 20 para 28°C. Isto pode ser explicado em parte, pelo fato de que os suínos apresentam menor consumo de ração em alta temperatura ambiente e aumentam o consumo quando a temperatura diminui.

Tabela 2 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência de utilização de lisina para ganho (EULG), consumos de lisina (CLD) e energia digestíveis (CED) e deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos submetidos aos tratamentos dos 30 aos 60 kg

Parâmetro	Tratamento			CV (%)
	Estresse por calor e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação à vontade	Conforto térmico e alimentação pareada	
CR (Kg)	62,62 ± 3,31 B	71,13 ± 6,42 A	62,10 ± 0,0 B	6,45
GP (Kg)	30,10 ± 0,79 B	31,98 ± 1,89 A	27,93 ± 1,04 C	4,50
CA	2,08 ± 0,08 B	2,22 ± 0,11 A	2,23 ± 0,08 A	4,38
CLD (g)	519 ± 27 B	590 ± 53 A	515 ± 0,0 B	5,55
CED (Mcal)	212,9 ± 11,3 B	241,8 ± 21,8 A	211,1 ± 0,0 B	5,55
EULG	58,0 ± 2,5 A	54,3 ± 2,8 B	54,1 ± 2,00 B	4,84
(ganho/g lis)				
Proteína	119 ± 5,64 A	116 ± 10,00 A	99 ± 7,90 B	7,37
Gordura	146 ± 15,93	180 ± 29,27 A	117 ± 12,44 C	14,15

Médias na mesma linha, seguidas de mesma letra, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

Tabela 3 – Efeito da temperatura sobre o consumo de ração de suínos

	Temperatura Ambiente		
	20°C	24°C	28°C
Consumo de Ração (Kg/dia)	2,40	2,24	1,90
Redução no Consumo (%)	0,00	6,70	17,10

Adaptado de Dourmand&Noblet (1998)

Para se conseguir o máximo desempenho, potencializando, dessa forma, a capacidade genética do animal, é importante garantir as condições adequadas de manejo nutricional que estabelecem um ajuste ideal dos nutrientes fornecidos ao animal, de modo que, mesmo em condições de calor, quando normalmente se verifica diminuição do consumo de alimentos pelos animais, haja uma garantia de consumo de nutrientes, em quantidade necessária ao bom desenvolvimento e produção dos mesmos (Ferreira, 2005).

2.2 Relação desempenho: energia

O aumento da eficiência na produção de suínos, entre outros fatores, é obtido em condições desejáveis de alojamento e ambiente térmico. A interação entre níveis de alimentação e condições térmicas é importante, uma vez que pode comprometer a energia disponível para produção (Verstegen& De Greef, 1992), sendo que o consumo excessivo de

alimentos em dietas com menores conteúdos de energia poderá influenciar na ingestão de proteína ou outros nutrientes, contrariando a exigência animal, sem nenhum benefício à produção, e, podendo ser prejudicial à eficiência da dieta. No entanto, efeitos indesejáveis também podem ocorrer quando os suínos consomem pequenas quantidades de ração com alto nível energético, por isso, poderá limitar o consumo de outros nutrientes (Bertechini, 2006).

Tem sido mostrado que quando se aumenta a concentração energética das rações, o consumo diminui sem causar efeitos negativos no ganho de peso resultando assim melhoria na eficiência alimentar. Portanto a adição de óleos de milho, soja e canola dentre outros, na ração de suínos, pode aumentar a eficiência de desempenho desses animais (Fraleyet al., 1988), melhorando a digestibilidade de nutrientes (Li et al., 1994).

O perfil de ácidos graxos na dieta pode ser um dos principais fatores que influenciam o desempenho dos suínos. O óleo de soja é composto predominantemente de ácidos graxos insaturados de cadeia longa, com uma relação insaturados:saturados (I:S) de 5,42. A digestibilidade de uma fonte lipídica tem sido dependente da relação de ácidos graxos I:S na dieta. A digestibilidade dos ácidos graxos melhora com o grau de insaturação (Whitemore, 1998). Se I:S é maior que 1,5:1 a digestibilidade é alta. Dietas a base de milho, como a de suínos, normalmente excedem 1,5: 1 independente da fonte lipídica suplementada porque 4% da gordura no milho é insaturado (Stahly, home page).

O incremento calórico de lipídeos é menor do que carboidratos e proteínas. Assim, o aumento do conteúdo de energia das rações se faz normalmente com a utilização de óleos/gorduras, pois além do alto fornecimento de energia de baixo incremento calórico, a presença de lipídeos no duodeno tem ação efetiva na liberação do hormônio colecistoquinina, que além de atuar no aumento da secreção pancreática, também age sobre o centro de saciedade, inibindo o consumo de ração. Assim, os efeitos se somam, com o atendimento das necessidades energéticas e o efeito do centro de saciedade sobre o centro da fome, controlando, desta forma, o nível de consumo alimentar. Por outro lado, a redução do conteúdo de energia da ração é conseguido com o aumento do teor de fibra que resulta em maior motilidade intestinal aumentando a velocidade de passagem do bolo alimentar, conseqüentemente, resultando em aumento do consumo da ração (Bertechini, 2006).

Oliveira et al. (1998) avaliando o efeito da temperatura sobre o desempenho de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível, constataram que animais mantidos no ambiente termoneutro apresentaram os melhores resultados de desempenho, enquanto os animais submetidos ao estresse de frio tiveram as melhores taxas de

deposição de proteína na carcaça.

Fergusson&Gous (1997), estudando o efeito do nível de proteína bruta na ração e temperatura ambiental (18, 22, 26 e 30°C) sobre o desempenho e composição corporal de suínos na fase inicial de crescimento (13 a 27 kg), verificaram que o ganho de peso decresceu com a diminuição do nível de proteína bruta na ração, enquanto que a temperatura de 26°C promoveu os melhores ganho de peso (680g/dia) e conversão alimentar (1,868). Constatou-se ainda que o nível de proteína bruta na ração influenciou a composição de proteína e gordura corporal dos animais, enquanto a temperatura influenciou apenas o conteúdo de gordura corporal dos suínos.

Considerando que os suínos consomem os alimentos para atender, prioritariamente, sua necessidade energética e que a quantidade e a qualidade da energia consumida influencia a deposição de gordura e proteína na carcaça de suínos de diferentes pesos, torna-se de fundamental importância o conhecimento da relação entre o consumo de energia e o consumo de proteína na partição dos nutrientes, para deposição de proteína e lipídios (Machado &PenzJunior,1992; Carnino, 1994) e a elaboração de estratégias de alimentação para suínos em crescimento.

2.3 Aspectos quantitativos e qualitativos da carcaça de suínos

As avaliações que até a pouco prezavam pela otimização do ganho de peso e melhora da conversão alimentar perderam significativa importância à medida que uma série de parâmetros associados com a qualidade da carcaça e da carne (Tabela 4) passaram a ser almejadas. O conhecimento e a utilização de metodologias adequadas para aferição e quantificação dos atributos da carcaça da carne suína e do músculo correspondem ao passo inicial deste processo (Bridi& Silva, 2007).

No Brasil, o rendimento de carne é expresso pela relação entre a quantidade de carne de uma carcaça dissecada e o seu peso após resfriamento, sem cabeça e as patas (Irgang, 1996). Em outros países, o rendimento é expresso em relação ao peso da carcaça fria com cabeça.

Segundo Bridi& Silva (2007), com exceção do peso da carcaça, que decorre da pesagem das duas meias carcaças, as demais medidas devem ser realizadas na meia carcaça esquerda. As meias carcaças são decorrentes da secção completa da carcaça, no sentido crânio-caudal, no centro da coluna vertebral, incluindo demais tecidos moles. A cauda permanecerá não seccionada na meia carcaça esquerda.

Tabela 4 – Principais características de qualidade da carne suína (Hovenier, 2003)

Organolépticas	Tecnológicas
Cor	
Perda por exudação	Conteúdo de água
Marmoreio	Capacidade de retenção de água
Odor	Conteúdo de tecido conjuntivo
Sabor	pH
Suculência	Capacidade de absorção de sal
Maciez	Conteúdo de ácidos graxos insaturados
Textura	
Nutricionais	Higiênicas
	Carga bacteriológica
Conteúdo de proteína	Germes patogênicos
Valor calórico	Valor do pH
Conteúdo vitamínico	Atividade de água
Conteúdo mineral	Potencial de redução
Conteúdo de lipídios	Nitrato
Conteúdo de ácidos graxos saturados	Salmora
Conteúdo de colesterol	Resíduo de drogas
Digestibilidade	Resíduos de agentes anabólicos
Valor biológico	Resíduos de pesticidas
	Resíduos de metais pesados

Prata & Fukuda (2001) definem o peso da carcaça, espessura de gordura e área de olho de lombo, como indicadores de parâmetros quantitativos para qualidade de carcaça.

Qualidade de carne é um termo muito abrangente e deve-se definir exatamente a qual aspecto da qualidade se está referindo. Segundo Andersen (2000), pode-se classificar a carne de suínos quanto à qualidade sensorial, em aparência, sabor, maciez e suculência; quanto à qualidade nutricional, em conteúdo e composição de aminoácidos e proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais; quanto à qualidade higiênica, em quantidade de microrganismos presentes, resíduos de antibióticos, hormônios, íons de metais pesados e pesticidas; quanto à qualidade ética, em carne orgânica, carne proveniente de suínos criados em sistemas intensivos de criação ao ar livre (SISCAL) e aspectos de bem estar animal. Finalmente, a qualidade da carne pode ser avaliada por sua qualidade tecnológica, ou seja, capacidade de retenção de água, valores de pH, cor, capacidade emulsificante, entre outros aspectos (Antunes, 2002).

Medidas de profundidade de lombo foram utilizadas como bons preditores da quantidade de carne, enquanto que profundidade de toucinho para rendimento de carne (Antunes, 2002). Nas indústrias, utiliza-se a espessura de toucinho e a profundidade de

músculos como preditores de rendimento de carne (Diestre&Kempster, 1985; Hulsegeet al., 1994; Irgang, 1997).

Suínos mantidos no calor apresentam maiores rendimentos de carcaça em relação aos mantidos no conforto térmico. Tal condição pode estar associada à redução no volume visceral dos animais do calor (Lefauchuret al., 1991; Le Bellego et al., 2002; Manno et al., 2005).

Outra característica de carcaças suínas oriundas de animais mantidos no calor é a menor espessura de toucinho em relação á de animais mantidos em conforto térmico (Rinaldo &Mourot, 2001; Le Bellego et al., 2002). Conforme relatado por Rinaldo et al. (2000), a menor espessura de toucinho pode estar associada à reduzida disponibilidade de energia para a síntese e deposição de gordura haja vista a menor ingestão alimentar de animais mantidos no calor. Também, uma possível redistribuição da gordura periférica para tecidos mais internos pode contribuir para redução da gordura subcutânea e conseqüentemente da espessura de toucinho de animais mantidos no calor (Rinaldo &Mourot, 2001).

Apesar das evidencias de que o calor pode limitar a síntese e deposição proteica de suínos (Le Bellego et al., 2002; Kerr et al., 2003; Manno et al., 2005), não verificaram diferenças na profundidade de músculo longissimus de suínos mantidos no calor (29°C) ou no conforto (22°C). Entretanto, um aumento no rendimento de carne foi observado pelos autores o que pode ser resultado da menor porcentagem de gordura na carcaça de suínos no calor.

O pH exerce influência, direta ou indiretamente, sobre as diversas características de qualidade da carne como a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor. Após o abate dos animais, há um declínio do pH cuja extensão e velocidade irá depender da natureza e condição do músculo no momento preciso em que cessa a circulação sanguínea (Rübensam, 2000).

Existe grande variação na capacidade da carne suína fresca em reter umidade natural do músculo (Forrestet al., 2000). A redução do espaço filamentoso decorrente da contração muscular no rigor mortis libera água no espaço extracelular, que exsudará na superfície de corte da carne (Honikel, 1998).

Os cortes para venda podem perder sua umidade após embalados. A água livre e proteínas solúveis a ela associadas exsudam a partir da superfície dos cortes e se acumulam em torno da carne dando à embalagem a aparência de embalagem úmida pouco atrativa para venda. A produção de suco cárneo visível é conhecida como gotejamento. Esta carne perde palatabilidade, assim como algumas de suas proteínas solúveis, vitaminas e minerais

(Forrestet al., 1979, 2000).

Como a proteína de origem animal é a mais consumida no mundo, a produção de carne suína tem sido orientada a atender com determinação, nos aspectos qualitativos e sanitários, as exigências crescentes de seus consumidores, acompanhado as tendências mundiais que listam os aspectos sensoriais, os benefícios nutricionais e segurança alimentar como itens cada vez mais importantes da cadeia alimentar (Bridi& Silva, 2007).

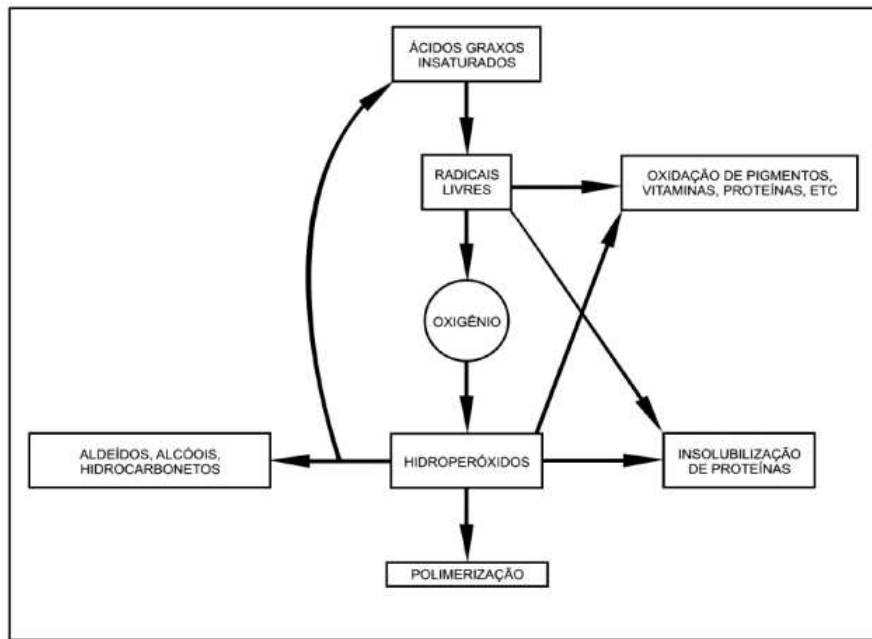
2.4 Oxidação Lipídica em Carnes

A oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade da carne e seus produtos (Figura 1), depois da deterioração microbiana, levando ao desenvolvimento de sabores e odores indesejáveis, descoloração, produção de substâncias potencialmente tóxicas como malonaldeídos e óxidos de colesterol e também perda do valor nutricional, decorrente da destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (Gray et al., 1996).

A oxidação lipídica em carnes começa a se desenvolver antes da morte do animal e procede aumentando na etapa pós-abate e durante o processamento do produto cárneo até este se tornar inaceitável para o consumo.

De forma geral, a oxidação lipídica em carnes ocorre em três fases. A primeira fase ocorre na etapa ante-mortem, nas membranas celulares, as quais são ricas em ácidos graxos poliinsaturados (Chizzoliniet al., 1998). Embora as células animais possuam mecanismos de defesa antioxidantes natural, estas podem continuamente sofrer ação de agentes estressores oriundos de fontes internas e externas. Muitos destes podem atuar como aceleradores das reações de peroxidação, com formação de radicais livres (Bergman et al., 2001 e Soares, 2002).

A segunda fase da oxidação lipídica ocorre imediatamente no momento pré-abate e, posteriormente na etapa pós-abate, quando da instalação do rigor mortis (Morrisseyet al., 1998). As mudanças bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne oferecem condições favoráveis à oxidação lipídica. Logo após a morte do animal, devido à falta da corrente sanguínea e à conseqüente falha no aporte do sistema antioxidante natural, inicia-se o processo de peroxidaçãoautocatalítica. O grau e a extensão desse processo são influenciados pelos eventos pré-abate, tais como alimentação e o estresse, bem como por eventos pós-abate (Olivo, 2006).



Fonte: Jadhav et al (1996)

Figura 1 – Esquema geral da oxidação lipídica

Estas transformações pós-abate são o cessamento da circulação sanguínea, devido ao atordoamento e sangria; o metabolismo anaeróbico, que promove um acúmulo de ácido láctico, com declínio do pH (5,5); o cessamento rápido da circulação de nutrientes; o comprometimento das funções do sistema preventivo de enzimas oxidantes (superóxido dismutase, catalase, glutatona peroxidase, glutatona redutase); inativação das proteínas sequestrantes de ferro; a perda da capacidade do retículo sarcoplasmático em acumular cálcio; a ação do ferro, catalisando reações em cadeia; e a iniciação da oxidação lipídica das membranas (Morrissey et al., 1998). O grau de oxidação nesta fase estará diretamente ligado ao grau de injúria ocorrido durante a vida do animal.

A terceira fase, a mais significativa da oxidação, ocorre durante a desossa, processamento, cozimento, estocagem e exposição. O rompimento da integridade das membranas musculares pela desossa mecânica, moagem, reestruturação ou cozimento, alteram os compartimentos celulares, com a liberação de ferro cataliticamente ativo da mioglobina e de outras proteínas. A interação deste e de outros agentes pró-oxidantes com os ácidos graxos insaturados (poliinsaturados) resulta na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas. Assim, a carne suína que possui alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), é a mais sujeita a danos oxidativos (Weber & Antipatis, 2001).

A principal causa da deterioração da carne é a rancidez oxidativa envolvendo a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados. A rancificação gera o malonaldeído e outros compostos que formam complexos com as proteínas, intensificando a sua oxidação e resultando em prejuízos para a textura do músculo e para as propriedades funcionais das proteínas miofibrilares (Xia et al., 2009).

A exposição das matérias-primas ou produtos a temperatura sem controle, a presença de oxigênio e a incidência demasiada de luz colaboram substancialmente para estas reações. Assim, produtos reestruturados e cozidos apresentam grande suscetibilidade oxidativa (Olivo, 2006).

2.5 Perfil de Ácidos Graxos

A carne suína é frequentemente considerada como “carne gorda” pela classe médica, sendo associada a uma maior incidência de doenças cardiovasculares, devido à confusão feita entre adiposidade global da carcaça e o teor em lípidos nos músculos da carne (Morgan et al., 1992; Mourot, 2001). Na verdade, os músculos dos suínos têm um teor em gordura baixo (1,5 a 2% no músculo longissimus, contra 4 a 5% para o músculo equivalente no bovino) (Mourot, 2001). No suíno, os lípidos intramusculares apresentam uma relação ácidos graxos poliinsaturados:saturados mais elevada que aquela que é observada nos ruminantes, devido aos teores relativamente elevados nos ácidos graxos essenciais, linoleico (C18:2) e linolênico (C18:3), que conferem à carne boas qualidades nutricionais (Wood & Enser 1996; Mourot, 2001; Smet, 2004).

A carne suína apresenta um excelente equilíbrio em ácidos graxos insaturados e saturados (Bragagnolo e Rodriguez-amaya, 2002)(Tabela 5). Porém, a composição em ácidos graxos dos lípidos intramusculares do suíno é influenciada pela composição em ácidos graxos da sua dieta (Daza et al., 2005; Nuernberg et al., 2005; Santos et al., 2005; Park et al., 2012). Esta particularidade fisiológica deste animal permite que possamos modificar pela via nutricional a composição em ácidos graxos a fim de responder à procura dos consumidores e dos nutricionistas que procuram uma proporção elevada de ácidos graxos poliinsaturados (Mourot, 2001).

O tipo de gordura da dieta constitui a maior fonte de variação na composição em ácidos graxos dos lipídios de depósito, de forma particular nos animais monogástricos. A adição de diferentes gorduras como sebo, óleo de soja, óleo de amendoim, óleo de linhaça, óleo de coco e manteiga de cacau numa dieta influem na composição em ácidos graxos dos

Tabela 5- Perfis de Ácidos Graxos de suínos na gordura subcutânea, no músculo *Longissimusdorsi* e *Latissimus*

Ácido Graxo	Suíno			
	Sub-cutânea		<i>Longissimus</i>	<i>Latissimus</i>
C 14:0	1.8	1.3	1.0	1.0
C 16:0	30.6	25.7	21.8	20.5
C 16:1	1.9	5.7	2.7	2.0
C 18:0	12.9	13.2	12.4	12.8
C 18:1	25.8	42.2	35.9	36.0
C 18:2	16.7	10.1	12.0	22.3
C 18:3	NR	1.5	NR	1.3
C 20:4	0.2	0.3	1.5	NR
Referências	1	3	1	2

Referências: 1. Thiel-Cooper et al., 2001; 2. Ramsay et al., 2001; Smith et al., 1996

lipídios da carne dos monogástricos. Dietas com quantidades adicionais de gordura, com elevado conteúdo em ácido linoleico, como óleo de soja, aumentam a quantidade de ácido araquidônico na gordura da carcaça dos suínos (Morgan et al., 1992).

Os AG poliinsaturados essenciais linoleico (C18:2N6), linolênico (C18:3N3), e araquidônico (C20:4N6), para a sua utilização no organismo de mamíferos, devem ser obtidos a partir da dieta, pois a conversão de um AG de uma família ω em outra não ocorre. O AG linoleico, da família $\omega 6$, pode dar origem ao ácido araquidônico. Este processo metabólico é mediado pelas enzimas elongases e dessaturases, as quais participam na formação dos ácidos graxos poliinsaturados, $\omega 6$ e $\omega 3$, o que resulta em uma competição metabólica entre os dois grupos. Um excesso de ácido linoleico impede a transformação do linolênico em seus derivados. O mesmo acontecerá no caso contrário, quando com um menor consumo do ácido linoleico ocorre uma diminuição da formação do ácido araquidônico (Gonzalez & Da Silva, 2006).

A concorrência entre os ácidos linoleico e linolênico está determinada pela afinidade da enzima delta-6-dessaturase por ambos os ácidos graxos. Como a enzima tem maior especificidade pelos ácidos graxos $\omega 3$, precisará de menores quantidades destes ácidos que dos $\omega 6$ para produzir a mesma quantidade de produto (Lehninger et al., 2007). Além disto, o ácido linoleico é derivado inteiramente a partir da dieta. Ele passa através do estômago do suíno inalterado e em seguida é absorvido pela corrente sanguínea do intestino delgado e

incorporado a partir de ácidos graxos. Em geral, a proporção destes ácidos graxos nos tecidos aumenta linearmente com o aumento da ingestão da dieta (Wood et al., 2008).

Os lipídios são imprescindíveis para a aceitabilidade da carne, já que sua concentração na mesma e a composição de cada uma das frações lipídicas influem consideravelmente nas propriedades organolépticas como textura, sabor, aroma, cor, etc (Ludke & López, 1999).

2.6 Liofilização de Carnes

O processo de liofilização dos alimentos é feito para garantir a qualidade do produto (proteína, ácidos graxos, entre outros). Este processo se dá na retirada da umidade do alimento, sendo assim, algumas vantagens são observadas:

- 100% natural, pois o processo dispensa o uso de agentes conservadores e outros aditivos;

- Processo na ausência de oxigênio, prevenindo contra as reações oxidativas;

- Manutenção do valor nutricional do alimento;

- Forma e textura muito similares à original.

- Adequada a alimentos originalmente na forma de pedaços, pasta ou xarope. A forma do produto final pode se adaptar de acordo com a aplicação a que se destina (pedaços, fatias, cubos, granulados, pós);

- Transporte e armazenagem à temperatura ambiente (Garcia, 2009).

Os primeiros passos para a liofilização dos alimentos é através do congelamento, com o objetivo de transformar as soluções aquosas dos alimentos em duas fases, uma concentrada de gelo e a outra concentrada de solutos. A forma que é realizada o processo tem grande efeito na estrutura final do alimento, como o tipo e a velocidade do processo. Ao longo da secagem por liofilização distinguem-se duas etapas: desidratação primária, onde ocorre a maior retirada do conteúdo de água e secundária, que visa retirar certa quantidade da água ligada (restando somente 2% de umidade) (Garcia, 2009).

A liofilização da carne garante por um tempo estendido e com maior segurança a qualidade do produto. As alterações nos lipídios de um produto liofilizado dependem da composição química e do tempo de armazenamento (Georgieva&Tsvetkov, 2008). Segundo os autores o processo de liofilização garante a qualidade das propriedades da carne por seis meses, após isso a carne começa a sofrer alterações significativas em sua composição lipídica.

3 OBJETIVO

Avaliar os efeitos da redução dos níveis de energia metabolizável em rações com baixo nível de proteína bruta no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de estresse por calor na fase de crescimento (30 a 60 kg).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 70 suínos machos castrados na fase de crescimento (30 a 60 kg) mantidos em ambiente de estresse por calor (32°C).

Vale salientar que não existem leis no Brasil que regulamentam o uso da experimentação animal (Marques et al., 2005; Rezende et al., 2008). No entanto, de acordo com as instruções normativas que vem surgindo, essa pesquisa obedeceu aos princípios éticos na experimentação animal, bem como forneceu aos animais requisitos necessários para lhes oferecer o máximo bem-estar e mínimo número de animais para obter resultados precisos de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal do COBEA de 1991 (processo nº 26/2011).

Os animais foram alojados em gaiolas de metal, com piso ripado, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, mantidos em salas climatizadas (temperatura e umidade relativa controladas) e distribuídos segundo o delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 7 repetições e 2 animais por unidade experimental.

As temperaturas e umidades relativas foram monitoradas diariamente, três vezes ao dia (07; 12 e 17 h) por meio de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, de globo negro e uma vez ao dia (7 h) por meio do termômetro de máxima e mínima. Esses dados foram posteriormente convertidos no índice bioclimático ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), de acordo com Buffington et al. (1981).

As rações (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas para atender as exigências dos animais, exceto em energia, segundo Rostagno et al. (2011). Os tratamentos foram assim constituídos: tratamento 1: 20,98% de proteína bruta (PB) e 3.400 kcal de energia metabolizável (EM); tratamento 2: 16,98% de PB e 3.400 kcal de EM; tratamento 3: 16,98% de PB e 3.325 kcal de EM; tratamento 4: 16,98% de PB e 3.250 kcal de EM; tratamento 5: 16,98% de PB e 3.175 kcal de EM. As rações com redução de proteína bruta foram suplementadas com aminoácidos industriais para atender as exigências dos animais com base no conceito de proteína ideal de acordo com Rostagno et al. (2011).

Os ajustes de energia metabolizável foram feitos pela redução no nível de óleo de

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
Milho(7,8% PB)	56,783	68,428	68,428	68,428	68,428
F. Soja (45% PB)	36,469	24,426	24,426	24,426	24,426
Óleo de soja	4,240	3,860	2,948	2,044	1,141
Fosfato bicálcico	1,180	1,284	1,284	1,284	1,284
Calcário	0,631	0,630	0,630	0,630	0,630
Sal comum	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407
Mistura mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Tilosina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte	-	0,050	0,962	1,866	2,769
L-Lisina HCl	-	0,368	0,368	0,368	0,368
DL-Metionina	0,030	0,138	0,138	0,138	0,138
L-Treonina	-	0,124	0,124	0,124	0,124
L-Triptofano	-	0,013	0,013	0,013	0,013
L-Valina	-	0,012	0,012	0,012	0,012
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição calculada⁴					
Proteína bruta (%)	20,983	16,983	16,983	16,983	16,983
EM (kcal/kg)	3400	3400	3325	3250	3175
Lisina digestível (%)	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
Met+cist. digestível (%)	0,617	0,617	0,617	0,617	0,617
Treonina digestível (%)	0,712	0,668	0,668	0,668	0,668
Triptofano digestível (%)	0,236	0,185	0,185	0,185	0,185
Valina digestível (%)	0,896	0,709	0,709	0,709	0,709
Cálcio (%)	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Fósforo disponível (%)	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

¹ Contém em 1kg: ferro (45.000 mg), cobre (37.000 mg), cobalto (300 mg), manganês (25.000 mg), zinco (35.000), iodo (800 mg), selênio (120 mg) e excipiente q.s.p. (1000 g).

²Contém em 1kg: vitamina A (3.000.000UI), vitamina D₃ (1.200.000UI), vitamina E (7.500 mg), vitamina B₁ (500 mg), vitamina B₂ (2.300mg), vitamina B₆ (1000 mg), vitamina B12 (7000 mg), vitamina K (1,250 mg), ácido pantotenato de Ca (6.000 mg), niacina (10.000 mg), ácido fólico (150 mg); biotina (50 mg), colina (125 g) e excipiente q.s.p. (1000 g).

³ BHT - Antioxidante

⁴ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2011).

soja com proporcional aumento do inerte.

As rações experimentais e a água foram fornecidas aos animais à vontade. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento, para determinação do ganho de peso. As rações foram pesadas sempre que fornecidas aos animais e as sobras pesadas diariamente, para determinação do consumo e posteriormente da conversão alimentar.

Ao atingirem o peso de abate (60 kg) os animais foram submetidos a jejum alimentar de 24 horas. Após esse período, um animal de cada tratamento com o peso o mais próximo da média, foi abatido por insensibilização e sangramento, segundo a Instrução

Normativa N°3 (MAPA, 2000). As carcaças foram depiladas, evisceradas e pesadas, incluindo pés e cabeça. Os órgãos (fígado e rins) foram retirados e secados à sombra durante 15 minutos para posterior pesagem.

As carcaças foram avaliadas seguindo-se o que preconiza o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973).

Características de carcaça:

✓ Peso da carcaça quente e resfriada: O peso da carcaça foi obtido ao término imediato do abate, definindo-se peso de carcaça quente e após o resfriamento por 24 horas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$, representando o peso da carcaça resfriada. A medida do peso da carcaça quente e resfriada permitiu estimar o rendimento da carcaça e as perdas ocorridas durante o período de resfriamento.

✓ Rendimento de carcaça:

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Peso da carcaça quente} \times 100}{\text{Peso vivo ao abate}}$$

✓ Espessura de toucinho no ponto P2: A espessura de toucinho no ponto P2 (Figura 1) foi medida na altura da última costela, na região da inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar a seis centímetros da linha média de corte da carcaça (ponto P2) seguindo-se a técnica descrita por Bridie Silva (2007). Os valores foram obtidos com o auxílio de um paquímetro e expressos em milímetros.

✓ Profundidade do músculo *Longissimosdorsi*: O paquímetro foi orientado a partir do ponto P2 perpendicularmente (Figura 2) até o limite extremo oposto do músculo seguindo-se a técnica descrita por Bridi e Silva (2007).

A coleta das amostras para avaliação qualitativa da carne foi realizada na carcaça resfriada, por 24 horas a $\pm 2^\circ\text{C}$, seccionando a carcaça entre a última vértebra torácica com a primeira lombar e retirando-se, no sentido caudal-cranial, uma amostra de aproximadamente 30 cm do músculo *Longissimusdorsi*. Cada amostra de aproximadamente 2,5 cm foi utilizada para cada análise qualitativa da carne de acordo com os métodos descritos por Bridi & Silva (2007). Para as análises de oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos, as amostras, após o congelamento por sete dias, foram liofilizadas.

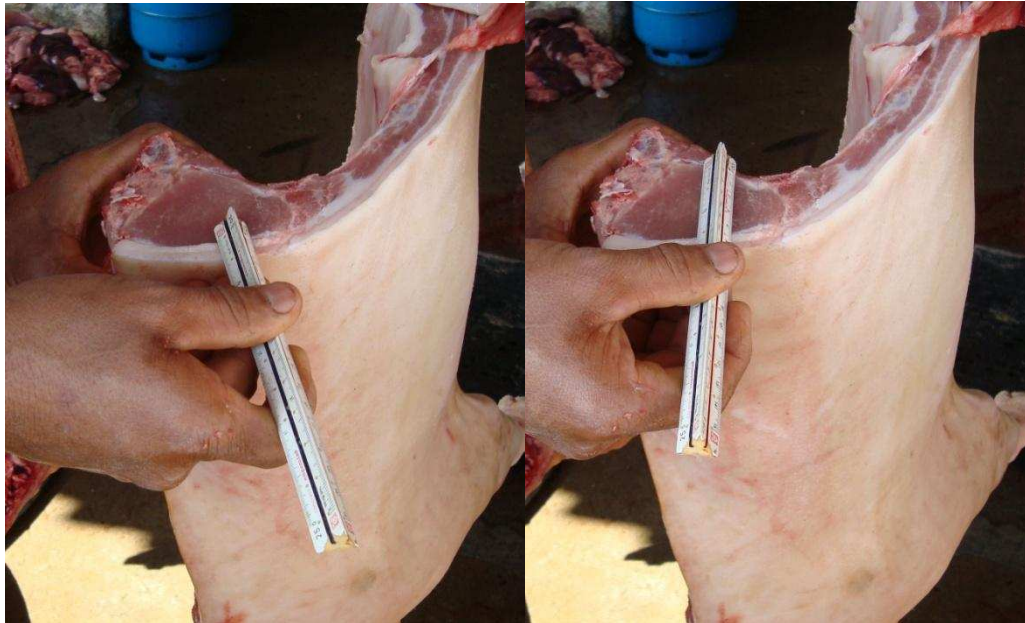


Figura 1 – Espessura de Toucinho P2
Figura 2 – Profundidade do músculo

Qualidade de carne:

- ✓ pH: Foram tomadas medidas de pH e temperatura, na região do músculo *Longissimosdorsi*, na altura da última costela (Figuras 3 e 4), aos 45 minutos e às 3 horas após o abate e às 24 horas após o resfriamento da carcaça. O pH foi medido com auxílio de um peagâmetro portátil, com eletrodo de inserção. Previamente, com a faca, furou-se a pele, a manta de gordura e a carne, antes de inserir o eletrodo no músculo para realização da leitura (Ramos e Gomide, 2007).
- ✓ Perda de líquido no descongelamento (PLD): Uma amostra de carne de cada carcaça, bife do *Longissimusdorsi* com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 130 gramas), foi utilizada para a mensuração de perda de líquido no descongelamento e na cocção. A amostra de carne congelada foi pesada, identificada e colocada sobre a grade de uma geladeira doméstica por 24 horas, a 4°C, para descongelar. Após 24 horas, a amostra foi retirada da geladeira, enxugada levemente com papel toalha e pesada novamente.

$$PLD (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra congelada} - \text{Peso da amostra descongelada}) \times 100}{\text{Peso da amostra congelada}}$$



Figuras 3 e 4 – Medidas do pH e Temperatura da Carcaça

✓ Perda de líquido na cocção (PLD): Para perda de líquido por cocção, esta mesma amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha (Figura 5). O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C, foi utilizado sempre um mesmo número de amostras e uma amostra representando cada um dos cinco tratamentos por fornada. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico de um dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período (Figura 6).

$$PLC (\%) = \frac{(\text{Peso da amostra descongelada} - \text{Peso da amostra assada}) \times 100}{\text{Peso da amostra descongelada}}$$



Figura 5 – Forno para Cocção



Figura 6 – Pesagem das amostras

✓ Força de cisalhamento: As mesmas amostras (bifes assados) utilizadas anteriormente foram usadas para análise de força de cisalhamento. Sete subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado (Figura 7). As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler (Figura 8).



Figura 7 - Amostrador de Aço Inox



Figura 8 - Aparelho de Warner-Bratzler

✓ Oxidação lipídica: A curva padrão e o preparo das amostras foram realizados utilizando-se o método de extração ácido aquosa, conforme descrito por Kanget al. (2001). Para a determinação da curva foi preparada uma solução 0,0001 M do padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) em ácido perclórico 3,86%. Dessa solução foram retiradas alíquotas, que foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL sendo, em seguida, o volume completado com ácido perclórico 3,86%. De cada balão, 2 mL foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Posteriormente foi adicionado 2 mL da solução aquosa 20 mM de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), os tubos foram fechados, agitados e aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente, foi lida a densidade ótica em espectrofotômetro a 532nm. Com as leituras de absorbâncias obtidas, foi então traçada uma curva de calibração para o cálculo dos níveis de substâncias que reagem ao TBA (TBARS) nas amostras. O preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica foi conduzido da seguinte forma: em um tubo de ensaio médio, foram pesados aproximadamente 3 g da carne, foi feita a adição de 18 mL de ácido perclórico 3,86%, e em seguida o tubo com esse conteúdo foi levado em um agitador tipo Vórtex por 15 segundos a alta velocidade. O homogeneizado foi filtrado em papel de filtro Whatman nº1. Posteriormente, 2 mL do filtrado foram colocados em tubos de ensaio pequenos com rosca, por duplicata, acrescidos de 2 mL de solução aquosa 20 mM de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente, a densidade ótica foi lida em espectrofotômetro a 532nm. A quantidade de TBARS da amostra foi expressa em mg de malonaldeído por kg de carne.

✓ Perfil de ácidos graxos: A extração dos lipídios da amostra do Longissimusdorsi foi feita segundo a metodologia de Wang et al. (2000) por cromatografia gasosa utilizando-se o método de metilação direta. Foram pesados aproximadamente 30 mg da carne liofilizada em um tubo de esterificação. Foi acrescentado 2,0 mg/mL do padrão interno (ácido nonadecanóico, C19:0) em hexano, 1 mL de metanol e 3 mL de HCl metanólico 3N. Os tubos foram fechados e levados ao banho-maria a 95°C por uma hora. Após resfriarem a temperatura ambiente, foi adicionado 8 mL de solução de NaCl 0,88% e 3 mL de hexano, em seguida, o conteúdo foi misturado em agitador de tubos. Os tubos foram mantidos em repouso até a separação das fases. A camada superior foi recolhida e transferida para um vidro âmbar devidamente identificado. As amostras foram mantidas em freezer para posterior injeção no cromatógrafo gasoso. Os metil ésteres dos ácidos graxos foram identificados por comparação

com os tempos de retenção dos padrões. O conteúdo dos ácidos graxos do *Longissimusdorsi* foi expresso em porcentagem. O teor de cada ácido graxo na amostra do *Longissimusdorsi* foi calculado como segue:

$$AGi = (A \times L \times F) / 100$$

AGi = teor do ácido graxo na amostra (g/100g);

A = porcentagem de área de cada um dos picos obtidos nos cromatogramas;

L = teor de gordura da amostra (g/100g);

F = 0,910, fator que corrige o teor de gordura para componentes lipídicos que não são ácidos graxos (Hollandet al., 1994).

As análises bromatológicas dos ingredientes e das rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com metodologia descrita por Silva (1990).

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), consumo de lisina e energia metabolizável, dos parâmetros de carcaça e qualidade de carne foram realizadas utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000).

As estimativas de exigência de energia metabolizável para suínos machos castrados, dos 30 aos 60 kg, foram estabelecidas por meio de comparação entre o tratamento controle de alto valor de proteína bruta (20,98%) e os demais tratamentos contendo o menor nível de proteína bruta (16,98%) utilizando o teste de Dunnett e por meio de modelos de regressão para os tratamentos que apresentavam baixo nível de proteína e redução do nível de energia metabolizável (3.400; 3.325; 3.250 e 3.175 kcal/kg). Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a temperatura da sala foi mantida em $32,4 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa do ar em $63,1 \pm 10,1\%$ e a temperatura de globo negro em $32,5 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ com o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado correspondendo a $81,3 \pm 1,3$. Pode-se inferir com base nos valores médios de temperatura do ar e do ITGU que os animais foram expostos a estresse por calor, se considerado que a faixa de termoneutralidade para essa categoria animal está entre 18 e 23°C (Yan & Yamamoto, 2000; Brown-Brandlet al., 2001) e que 72 é o limite superior de ITGU para suínos em crescimento e terminação (Turco et al., 1998; Campos et al., 2008).

Os resultados de desempenho e consumos de lisina e energia metabolizável estão apresentados na Tabela 2.

A redução da proteína bruta (PB) da ração de 20,98 para 16,98% com suplementação de aminoácidos industriais, empregando o conceito de proteína ideal, não influenciou ($P > 0,05$) nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados e nem os de consumos de energia metabolizável (EM) e de lisina digestível dos animais, independente dos níveis de EM avaliados. A exceção ocorreu no valor da conversão alimentar (CA), com os animais que receberam a ração com baixo nível de PB e com o menor nível de EM (3175 kcal) tende a apresentar pior valor ($P < 0,05$) em relação aos alimentados com a ração com 20,98% de PB e 3400 kcal de EM. Nesse caso, pode-se associar essa piora da CA com a diminuição do nível de EM e não da PB da ração.

Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Le Bellegoet al. (2002), Kerr et al. (2003), Ferreira et al. (2007) e Orlando et al. (2007), que, em estudo com suínos na fase de crescimento mantidos em ambientes de alta temperatura, também não verificaram influência da redução em até 4% do nível de PB, com suplementação de aminoácidos, em nenhum parâmetro de desempenho dos animais.

Assim, com os dados obtidos nesse estudo, pode-se inferir que o possível efeito positivo da redução de PB em aumentar a energia líquida da ração, conforme proposto por Le Bellegoet al. (2003) e Keer et al. (2003), não foi suficiente para influenciar o desempenho dos animais.

Tabela 2 – Desempenho de suínos machos castrados mantidos em ambiente deestresse por calor dos 30 aos 60 kg

Parâmetros	Nível de energia metabolizável (kcal/kg)					Regressão	CV (%)
	20,98% PB		16,98% PB				
	3400	3400	3325	3250	3175		
Ganho de peso (g/dia)	881	880	868	880	857	ns	6,40
Consumo de ração (g/dia)	1792	1783	1847	1885	1913	L	6,02
Conversão alimentar (g/g) ¹	2,04b	2,03b	2,13b	2,15b	2,24a	L	4,75
Consumo de EM (kcal/dia)	6091	6062	6141	6125	6073	ns	6,01
Consumo de lisina (g/dia)	18,42	18,33	18,99	19,37	19,66	L	6,02

¹Médias de cada nível de energia metabolizável das rações com baixa proteína (16,98%) seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem em relação à ração com 3400 kcal/kg e alta proteína (20,98%) pelo teste de Dunnett (P<0,05).

L: efeito linear (P<0,05); ns: não significativo (P>0,05).

CV: coeficiente de variação.

Essa proposição está consistente com o relato de Le Bellegoet al. (2002) que afirmaram que sob condições de alta temperatura a utilização de rações com baixo incremento calórico não limitariam as influencias negativas do estresse por calor no desempenho dos suínos. Mais recentemente, Renaudeau et al. (2012) com base em revisão de dados disponíveis na literatura, também afirmaram que a redução da PB da ração com suplementação adequada de aminoácidos, não seria eficiente para contornar o efeito negativo da alta temperatura no desempenho dos suínos em crescimento.

Em relação aos níveis de EM, foi constatou-se que a redução de 3400 para 3175 kcal nas rações com baixo nível de PB (16,98%), não influenciou (P>0,05) o ganho de peso médio diário (GPMD) dos animais. Do mesmo modo, Spencer et al. (2005) também não verificaram influencia do nível de EM (3259 e 3581 kcal/kg) da ração com baixo nível de PB (11,3%) no GPMD de suínos na fase de crescimento submetidos a estresse por calor. No entanto, quando os autores utilizaram a ração com mais alto nível de PB (13,6%), verificaram melhora no ganho de peso dos animais com o aumento da concentração de EM.

Por outro lado, De La Llata et al. (2001), avaliando os efeitos da densidade energética das rações, no desempenho de suínos em crescimento e terminação em ambiente de termoneutralidade, constataram que na fase de crescimento (39 e 59 kg) o aumento do nível de EM da ração de 3310 a 3580 kcal/kg resultou em melhora linear do GPMD dos animais.

Esses resultados seriam um indicativo de que a influencia do nível de EM da ração no ganho peso dos suínos em crescimento pode variar tanto em função da composição da ração quanto do nível de PB e da condição ambiental em que os animais estão expostos.

A diminuição do nível de EM das rações, resultou em aumento ($P < 0,05$) linear do consumo de ração médio diário (CMRD) dos suínos, segundo a equação, $\hat{Y} = 3728,72 - 0,569408EM$ ($r^2 = 0,96$). De forma coerente com este resultado, Spencer et al. (2005), avaliando rações com diferentes níveis de PB e de EM para suínos em terminação mantidos em ambiente de alta temperatura, verificaram que o menor nível de EM resultou em aumento de consumo somente nos animais alimentados com a ração com o nível mais baixo de PB. Provavelmente este resultado estaria relacionado ao fato de que a ração como nível mais alto de PB, por resultar maior produção de calor metabólico (Noblet & Van Milgen, 2004), limitaria a capacidade dos suínos em ajustar seu consumo de energia quando expostos em ambiente de alta temperatura. Assim, pode-se considerar que em condição de estresse por calor a influencia do nível de EM da ração no padrão de consumo de suínos em crescimento e terminação pode variar de acordo com o nível de PB da ração.

Não se observou efeito ($P > 0,05$) dos níveis de energia da ração no consumo de energia metabolizável médio diário dos animais. Esse padrão de resposta evidenciou que mesmo em condição de alta temperatura os suínos alimentados com rações com baixo nível de PB foram capazes de ajustar seu consumo voluntário de alimento para atender sua exigência de EM, o que nesse estudo justifica os resultados obtidos de ganho de peso dos animais.

O consumo de lisina digestível médio diário aumentou ($P < 0,05$) de forma linear a medida que se diminuiu a concentração de EM da ração, segundo a equação $\hat{Y} = 3833,12 - 0,585352EM$ ($r^2 = 0,96$). Como as rações foram isolisínicas, esse resultado pode ser diretamente associado à variação observada na ingestão voluntária de alimentos pelos animais.

Ao se constatar que o aumento do consumo de lisina digestível e, conseqüentemente, dos demais aminoácidos não influenciou o desempenho dos animais, pode-se reafirmar que a nutrição proteica não foi comprometida com a redução da PB em quatro pontos percentuais utilizada neste estudo.

A conversão alimentar (CA) dos animais foi influenciada ($P < 0,05$) pela redução do nível de EM da ração tendo piorado de forma linear de acordo com a

equação, $\hat{Y} = 4,94292 - 0,000853241EM$ ($r^2 = 0,95$). De forma similar Le Bellegoet al. (2002) em estudos conduzidos com suínos mantidos em ambiente de alta temperatura, constataram que a redução do nível de EM de 3430 kcal para 3260 kcal resultou em piora da CA dos animais que receberam a ração com baixo nível de PB (15,6%) na fase de crescimento. Efeito negativo do menor nível de energia da ração na CA dos suínos dos 25,3 aos 41 kg submetidos a estresse por calor, também foi observado por Keeret al. (2003).

Já Spencer et al. (2005), avaliando modificações na ração para melhorar o desempenho de suínos na fase de terminação expostos a alta temperatura, confirmaram a influencia negativa da ração com menor nível de EM na CA dos animais. Nesse estudo os autores concluíram que o baixo nível de gordura (1%) utilizado na ração menos energética foi o principal fator responsável por este resultado.

Nesse sentido considerando que os lipídeos além de ser a mais eficiente fonte de energia (Noblet&VamMigem, 2004), exercem também efeito positivo na digestibilidade de nutrientes da ração, como os aminoácidos (Almeida et al., 2007), pode-se inferir que a piora observada na CA dos animais observados no presente estudo com a redução da EM pode em parte, estar relacionada a diminuição do nível de inclusão do óleo de soja de 3,86 para 1,141%. Essa hipótese se confirma no estudo conduzido por Wolpet al. (2012), com suínos em crescimento sob estresse por calor onde níveis crescentes de inclusão de óleo de soja de 1,5 até 4,5% em rações isoenergéticas resultou na melhora da CA dos animais.

Dentre os dados de desempenho dos animais avaliados, a resposta negativa da CA à diminuição da densidade energética da ração, tem sido a mais consistente entre os trabalhos.

Os resultados dos parâmetros de qualidade de carcaça e pesos relativos dos órgãos dos suínos estão apresentados na Tabela 3.

A redução da proteína bruta e da energia metabolizável da ração não influenciaram ($P>0,05$) o peso e o rendimento de carcaça dos animais. Em estudos conduzidos com suínos sob estresse por calor Le Bellegoet al. (2002) e Spencer et al. (2005), também não encontraram variação significativa, respectivamente, no rendimento e no peso da carcaça. Da mesma forma, avaliando redução de proteína ematé quatro pontos percentuais em fêmeas suínas submetidas a estresse por calor Orlando et al. (2007) não verificaram variação significativa nos valores de

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade de carcaça e pesos relativos dos órgãos de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração

Parâmetros	Nível de energia metabolizável (kcal/kg)					Regressão	CV (%)
	20,98%PB	16,98% PB					
	3400	3400	3325	3250	3175		
Peso de Carcaça (kg)	43,7	44,2	44,7	44,6	43,0	ns	3,17
Rendimento de Carcaça (%)*	78,0	78,9	78,9	77,7	77,9	ns	1,42
Profundidade Músculo (mm)	38,6	39,7	38,8	39,8	38,1	ns	13,2
Espessura Toucinho P2	8,1	11,1	9,4	9,8	9,8	ns	20,2
Pesos Relativos							
(% da carcaça)							
Fígado	3,31	2,83	3,00	3,06	3,07	ns	15,6
Rins	0,57	0,51	0,52	0,52	0,53	ns	9,42

*Calculado pela relação peso carcaça quente: peso animal pós-jejum

¹Médias de cada nível de energia metabolizável das rações com baixa proteína (16,98%) seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem em relação à ração com 3.400 kcal/kg e alta proteína (20,98%) pelo teste de Dunnett (P<0,01).

ns: não significativo (P>0,05).

CV: coeficiente de variação.

rendimento de carcaça dos animais. Também avaliando a redução de PB em até quatro pontos percentuais para suínos, em crescimento e terminação, mantidos em ambiente de termoneutralidade Keeret al. (2003), não verificaram efeito dos tratamentos no peso da carcaça dos animais. A consistência de resultado entre os trabalhos evidenciou que a redução de proteína, com suplementação de aminoácidos, tem pouca influencia nesses parâmetros de carcaça independente do ambiente térmico e da fase de crescimento dos animais. Os dados de peso de carcaça obtidos nesse estudo estão coerentes com o de ganho de peso dos animais, que não variaram entre os tratamentos.

A redução dos níveis de PB bem como a diminuição da EM nas rações com baixa PB não influenciaram (P>0,05) a profundidade do músculo *Longissimusdorsidis* suínos. Esse resultado está coerente com os obtidos por Le Bellego et al. (2002), Keer et al. (2003) e Spencer et al. (2005) que, em estudos com suínos em crescimento e terminação mantidos em ambientes de alta temperatura também não verificaram variação significativa na profundidade de lombo com a redução da PB e diferentes níveis de EM.

Por outro lado, em estudos com suínos em crescimento e terminação

mantidos em ambiente de alta temperatura, Schoenherr(1992), verificou diminuição da porcentagem de carne na carcaça em razão da redução do nível de PB da ração. Como a deposição de proteína na carcaça é dependente da qualidade da proteína quanto ao seu perfil de aminoácido, é provável que uma suplementação inadequada de aminoácido possa justificar a inconsistência de resultados observadas entre os autores.

Assim, os dados de profundidade de lombo obtidos nesse estudo confirmam o relato anterior que a suplementação de aminoácidos foi adequada para manter a qualidade da nutrição proteica.

A espessura de toucinho não variou ($P>0,05$) com a redução de PB e com a de EM das rações. Apesar de não ter variado significativamente, foi verificado que os animais que receberam as rações com baixo nível de PB, independente do nível de EM avaliado, apresentaram aumento médio, não significativo, de 23,8% no valor absoluto da espessura de toucinho em relação aos animais que receberam a ração com 20,98% de PB. De forma consistente com esses dados, Le Bellegoet al. (2002) e Spencer et al. (2005), em estudos com suínos mantidos em ambiente de alta temperatura na fase de crescimento, verificaram aumento na espessura de toucinho dos animais, devido a redução do nível de PB em rações com diferentes níveis de EM. Correlação negativa entre o nível de PB da ração com a espessura de toucinho de suínos em crescimento sob estresse por calor, também foi observada por Keeret al. (2003).

Com os dados de espessura de toucinho obtidos nesse estudo, ficou evidenciado que a energia metabolizável não limitou a deposição de proteína na carcaça e que o provável ganho da energia líquida, devido a menor produção de calor das rações com baixo nível de PB (Keeret al., 2003), foi utilizado para deposição de gordura na carcaça. Assim, a alta temperatura pode limitar a capacidade de deposição de proteína ou afetar a partição da energia entre a deposição de proteína e lipídeo dos suínos (Le Bellegoet al. 2002).

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da redução de PB e do nível de EM das rações nos pesos relativos do fígado e dos rins. Embora a variação não tenha sido significativa foi constatado que os animais que receberam as rações com baixo nível de PB independente dos níveis de energia, apresentaram redução de 9,7 e 8,7% nos valores absolutos dos pesos relativos, respectivamente, do fígado e dos rins. Menores valores absolutos dos pesos relativos do fígado e dos rins de suínos em crescimento

mantidos em ambientes de alta temperatura em razão da redução do nível de PB da ração foram encontrados por Le Bellegoet al. (2002), Keer et al. (2003) e Ferreira et al. (2007).

Tendo como base o relato de Le Bellegoet al. (2002) que a excreção de nitrogênio pode ser reduzida em 10% por cada ponto de diminuição do nível de PB da ração, pode-se inferir que a redução dos pesos desses órgãos estaria associada à menor demanda metabólica para síntese e excreção da uréia proveniente do catabolismo de aminoácidos em excesso da ração com alto nível de PB. Pode-se afirmar ainda que a diminuição dos pesos destes órgãos contribuiu para a redução da produção de calor dos animais, o que é favorável em ambiente de alta temperatura. De acordo com Keeret al. (2003) o decréscimo do incremento calórico, associado com a síntese e excreção de uréia, contribui para a redução da produção de calor dos suínos alimentados com rações com baixo nível de PB. E ainda segundo Le Bellegoet al. (2001) verificaram que a produção de calor total dos suínos em crescimento, reduz em 1,7 kcal para cada grama de decréscimo na ingestão de proteína.

Os resultados de qualidade de carne e de valores de pH da carne dos suínos estão apresentados na Tabela 4.

Não se observou influência ($P>0,05$) dos níveis de PB e de EM das rações nos parâmetros de qualidade de carne avaliados (perda de líquido no descongelamento e cocção e força de cisalhamento, pH e temperatura a 45 minutos, 3 e 24 horas. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Spencer et al. (2005) que, avaliando diferentes níveis de PB (11,3 e 13,6%) e de EM (3250 e 3581 kcal/kg) em rações para suínos em terminação, também não observaram variação significativa no pH, na força de cisalhamento e na perda de líquido por cocção do músculo *Logissimusdorsi* dos animais. De forma semelhante, no estudo conduzido por Alonso et al. (2010) com suínos em terminação, ficou evidenciado que variação no nível de PB (17 e 14,9%), bem como de EM (13,08 e 13,42 MJ) da ração não influenciaram o pH 24 horas e a força de cisalhamento da carne dos animais.

Mais recentemente, em conformidade com os resultados anteriores, Madeira et al. (2013), avaliando a redução da PB (17,5 x 13,2%) ajustando ou não o nível de lisina da ração de suínos de dois diferentes genótipos na fase de terminação, não verificaram variação significativa nos valores de pH 45 min e 24 horas, força de cisalhamento e perda de água por cocção dos músculos *Logissimusdorsi* dos animais

entre os tratamentos.

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade de carne e valores de pH da carne de suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração

Parâmetros	Nível de energia metabolizável (kcal/kg)					Regressão	CV (%)
	20,98% PB		16,98% PB				
	3400	3400	332	3250	317		
Perda na Cocção (%)	24,7	26,3	25,1	24,9	24,9	ns	10,7
Cisalhamento (kgf)	3,9	4,0	3,6	4,0	4,4	ns	19,6
pH							
45 minutos	6,57	6,64	6,42	6,57	6,62	ns	4,59
3 horas	6,35	6,44	6,28	6,40	6,61	ns	4,36
24 horas	5,63	5,80	5,59	5,60	5,76	ns	5,09
Temperatura (°C)							
45 minutos	32,5	32,9	34,4	35,3	32,0	ns	5,12
3 horas	25,4	25,7	26,9	26,7	25,7	ns	5,66
24 horas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ns	0,00
Perda no Descongelamento (%)	11,6	12,0	12,5	12,0	12,8	ns	20,9

¹Médias de cada nível de energia metabolizável das rações com baixa proteína (16,98%) seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem em relação à ração com 3.400 kcal/kg e alta proteína (20,98%) pelo teste de Dunnett (P<0,01).

ns: não significativo (P>0,05).

CV: coeficiente de variação.

Com relação à perda de água por cocção o valor médio de 25,2% obtido nesse estudo caracteriza a carne como tipo normal. Essa afirmativa se fundamenta nos estudos de Van Der Walet al. (1988) com suínos, que definiram o valor de 26,9% para a carne normal e de 30,7% para a carne pálida, mole e exudativa (PSE).

O valor médio da força de cisalhamento no teste de textura encontrado nesse estudo de 3,98 kgf foi maior que o de 3,2 kgf encontrado por Spencer et al. (2005).

Tendo como referência o valor de força de cisalhamento de 6,0 kgf estabelecido por Iversenet al. (1995) como o valor limite entre a carne de suíno macia e dura, a carne dos animais desse estudo, independente do nível de PB e EM, seria classificada como macia. No entanto, se considerado o valor de 3,2 kgf estabelecido pelo NationalPorkProducersCouncil (1999) como valor limite entre a

maciez e a dureza, a carne nesse estudo seria classificada como dura. As diferenças de valores limites observadas entre os autores evidencia que não há um consenso nesse parâmetro de classificação da carne suína.

Os valores médios de pH obtidos aos 45 minutos, 3 e 24 horas que corresponderam, respectivamente, a 6,56; 6,42 e 5,68, ficaram dentro da faixa proposta para carne suína: de 6,0 a 6,6 para pH inicial e de 5,5 a 5,8 para pH final segundo Dalla Costa (2005), o caracterizaria a carne obtida nesse estudo como normal. Essa classificação estaria também coerente com o relato de Bridiet al. (2007), de que a carne suína será classificada como normal quando apresentar valor de pH inicial igual ou superior a 5,8 e pH final inferior a 6,0.

Os tratamentos (níveis de PB e de EM) não influenciaram ($P > 0,05$) a perda de água por descongelamento a 4°C que foi em média 12,1%. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Gomide (2010), também no músculo *Longissimusdorsi* de suínos machos castrados sob descongelamento a 4°C. No entanto, o valor de perda de água médio encontrado nesse estudo foi menor que o de 14,7% observado por Danguer (2009) e maior que o de 8% verificado por Pelegrini et al. (2012). Vale salientar que o pH está diretamente relacionado com o poder de retenção de água da carne. Segundo Prata & Fukuta (2001), a queda do pH e a formação de ácido láctico no período post-mortem são responsáveis pela redução geral dos grupos reativos de proteínas disponíveis para a retenção de água. Desse modo, como a redução do pH foi caracterizada como sendo de carne normal nesse estudo, a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente a perda de líquido por descongelamento pode ser considerada normal.

O fato de os valores de perda líquida por cocção, força de cisalhamento e pH do músculo *Longissimusdorsi* de perda no descongelamento encontrados nesse estudo, por estarem de acordo com o tipo de carne classificada como normal, evidenciaram que os níveis de PB e de EM da ração não tiveram efeito na qualidade da carne de lombo dos suínos. Esse padrão de resposta confirma o relato de Le Bret (2008), que afirmou que os níveis de proteína e da energia da ração geralmente não influenciam o pH aos 45 minutos e 24 horas, e a perda de líquido no descongelamento da carne dos suínos.

Na tabela 5 estão apresentados os resultados de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e do perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimusdorsi* dos suínos.

Tabela 5 – Concentração de dialdeído malônico (MDA, mg/kg) e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimusdorside* suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg, em função do nível de EM e PB da ração

Parâmetros	Nível de energia metabolizável (kcal/kg)					Regressão	CV (%)
	20,98% PB		16,98% PB				
	3400	3400	3325	3250	3175		
Oxidação Lipídica(MDA, mg/kg)	0,56	0,54	0,55	0,46	0,47	ns	30,1
Perfil Ácidos Graxos (%)							
Mirístico (C14:0)	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	ns	35,1
Palmítico (C16:0)	23,9	24,6	24,1	24,3	24,7	ns	3,8
Esteárico (C18:0)	10,8	11,4	10,8	10,6	11,3	ns	8,4
AG Saturados (SFA)	35,5	37,00	35,7	35,8	36,8	ns	3,7
Palmitoleico (C16:1) ¹	2,1b	2,2b	2,4b	2,5b	2,7a	ns	13,9
Oleico (C18:1N9)	39,7	40,4	40,7	42,3	42,5	ns	6,2
AG Monoinsaturados (MUFA) ¹	41,8b	42,6b	43,1b	44,7b	45,1a	ns	6,1
Linoleico (C18:2N6) ¹	17,3a	15,4a	15,2a	14,3a	12,6b	ns	14,4
Linoleico (C18:3N3) ¹	0,8a	0,6a	0,6a	0,6a	0,4b	ns	44,9
Araquidônico (C20:4N6)	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6	ns	35,2
AG Poliinsaturados (PUFA) ¹	19,4a	17,5a	17,3a	16,5a	14,6b	ns	14,9

¹Médias de cada nível de energia metabolizável das rações com baixa proteína (16,98%) seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem em relação à ração com 3.400 kcal/kg e alta proteína (20,98%) pelo teste de Dunnett (P<0,01).

ns: não significativo (P>0,05).

CV: coeficiente de variação.

A redução da proteína bruta e da energia metabolizável da ração não influenciou (P>0,05) os valores de TBARS na carne mantida sob refrigeração por 7 dias.

Dunshaet al. (2005) e Trindade et al. (2008), correlacionaram valores de TBARS com resultados de análise sensorial com julgadores treinados e não treinados (Trindade et al., 2008) para avaliação de “odor a ranço” em carne suína. Segundo os autores, o limiar de detecção de odor corresponde valores entre 0,5 e 1,0 mg MDA/kg para provadores treinados e 0,6 e 2,0 mg MDA/kg para provadores não treinados. Assim, considerando o valor médio de oxidação lipídica encontrado nesse estudo (0,51 mg MDA/kg de amostra) e o relato de Drehmer (2005), que o produto

pode ser considerado de boa qualidade, quando os teores de TBARS estão entre 0,5 a 1,0 mg de MDA/kg, pode-se classificar a carne nesse estudo como normal.

A redução do nível de PB da ração (20,98 para 16,98%) não influenciou ($P>0,05$) os valores dos ácidos mirístico (C 14:0), palmítico (C 16:0), esteárico (C 18:0), oleico (C 19: 1N9), araquidônico (C 20: 4N6) e o total de AG saturados (SFA), independente do nível de EM avaliado. No entanto, observou-se que os músculos dos animais que receberam a ração com baixo teor de proteína (16,98%) e com o menor nível de EM (3175 kcal) apresentaram maiores ($P<0,05$) valores dos ácidos palmitoleico (C 18: 1) e ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) totais e menores valores ($P<0,05$) dos ácidos linoleico (C18: 2N6), linolenico (C18: 3N3) e de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) totais em relação aos dos animais que receberam a ração com 20,98% de PB e 3400 kcal de EM.

O padrão de resposta observado na composição dos ácidos graxos com aumento da concentração total de MUFA e diminuição na concentração de PUFA esta coerente com resultados obtidos por Thiel-Cooper et al. (2001), Wood et al. (2008), Alonso et al. (2010) e Park et al. (2012) na carne de suínos.

Como de acordo com Park et al. (2012) os ácidos graxos PUFAs, ao contrário dos SFA e MUFA, não podem ser sintetizados pelos animais as suas concentrações na carne dos suínos está diretamente relacionado ao seu fornecimento na ração. Assim, a redução observada nos PUFAs estaria relacionada à redução da inclusão do óleo de soja e não dos níveis de PB e EM das rações. Isso se justifica porque o óleo de soja é composto principalmente por AG polinsaturados (Pitaroet al., 2012), sendo 38,72% de linoleico e 11,47% linolênico.

É interessante correlacionar o perfil de ácidos graxos da carne com o desenvolvimento do aroma e sabo. Cameron & Enser (1991) relataram que o sabor da carne suína geralmente melhora com aumento da concentração de MUFA e o decréscimo de PUFA. Nesse mesmo sentido, Alonso et al. (2010) associaram a melhora no sabor da carne suína com a sua concentração de MUFA.

6 CONCLUSÃO

A redução da energia metabolizável de 3.400 até 3.175 kcal/kg, em rações com baixo nível de proteína e suplementada com aminoácidos industriais, influencia negativamente a conversão alimentar dos animais, sem comprometer o ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne dos suínos mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E. et al. Properties of Fresh Meat. In: **Principles of meat science**. Dubuque :Kend All: Hunt Publishing, Fourth Edition, chapter 6, p.109-110, 1994.

ALMEIDA, M.J.M.; FIALHO, E.T.; ZANGERONIMO, M.G. et al.O. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 aos 35 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.834-842, 2008.

ALONSO, V.; CAMPO, M.D.M.; PROVINCIAL, L.; RONCALÉS, P. et al. Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. **Meat Science**, v.85, p.7-14, 2010.

ANDERSEN, H.J. What is pork quality? In: **EAAP Publication**, 100, Zurich, Switzerland, 2000. Abstracts... p. 15-26.

ANTUNES, R.C.**Efeito das linhas maternas e paternas, do genótipo Hal e do aminoácido sintético taurina sobre a qualidade da carne de suínos.**Tese (Doutorado) - Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,2002.

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

BATTERHAM, E.S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science**. Nottingham: Redwood Books, 1994. p.107-121.

BELLAVER, C; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: **VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS**, 1997, Foz do Iguaçu-PR. *Anais...*Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158.

BERGMAN, M.; VARSHAVSKY, L.; GOTTLIEB, H.E.et al. The antioxidant activity of aqueous spinach extract: chemical identification of active fractions. **Phytochemistry**, Oxford, UK, v.58, p.143-152, 2001.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 301 p, 2006.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.22, p.98-104, 2002.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína** 1ª edição. Londrina: Midiograf, p. 97, 2007.

BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science**, v.71, p.253-260, 2001.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. *Transac. ASAE*, 24:711-714, 1981.

CAMERON, N.D.; ENSER, M.B. Fatty acid composition of lipid in Longissimusdorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. **Meat Science**, v.29, p.295-307, 1991.

CAMPOS, J.A.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C. et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**. v. 55(3), p.187-193, 2008.

CARNINO, F. Efeito dos valores fisiológicos e nutricionais e sobre a qualidade de carcaça de suínos. In: **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS**, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: CBNA, 1994. p.133-157.

CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; ZANARDI, E. Oxidation in traditional Mediterranean meat products. **Meat Science**, Oxford, UK, v.49, suppl. 1, p.S87-S99, Sept. 1998.

CLAUS, R.; WEILER, U. Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.37, p.245 – 60, June 1994.

COBEA – Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. **Princípios éticos na experimentação animal**. 1991.

COLLIN, A.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. et al. Effect of high temperature on feeding behavior and heat production in group-housed young pigs. **The British Journal of Nutrition**, v.86, p.63-70, 2001.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983.

DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suínos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 125p, 2005.

DANGUER, H. **Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno**. Tese (Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos), Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2009.

DAZA, A.; REY, A. I.; RUIZ, J. et al. Effects of feeding in free-range conditions or in confinement with different dietary MUFA/PUFA ratios and α -tocopheryl acetate, on antioxidants accumulation and oxidative stability in Iberian pigs. **Meat Science**, 69: 151-163. 2005.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2643-2650, 2001.

DIESTRE, A.; KEMPSTER, A.J. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. **Animal Production**, Edinburgh, v.41, p. 383-391, 1985.

DOURMAND, J.Y.; NOBLET, J. Genetics, environment, and nutrition interrelationships in swine production. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES**, São Paulo. Anais... São Paulo: CBNA, 1998. p.155-168.

DREHMER, A.M.F. **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleira da carne suína**. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2005.

DUNSHEA, F.R.; et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on

quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v.71, p.8-38, 2005.

FERGUSSON, N.S.; GOUS, M.R. The influence of heat production on voluntary food intake in growing pigs given protein-deficient diets. **Br. Soc. Animal Science**,64:365-378, 1997.

FERRARI, C. K. B. Fatores bioquímicos e físicos pró e anti-oxidantes, relacionados à oxidação lipídica dos alimentos. **Rev. Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, p. 37-44, 2000.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; et al. Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.818-824, 2007.

FORREST, J. C.; MORGAN, M. T.; BORGGAARD, C.; et al. Development of technology for the early post mortem prediction of water holding capacity and drip loss in fresh pork. **Meat Science**, v.55. 2000. p.115-122.

FRALEY, J.R.; COOK, D.A.; JOHNSON.C.L. et al. Evaluation of dry-fat production as a source of supplemental energy in pig diets. **Journal Animal Science**.v.66, p.1697-1702, 1988.

GAEBLER, L.S. **Avaliação de carcaça suína e bovina**. Relatório (Curso Medicina Veterinária) -Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2010.

GARBOSSA, C.A.P. **Composição química, características e peroxidação lipídica da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina**. Dissertação (Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GARCIA, L.P. **Liofilização aplicada a alimentos**. Pelotas, 2009.

GEORGIEVA, L.; TSVETKOV, T.S.V. Biochemical changes in lipids of lyophilized meat foods during storage. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 2008.

GOMIDE, A.P.C. **Substituição do milho por glicerina bruta em dietas para suínos em terminação.** Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

GONZALEZ, F.H.D.; DA SILVA, S.C. **Introdução a Bioquímica Clínica Veterinária.** 360 p., 2006.

GRAY, J. I.; GOMAA, E.A.; BUCKELEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v.43, p.111-123, 1996. HEDRICK, et al. Principles of Meat Science. 3.ed. Dubuque: Henda/Hunt Publishing Company, 1993.

HEDEGUS, M. The role of feed protein quality in reducing environmental pollution by lowering nitrogen excretion. III. Strategies of feeding: a review. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.44, p.153-163, 1996.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49. p.447-457. 1998.

HOVENIER, R. **Breeding for meat quality in pigs.** PhD Thesis. Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Holanda, 1993.

HULSEGGE, B.; STERRENBURG, P.; MERKUS, G.S. Prediction of lean proportion in pig carcasses and in the major cuts from multiple measurements made with the Hennessey grading probe. **Anim. Prod.**, v.59, p.119-123, 1994.

HYUN, Y.; ELLIS, M.; RISKOWSKI, G. et al. Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors. **Journal of Animal Science**, 76:721-727, 1998.

IRGANG, R. **Avaliação e tipificação de carcaças de suínos no Brasil.** Centro Nacional de pesquisa de suínos e aves. EMBRAPA Concórdia-SC, Palestra CTC ITAL 1996.

IRGANG, R. Influência genética sobre o rendimento e qualidade da carne em suínos. In: **VII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos.** Outubro/1997a. Concórdia SC, p.145-151. 1997.

IVERSEN, P. et al. Tenderisation of pork as affected by degree of cold-induced

shortening. **Meat Science**, v.40, p.171-181, 1995.

JADHAV, S.J.; NIMBALKAR, S.S.; KULKARNI, A.D. et al. **Food antioxidants: technological, toxicological, and health perspectives**. New York: Marcel Dekker, 450p. 1996.

JAMES, B.W.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D. et al. Interactive effects of dietary ractopamineHCl and L-carnitine on finishing pigs: II. Carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, v.91, p.3272-3282, 2013.

KERR, B.J.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T. D. et al. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3075-3087, 2003.

KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. 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**, v.81, p.1998-2007, 2003.

LAGANÁ, C. **Otimização da produção de frangos de corte em condições de estresse por calor**. 2005. 180p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Pouso Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RG.

LE BELLEGO, L.J.; VAN MILGEN, S.; J. NOBLE. et al. Energy utilization of low protein diets in growing pigs. **Journal Animal Science**, v.79, p.1259-1271, 2001.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high ambient temperature on protein and lipid deposition and energy utilization in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.85-96, 2002.

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

LEBRET, B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. **The Animal Consortium**, p. 1548-1558, 2008.

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In:

CONFERÊNCIA APINCO, 1995, Campinas. **Simpósio Internacional Sobre Ambiência e Instalações na Avicultura Industrial**. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. 1995, p. 111-118.

LEFAUCHEUR, L.; LE DIVIDICH, J.; MOUROT, J. et al. Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2844-2854, 1991.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo-Brasil: 1232 p., 2007.

LI, S.; SAUER, C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. **Journal Animal Science**. v.72, p.1737-1743, 1994.

LUDKE, M.C.M.; LÓPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v.29, p.181-187, 1999.

MACHADO, C.P.; PENZ JUNIOR, A.M. **Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento; múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.135-148, 1992.

MADEIRA, M.S.; COSTA, P.; ALFAIA, C.M.; et al. The increased intramuscular fat promoted by dietary lysine restriction in lean but not in fatty pig genotypes improves pork sensory attributes. **Journal Animal Science**. v.91, p.3177-3187, 2013.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.; DONZELE, J.L.; et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34: 1963-1970, 2005.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.471-477, 2006.

MARQUES, R.C.; MIRANDA, M.L.; CAETANO, C.E.R. et al. **Rumo à regulamentação de animais no ensino e na pesquisa científica no Brasil**. Acta Cirúrgica Brasileira, v.20, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO.

SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (MAPA).Disponível em:
<http://www.agricultura.gov.br/>.

MORGAN, C.A.; NOBLE, R.C; COCCHI, M.; et al. Manipulation of the fatty acid composition of pig meat lipids by dietary means. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.58, p.357-368, 1992.

MOUROT, J. Mise en place des tissus adipeux souscutanés et intramusculaires et facteurs de variation quantitatifs et qualitatifs chez le porc. **Productions Animales**, v.14, p.355-363, 2001.

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC).Porkqualitytargets. 1999.
Disponível em: <http://www.nppc.org/facts/targets.html>

NOBLET, J.; VAN MILGEN. Energy value of pigs feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82(E. Suppl.): E229-E238, 2001.

NUERNBERG, K; FISCHER, K.; NUERNBERG, G. et al. Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. **Meat Science**, v.70, p.63-74, 2005.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.1173-1182, 1997.

OLIVO, R. **O Mundo do Frango:** cadeia produtiva da carne de frango. São Paulo: Varela, 680p. 2006.

ORLANDO, U.A.D. **Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitões em crescimento.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Bioclimatologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

ORLANDO, U.A.D., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L.et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36(5), p. 1573-1578, (suplemento), 2007.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta da ração para leitoas dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de conforto térmico (21 °C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1760-1766, 2001.

PARK, J. C., KIM, S. C., LEE, S. D.; et al. Effects of dietary fat types on growth performance, pork quality, and gene expression in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.25, p.1759-1767, 2012.

PELEGRINI, L.F.V.; PELLEGRINI, L.G.; PELLEGRINI, L.G.; et al. Efeito do tempo de congelamento sobre as características físico-químicas da carne bovina e suína. **Rev. Acadêmica, Ciências Agrárias Ambiente**, Curitiba, v.10, p.367-372, out./dez. 2012.

PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS**, 1994, São Paulo. Anais... São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.19-26.

PIRES, I.S.C.; ROSADO, G.P.; AZEREDO, R.M.C. et al. Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (longissimusdorsi) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Revista de Nutrição**, v.15, p.163 -172, 2002.

PITARO, S.P.; LUZIA, D.M M.; JORGE, N. **Perfil de ácidos graxos do óleo de soja termoxidado adicionado de extrato de manjeriço (Ocimum basilicum L.)**. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Engenharia de Alimentos, Campus São José do Rio Preto, 2012.

PRATA, L.F.; FUKUDA, R.T. **Fundamentos de higiene e inspeção de carnes**. Japoticabal, Funep. v.1, p.115-121, 2001.

QUINIOU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Voluntary feed intake and feed intake and feeding behavior of group-housed growing pigs are effected by ambient temperature and body weight. **Livestock Production Science**, v.63, p.245-253, 2000

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. Textura e maciez da carne. In: RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. (Eds.) **Avaliação da Qualidade de Carnes, Fundamentos e Metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2007. v. 1, cap. 8, p. 438-444.

RAMSAY, T.G.; EVOCK-CLOVER, C M.; STEELE, N.C. et al. Dietary conjugated

linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2152-2161, 2001.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S. et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **The animal Consortium**, v.6:5, p.707-728, 2012.

REZENDE, A.H.; PELUZIO, M.C.G. SABARENSE, C.M. **Experimentação animal: ética e legislação brasileira. Revista de Nutrição**, v.21, p.237-242, 2008.

RINALDO, D.; MOUROT, J. Effects of tropical climate and season on growth, chemical composition of muscle and adipose tissue and meat quality in pigs. **Animal Research**, v.50, p.507-521, 2001.

ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; et al. Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - **Revista TeC Carnes** - Campinas, SP, v.3, p.13-18, 2001.

ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos; Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ª Edição, Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 252 p. 2011.

RÜBENSAM, J.M. Transformações post mortem e qualidade da carne suína. **1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína** - Concórdia, SC. 2000.

SANTOS, R.; RIBEIRO, M.G.R.; FARINHA, N. et al. Estudo da influência de diferentes alimentos sobre características quantitativas e qualitativas da gordura em porcos de raça alentejana. **Revista de Ciências Agrárias**, p.5-16, 2005.

SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E. **Concepts of pig growth and composition**. www.anse.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs, 2001.

SCHOENHERR, W.D. Ideal protein formulations of diets for growing-finishing pigs housed in a hot environment. **Journal of Animal Science**, v.70 (Supl. 1), p.242, 1992.

SMET, S.D.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by

fatness and genetic factors: **Animal Research**, v.53,p.81-98, 2004.

SMITH, D.R.; KNABE, D.A.; SMITH, S.B. Depression of lipogenesis in swine adipose tissue by specific dietary fatty acids.**Journal of Animal Science**. v.74, p.975-983, 1996.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, p.71-81, jan. 2002.

SPENCER, J.D.; GAINES, A.M.; BERG, E.P.; et al..Diet modifications to improve finishing pig growth performance and pork quality attributes during periods of heat stress.**Journal of Animal Science**, v.83, p.243-254, 2005.

STAHLY, T.S. **Fat as an alternative energy source.**
<http://porknet.outreach.uiuc.edu>

TAVARES, S.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205,2000.

THIEL-COOPER, R. L.; PARRISH Jr, F. C., SPARKS, J. C. et al. Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. **Journal Animal Science**, v.79, p. 1821-1828, 2001.

TRINDADE, M.A.; NUNES, T.P.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J. et al.**Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, p.160-168, 2008.

TURCO, S.H.N.; FERREIRA, A.S.; TINÔCO, I.F.F. et al. Avaliação térmica ambiental de diferentes sistemas de acondicionamento em maternidades suinícolas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.974-981, 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0). 2000.

VAN DER WAL, P.G.; VAN DER; BOLINK, A.H.; et al. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork.**Meat Science**, Oxford, v.24, p.79-84,

1988.

VAN DER WAL, P.G.; VAN DER; BOLINK, A.H.; et al. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24, p.79-84, 1988.

VERSTEGEN, M.W.A.; DE GREEFF, K.H. Influence of environmental temperature on protein and energy metabolism in pig production. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES**, 1992, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.333.

WEBER, M.G.; ANTIPATIS. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína – Nov/dez 2001**.

WHITEMORE, C. The Science and Practice of pig production. **Blackwell Science Ltd**. 2ªed. 624p, 1998.

WOLP, R.C.; RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; et al. Soybean oil and crude protein levels for growing pigs kept under heat stress conditions. **Livestock Science**, v.147, p.148-153, 2012.

WOOD, J.D.; ENSER M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **International conference Fats in the diet of animals and man**, Birmingham, UK, 4 pp. 1996.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.

XIA, X.; KONG, B.; LIU, Q.; LIU, J. Physicochemical change and protein oxidation in porcine longissimusdorsi as influenced by different freeze -thaw cycles. **Meat Science**, v.83, p.239 -245, 2009.

YAN, P.S.; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. **Journal of Animal Science**, v.71, p.5005-509, 2000.