

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESTRIÇÃO ALIMENTAR E QUALIDADE DE CARÇAÇA EM SUÍNOS¹

FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO², ALESSANDRO LUÍS FRAGA³

¹Recebido para publicação em 16/11/05. Aceito para publicação em 13/03/06.

²Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Zootecnia Diversificada, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 60, CEP 13460-000, Nova Odessa, SP, Brasil. E-mail: fbudino@iz.sp.gov.br

³Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Rod. Washington Luiz, Km 372, Caixa postal 24, CEP 15830-000, Pindorama, SP.

RESUMO: A exigência do mercado por carcaças de suínos com mais carne e menos gordura tem direcionado a busca por raças e a seleção de linhagens mais especializadas na produção de carne magra. Outros campos da produção animal também têm evoluído no sentido de proporcionar a obtenção de suínos com maior proporção de carne magra. Além da capacidade genética para produção de carne magra, outros fatores interferem na qualidade da carcaça suína, sejam eles principalmente a categoria sexual, o peso vivo, as condições ambientais e a densidade energética da ração. A restrição alimentar, ou seja, o controle do consumo (principalmente de energia) do animal pode constituir-se em ferramenta para a obtenção de carcaças suínas de melhor qualidade. O conhecimento do padrão de deposição tecidual pelo animal, principalmente durante suas fases de crescimento e terminação (± 30 kg até o abate), é vital para a maximização da produção e obtenção de boas carcaças.

Palavras-chave: abate, conversão alimentar, espessura de toucinho, genética, sexo.

FEED RESTRICTION AND QUALITY CARCASS IN SWINE

ABSTRACT: The demand of the market for carcasses of swine with more meat and less fat has been addressing the search for races and the selection of more specialized lineages in the production of thin meat. Other fields of the animal production have also been developed in the sense of providing the obtaining of swine with larger proportion of thin meat. Besides the genetic capacity for production of thin meat, other factors interfere in the quality of the swine carcass, be them mainly the sexual category, the alive weight, the environmental conditions and the energy density of the ration. The feed restriction, or by other words, the control of the intake (mainly of energy) of the animal can be a tool for obtaining swine carcasses of better quality. The knowledge of the pattern of tecidual deposition for the animal, mainly during their growth and finishing phases (± 30 kg until the slaughter), is vital for the maximization of production and obtaining of good carcasses.

Key words: slaughter, feed:gain ratio, backfat thickness, genetics, sex.

INTRODUÇÃO

A exigência do mercado por carcaças de suínos com mais carne e menos gordura tem direcionado os programas de melhoramento genético, levando ao desenvolvimento de linhagens mais

especializadas na produção de carne magra. O suinocultor industrial, por sua vez, é estimulado a produzir animais mais magros, seja pela avaliação subjetiva feita por frigoríficos, que refugam carcaças com quantidade excessiva de gordura, seja pelo sistema de tipificação de carcaças. Este sistema, insti-

tuído no país no ano de 1982 e posteriormente adotado por todas as grandes integrações, permite o pagamento em função da quantidade de carne magra presente na carcaça (FÁVERO e GUIDONI, 1999). Desta forma, carcaças com maior porcentagem de gordura são penalizadas, enquanto que a maior porcentagem de carne magra é bonificada (FÁVERO *et al.*, 1997), bem como o maior peso da carcaça também acrescenta valor a carcaça. Qualidade de carcaça passa a ser expressa, no contexto industrial, como alta porcentagem de carne magra.

Apesar de desempenhar fundamental papel na determinação da capacidade de produção de carne magra, a genética não é o único fator a ser ponderado a respeito da obtenção de carcaças de qualidade. Simultaneamente, a categoria sexual (machos inteiros, castrados e fêmeas), o peso do suíno, as condições ambientais e a nutrição inter-relacionam-se, determinando finalmente a quantidade de carne e de gordura a ser depositada pelo suíno. Dentre esses, a nutrição é o fator de maior flexibilidade e mais facilmente manipulável pelo produtor.

O controle de consumo de energia pelo animal, ou seja, a restrição alimentar, pode constituir-se em ferramenta importante para a obtenção de carcaças suínas de melhor qualidade (Ludke *et al.*, 1998), que resultam em maior remuneração e aceitação pelo mercado.

O presente trabalho visa discutir o modo de ação e a importância da restrição alimentar para suínos, relacionando-a com o impacto dos fatores citados anteriormente, na proposta de aumento da porcentagem de carne magra na carcaça de suínos, no sistema de produção industrial.

1. Desenvolvimento do suíno

Dentre os principais tecidos constituintes da carcaça suína, o tecido ósseo é o primeiro a atingir a máxima deposição, apresentando a partir de então deposição praticamente constante (WHITMOORE 1993a). Já o tecido muscular (tecido magro) e adiposo (tecido gordo) apresentam diferentes padrões de deposição durante o desenvolvimento do animal, com pontos de máxima deposição diferentes.

O conhecimento do padrão de deposição tecidual pelo animal, principalmente durante suas fases de crescimento e terminação (± 30 kg até o aba-

te), é vital para a maximização da produção e obtenção de boas carcaças.

1.1 Formação do tecido magro

O tecido muscular suíno é composto por cerca de 20% de proteína, 70% de água, 8% de lipídeos e 2% de outras substâncias (DE LANGE *et al.*, 2001). Assim, por estar ligada a uma grande quantidade de água, um grama de proteína depositada pode significar até 3,2 g de tecido magro formado, enquanto um grama de lipídeo depositado corresponde a praticamente um grama de tecido gorduroso formado (QUINIOU e NOBLET, 1995).

A massa muscular do suíno é resultante do número e tamanho de fibras musculares; o número de fibras é determinado ao nascimento do animal, enquanto o volume dessas fibras aumenta com o seu desenvolvimento (CARVALHO e RECO-PIMENTEL, 2001). Desta forma, a capacidade de deposição muscular de um animal pode ser estimada, conhecendo-se alguns fatores que terão influência sobre esta característica.

A quantidade de proteína diariamente sintetizada pelo suíno é inicialmente crescente, tornando-se relativamente constante a partir dos 30 e 40 kg (PENZ JÚNIOR, 1992; KESSLER, 1998), até os 90 - 120 kg, quando então começa a declinar. A grandeza dessa produção de tecido muscular é definida pelo potencial genético dos animais, sendo alterada conforme sua categoria sexual. Animais melhorados, ou ditos de genética moderna, apresentam maior taxa de produção de tecido magro em relação a animais não selecionados para produção de carne magra, ao passo que machos inteiros apresentam maior produção de carne magra em relação à fêmeas, e estas maior capacidade em relação aos machos castrados (COFFEY *et al.*, sem data; McCracken, 1993; ELLIS *et al.*, 1996a; KESSLER, 1998).

1.2 Formação do tecido adiposo

Diferindo do tecido magro, o tecido adiposo suíno é composto por 10-25% de água, 2% de proteína e 70-80% de lipídeos (WHITTEMORE, 1993b). Os depósitos de gordura estão distribuídos principalmente na região subcutânea e abdominal, mas também na forma de gordura intra e intermuscular (ligada ao músculo). Para a indústria, o interesse em reduzir a quantidade de gordura refere-se as duas primeiras

apresentações do tecido gordo (DE LANGE *et al.*, 2001).

Considerando o maior valor energético da gordura, decorrente de sua estrutura molecular altamente reduzida (LEHNINGER *et al.*, 1993), é energeticamente custoso para o organismo depositar gordura, sendo necessário quatro vezes mais energia para a formação do tecido adiposo que para a deposição do tecido magro (DE LANGE *et al.*, 2001).

As células adiposas não são previamente estabelecidas como as fibras musculares: são continuamente formadas durante o crescimento do animal (CARVALHO e RECO-PIMENTEL, 2001), promovendo o armazenamento da energia disponível e não utilizada pelo suíno (NOBLET, 1996). Em geral, ocorre maior crescimento de tecido gorduroso em pesos mais elevados (CISNEROS *et al.*, 1996; MCNELL *et al.*, 2000).

2. Fatores que interferem na deposição dos tecidos

Uma vez que a deposição de gordura resulta do balanço positivo de energia em relação à capacidade de produção de tecido magro, torna-se interessante compreender os fatores que moldam a síntese de proteína (base do tecido muscular) dos suínos.

2.1 Genética

Em termos de animais destinados para o abate, o melhoramento genético representa aumento na capacidade de produção de carne. Assim, mais energia consumida é destinada para a produção de carne, restando menor quantidade energética para ser acumulada sob a forma de gordura, portanto, animais modernos apresentam melhor qualidade de carcaça.

Normalmente os animais com diferentes potenciais genéticos para deposição de tecido magro são agrupados em três categorias: animais melhorados, comuns e obesos (WHITTEMORE, 1993a; QUINIOU *et al.*, 1999).

Suínos "melhorados" são animais selecionados para maior deposição de tecido muscular, alcançando taxa de crescimento de 1,2 kg/dia e 18% de proteína bruta (PB) na carcaça; animais comuns são capazes de ganhar 1,0 kg/dia e apresentarem

até 17% de PB na carcaça e animais tradicionais (obesos) apresentam uma taxa de ganho diário de até 0,8 kg/dia e 16% de PB na carcaça (CLOSE, 1994).

Animais de maior potencial para produção carne magra apresentam de fato maior capacidade de deposição protéica; no entanto, seu ganho de peso pode ser inferior ao de animais comuns (ELLIS, 1998). Isto estaria relacionado ao menor consumo de ração desses animais decorrente dos programas de melhoramento (MCCRACKEN, 1993; ELLIS *et al.*, 1996a).

2.2 Categoria Sexual

Dentro da suinocultura são consideradas três classes sexuais: animais machos inteiros, machos castrados e fêmeas, diferindo na capacidade de produção de carne magra (ELLIS, 1998).

QUINIOU *et al.* (1999) fazem uma compilação de dados demonstrando as capacidades de deposição protéica e de gordura das três categorias sexuais, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1. Deposição protéica e lipídica para machos inteiros, castrados e fêmeas, em diferentes trabalhos envolvendo animais Landrace x Large White

Autor	Sexo	β_p	β_l
Kyriazakais e Emmans (1992)	Fêmea	6,0	13,0
	macho inteiro	6,6	11,1
Campbell <i>et al.</i> (1985)	Fêmea	3,6	14,3
	macho inteiro	6,1	13,3
Campbell e Taverner (1988)	castrado	2,9	15,0
	macho inteiro	4,4	14,7

β_p : índice de deposição protéica; β_l : índice de deposição lipídica

Adaptado de QUINIOU *et al.* (1999)

Pode-se notar, portanto, que os animais machos inteiros apresentam maior capacidade de deposição de proteína do que as fêmeas, que por sua vez têm maior capacidade para produção de tecido magro que os suínos machos castrados (PENZ JÚNIOR, 1992).

2.3 Faixa de Peso

O grau de deposição de proteína e gordura va-

ria com o aumento do peso vivo dos animais. Ainda que possa ser considerada constante durante o crescimento e a terminação do suíno, a deposição protéica começa a declinar em pesos mais elevados (KESSLER, 1998), onde a formação de gordura é cada vez maior (AKER, 1989).

O ponto em que a deposição protéica declina e o momento em que a formação de gordura aumenta estão intimamente ligados ao potencial genético e categoria sexual do animal (PENZ JÚNIOR, 1992). A alteração da composição corporal de suínos com o aumento do peso e o efeito genético sobre a deposição são mostrados no Quadro 2.

Quadro 2. Composição química (%) da carcaça de suínos em relação ao peso vivo de dois genótipos (melhorado e obeso)

Componente	Ao nascer	7 kg	25 kg	110 kg	
				obeso	melhorado
Água	77	66	69	48	64
Proteína	18	16	16	14	18
Lípideo	2	15	12	35	15
Cinza	3	3	3	3	3

Adaptado de McMEEKAN (1940), RICHMOND e BERG (1971), de GREEF *et al.* (1994), Whittemore (1993a), BIKKER *et al.*, (1995, 1996) e COUDENYS (1998) citado por de LANGE *et al.* (2001).

O ponto onde a deposição de proteína começa a declinar e a gordura aumentar é atingido antes pelos animais de menor aptidão para produção de carne magra (obesos) em relação aos animais melhorados, o que leva aos diferentes teores de gordura nas carcaças dos dois grupos genéticos.

Dessa forma, o potencial genético, o padrão sexual e o peso vivo influenciarão a utilização da proteína e da energia pelo animal, determinando o comportamento da deposição dos tecidos (BELLAVÉ, 1995).

3. Controle da qualidade de carcaça

Do ponto de vista nutricional, os suínos crescem na velocidade máxima, do nascimento ao abate, quando na disponibilidade de todos os nutrientes (BELLAVÉ, 1992).

No entanto, considerando o padrão de deposição dos tecidos e a exigência pelo mercado de car-

caças magras, a nutrição de algumas categorias de suínos pode ser realizada de forma a melhorar sua utilização de energia para conversão em carne magra. Para tanto, a restrição da quantidade de energia consumida pelos suínos com maior propensão para a deposição de gordura é uma alternativa. O controle da ingestão energética pode ser realizado através da restrição quantitativa, ou seja, do controle da quantidade de ração fornecida (BELLAVÉ e VIOLA, 1997).

A intensidade da restrição, bem como o momento em iniciá-la, dependem especialmente da propensão dos animais em depositar gordura. A redução no consumo energético não pode ser de tal ponto que reduza o ganho de carne magra dos animais, mas sim que permita a plena deposição de proteína, evitando apenas o consumo de energia em excesso, que seria armazenada.

Desta forma, além da melhoria da carcaça, melhor conversão alimentar e melhor aproveitamento da energia consumida é esperada quando se pratica a restrição alimentar.

Nesta linha, alguns trabalhos foram desenvolvidos por BELLAVÉ *et al.* (1997a,b) e RAMAEKERS *et al.* (1996), com resultados diferenciados. BELLAVÉ *et al.* (1997a,b) não obtiveram melhora do desempenho nem das características de carcaça com restrição de energia de 8 a 16% (BELLAVÉ *et al.*, 1997a) ou com restrição de 5% (BELLAVÉ *et al.*, 1997b), embora este último tenha apresentado uma tendência de melhorar a percentagem de carne na carcaça e a área de olho de lombo e de reduzir a espessura de toucinho (Quadros 3 e 4). Por outro lado, RAMAEKERS *et al.* (1996) obtiveram melhoria da qualidade da carcaça com restrição alimentar de 21%, a partir dos 57,5 kg PV (Quadro 5), sendo que os animais que consumiram ração à vontade alcançaram mais rapidamente os 100 kg PV e apresentaram espessura de toucinho maior que os animais com restrição alimentar, como pode ser visto nas Figuras 1 e 2.

Dados semelhantes foram observados por LEYMASTER e MERSMANN (1991) testando dietas restritas (100%, 92,5% e 85%) para suínos a partir dos 38 kg. Estes autores verificaram menor conteúdo protéico e maior de gordura na composição tecidual da carcaça dos animais alimentados à vontade em relação aos restritos (Quadro 6).

Por outro lado, a redução da ingestão energética

Quadro 3. Efeito do sexo e nível alimentar sobre os parâmetros peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), n° de dias para abate (Ndias), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e consumo total (CT)

Sexo ¹	PI (kg)	PF (kg)	GP (kg)	Ndias	GMD (kg)	CA	CT (kg)
MI	55,1	94,8	39,7	43a	0,95	2,54a	100,6a
F	55,0	94,8	39,9	47b	0,85	2,74b	109,1b
MC	54,6	95,0	40,5	47b	0,88	2,92c	117,7c
L	54,9	95,0A	40,2	43A	0,95A	2,78A	111,7A
R	54,9	94,7B	39,8	48B	0,83B	2,68B	106,5B

¹MI = macho inteiro; F = fêmea; MC = macho castrado; L = alimentação à vontade; R = restrição de 5%.

*Significativo (P<0,05) - a,b efeito do sexo; A,B efeito do nível alimentar.

Adaptado de Bellaver et al. (1997b).

Quadro 4. Efeito do sexo e nível alimentar sobre os parâmetros peso de carcaça (PC), espessura de toucinho (ET), área do lombo (AL), porcentagem de carne (%C), preço da carcaça (Precarc) e margem bruta ajustada para 100 kg de carcaça (MB100)

Sexo ¹	PC (kg)	ET (mm)	AL (cm ²)	%C	Precarc (R\$)	MB100 (R\$)
MI	71,7	17,5a	49,1	56,5a	88,7	6,93a
F	72,6	17,8a	53,1	55,9a	88,4	5,22a
MC	72,7	20,7b	49,6	54,0b	86,6	2,15b
L	72,5	19,9	49,7	54,9	88,1	4,04
R	72,2	17,5	51,7	56,0	87,8	5,49

¹MI = macho inteiro; F = fêmea; MC = macho castrado; L = alimentação à vontade; R = restrição de 5%.

*Significativo (P<0,05) - a,b efeito do sexo

Adaptado de Bellaver et al. (1997b).

Quadro 5. Desempenho e características de carcaça de suínos durante restrição alimentar

	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Contraste ¹
Nível alimentar	Ad libitum	Restrito	Restrito	Trat.1 vs (2+3)
Energia (MJ EM kg ⁻¹)	13,1	13,1	12,5	
Desempenho				
N° de animais	24	24	24	
Peso inicial (kg)	57,5	57,5	52,8	
Peso final (kg)	112,4	110,1	108,2	
E cons.(MJ EM/dia)	37,5	30,2	29,2	***
Dep. lipídio (g/dia) ²	358	235	225	***
Dep. proteína (g/dia) ²	127	113	106	***
Taxa cresc. (g/dia)	958	764	723	***
Carcaça				
Peso carcaça (kg)	91,5	88,5	86,7	
Carne (%)	53,4	56,0	56,1	***
Lombo (%)	21,4	23,1	23,5	***
Gordura (%)	38,6	36,5	36,4	**
Gordura subcut. (%)	25,4	23,9	23,6	*

¹ - Probabilidades: *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05.

² - Estimados de acordo com De Greef (1992).

Adaptado de RAMAEKERS et al. (1996).

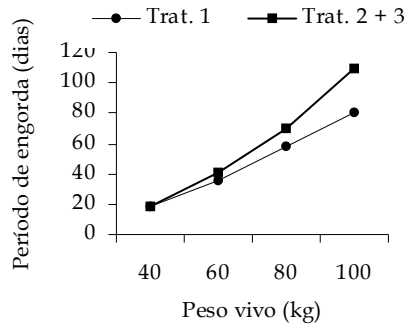


Figura 1. Relação entre período de engorda e peso corporal de suínos submetidos à restrição alimentar. T1 = ad libitum; T2 + T3 = restrito. Adaptado de RAMAEEKERS *et al.* (1996)

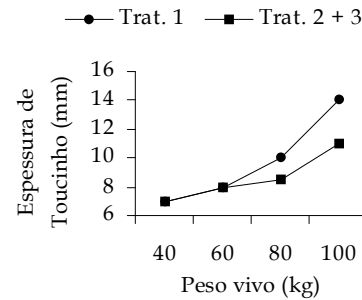


Figura 2. Relação entre espessura de toucinho e peso vivo de suínos submetidos à restrição alimentar. T1 = ad libitum; T2 + T3 = restrito. Adaptado de RAMAEEKERS *et al.* (1996)

Quadro 6. Desempenho e características de carcaça de suínos em função do nível alimentar (100%, 92,5% ou 85,0%)

	Nível Alimentar ¹			Sign.
	100%	92,5%	85,0%	
Nº animais	13	12	11	-
Peso inicial (kg)	37,2	38,2	38,0	0,89
Consumo (kg/dia)	3,16b	2,89c	2,68d	0,0001
Ganho (g/dia)	833	802	771	0,06
CA (kg kg ⁻¹)	3,81b	3,63bc	3,49c	0,02
Comp. Tecidos (%)				
Água	46,9b	48,2bc	50,0c	0,02
Proteína	13,5b	13,97bc	14,41c	0,05
Gordura	38,9b	37,1bc	34,9c	0,02
Dep. Tecidos (g/dia)				
Proteína	62,9	61,1	59,3	0,52
Gordura	205b	176c	153d	0,0001
ET final (mm)	18,4b	17,4c	15,8c	0,03
ET acréscimo (mm)	11,6b	10,0c	8,7c	0,004

1- a,b,c Significativo (P<0,05)

Adaptado de LEYMASTER e MERSMANN (1999)

pelos suínos pode ser obtida também pela redução do conteúdo energético das dietas. Dentro deste enfoque, BARBOSA *et al.* (1999a, b) avaliaram o desempenho de suínos em terminação submetidos a duas modalidades de restrição alimentar, qualitativa (2.252 e 2083 kcal EL kg⁻¹) alimentados à vontade e quantitativa (0, 5, 10 e 15% de restrição). Foi observado maior ganho de peso e melhor conversão alimentar dos animais que tiveram acesso a ração com mais energia (Quadro 7). Nos animais submetidos à restrição quantitativa observou-se maior ganho de peso nos animais que consumiram à vontade, não sendo observadas diferenças significativas na CA (Quadro 8). No mesmo experimento citado anteriormente, em dados publicados posteriormente (BARBOSA *et al.*, 2000), foram avaliadas as características

Quadro 7. Desempenho de suínos na fase de terminação, de acordo com o nível de energia líquida da dieta

Item	Nível de energia da ração (kcal kg ⁻¹)		Sign.
	2.252	2.083	
Peso inicial (kg)	58,47	57,81	ns
Peso final (kg)	95,81	91,85	*
GPT (kg)	535,88	490,29	ns
GPD (kg)	0,98	0,89	*
Cons.T. Ração (kg)	1.482,69	1.495,89	ns
Cons. Diário (kg)	2,72	2,72	ns
CA (kg kg ⁻¹)	2,8	3,1	*

ns - não significativo, * (P<0,05)

Adaptado de BARBOSA *et al.* (1999a)

Quadro 8. Desempenho de suínos na fase de terminação em função da restrição alimentar

Item	Nível de restrição alimentar (%)				Sign.
	0	5	10	15	
Peso inicial (kg)	58,0	57,8	58,6	58,1	ns
Peso final (kg)	94,4	93,8	94,2	92,7	ns
GPT (kg)	36,1	35,1	34,5	32,4	*
GPD (kg)	0,97	0,95	0,93	0,88	*
Cons.T.					
Ração (kg)	104,6	103,0	100,5	93,2	*
Cons. Diário (kg)	2,85	2,78	2,72	2,54	*
CA (kg kg ⁻¹)	2,93	2,94	2,94	2,90	ns

ns - não significativo, * (P<0,05)
Adaptado de BARBOSA *et al.* (1999b)

de carcaça, sendo observados menor peso de carcaça e espessura de toucinho dos animais alimentados com ração contendo 2.083 kcal de EL kg⁻¹ (Quadro 9). Além disso, também foi observada redução linear da espessura de toucinho e aumento linear do peso do lombo e do pernil, em virtude dos níveis de restrição quantitativa (Quadro 10). Dados semelhantes foram observados por LEE *et al.* (2002), utilizando a restrição quantitativa e a qualitativa.

Quadro 9. Valores médios dos parâmetros de dissecação de carcaça de suínos terminados em função do nível de energia líquida da dieta

Parâmetro	Nível de energia da ração (kcal kg ⁻¹)		Média
	2.083	2.252	
Peso carcaça (kg)	83,54	84,34	*
Comp.carcaça (cm)	88,29	87,96	88,12
ET (cm)	2,50	2,68	*
Peso de lombo (kg)	2,92	2,89	2,90
Peso de pernil (kg)	7,47	7,61	7,54

* significativo (P<0,05)
Adaptado de BARBOSA *et al.* (2000)

A relação observada entre a conversão alimentar e o teor energético da dieta é esperado, pois quanto mais concentrada for a ração, maior quantidade

Quadro 10. Valores médios e equações de regressão dos parâmetros de dissecação de carcaça de suínos terminados em função do nível de restrição alimentar

Parâmetro	Nível de restrição alimentar (%)				Média
	0	5	10	15	
Peso carcaça (kg)	83,7	83,2	84,1	82,6	83,4
Comp.carcaça (cm)	87,6	88,2	88,9	87,7	88,1
ET (cm)	2,64	2,70	2,54	2,48	1
Peso de lombo (kg)	2,78	2,96	2,99	2,89	2
Peso de pernil (kg)	7,41	7,48	7,64	7,62	3

1 - $Y = 2,686 - 0,0128 RA$; $R^2 = 0,70$
2 - $Y = 2,779 + 0,0488 RA$; $R^2 = 0,82$
3 - $Y = 7,421 + 0,0152 RA$; $R^2 = 0,99$
Adaptado de BARBOSA *et al.* (2000)

de nutrientes por kg de dieta consumida será disponível para ser utilizada pelos animais. Porém, a eficiência da utilização da energia tenderá a melhorar com a redução do teor energético das dietas, pois a energia será direcionada inicialmente para a deposição de carne magra, que apresenta menor custo energético em relação ao tecido adiposo, depositado em maior proporção quando do excesso de energia ingerida.

Neste sentido, FRAGA *et al.* (2004a) observaram melhora da eficiência energética ao fornecer dietas com níveis de restrição qualitativa, ou seja, com níveis decrescentes de energia digestível, obtidos pela inclusão de casca de arroz, como pode ser visto no Quadro 11. Vale ressaltar que estes autores observaram a redução do consumo energético proporcional à redução da energia digestível ou seja, não houve compensação do consumo de energia. Em programas de restrição qualitativa não apenas a grandeza da diluição energética é importante para estabelecer a restrição, mas também a capacidade dos animais aumentarem ou não o consumo da dieta deve ser considerado.

De acordo com FRAGA *et al.* (2004b) a restrição qualitativa proporcionou aumento na porcentagem e na quantidade de carne magra dos suínos abatidos aos 128 kg (Quadro 12).

A restrição alimentar, seja quantitativa ou qualitativa, pode representar alterações de ordem quali

Quadro 11. Valores médios de características de desempenho, consumo diário de energia (CDE) e eficiência de utilização energética (EUE) de suínos alimentados com níveis de restrição alimentar qualitativa, a partir dos 90 kg

Parâmetro	Nível de restrição qualitativa (%)					Efeito
	0	5	10	15	20	
CDR (kg)	3,34	3,55	3,33	3,32	3,53	NS
GDP (kg)	0,98	0,99	0,89	0,87	0,87	L
CA	3,43	3,59	3,74	3,86	4,06	L
CDE (kcal)	11,40	11,52	10,21	9,56	9,50	L
EUE (g kcal ⁻¹)	85,8	86,3	87,2	92,2	89,7	L

L Efeito linear (P<0,05)

Adaptado de FRAGA *et al.* (2004a).

Quadro 12. Valores médios de características de suínos aos 128 Kg, alimentados com níveis de restrição alimentar qualitativa, a partir dos 90 kg

Parâmetro	Nível de restrição qualitativa (%)					Efeito
	0	5	10	15	20	
Peso da carcaça, kg	104,5	105,4	104,7	105,2	105,8	NS
Carne magra na carcaça, kg	51,8	52,0	52,4	53,5	53,7	L
Carne magra na carcaça, %	55,7	55,2	56,6	58,0	57,4	L
Índice de bonificação	111,0	110,4	112,0	113,8	113,1	L

L Efeito linear (P<0,05)

Adaptado de FRAGA *et al.* (2004b).

tativa na carne. HAYDON *et al.* (1989) observaram maior marmoreio e maior firmeza da carne em animais alimentados *ad libitum* em relação aos submetidos a restrição alimentar (85% e 70%), que apresentaram também maior proporção de área de lombo e menor ET (Quadros 13 e 14). Dados semelhantes foram reportados por ELLIS *et al.* (1996b) os quais verificaram menor marmoreio e maciez na carne de animais submetidos à restrição alimentar de 18% (Quadro 15).

1.1 Peso de Abate

Na maioria das vezes o produtor coloca o suíno no mercado sem saber exatamente o que o consumidor está desejando em relação à qualidade da carne. Desta forma o produtor deve ter em mente, no ato da comercialização, em que tipo de mercado quer destinar o seu produto, que peso de abate deve buscar, para que o lucro seja máximo. Entretanto, a qualidade da carcaça e a quantidade têm forças contrárias. Um suíno pesado, na venda, tem um valor individual grande e os custos fixos embutidos nele, são os menores em relação ao custo total; mas, o

Quadro 13. Desempenho de suínos dos 20 aos 110 kg de peso vivo durante restrição alimentar

Item	Nº	85%		70%	
		Ad lib	Ad lib	Ad lib	Ad lib
Ganho diário (g)*	16	848	745	586	
Consumo diário (kg)	16	2,99	2,50	2,11	
Eficiência Alimentar	16	0,281	0,295	0,273	

* Efeito linear (P<0,01)

Adaptado de HAYDON *et al.* (1989).

suíno pesado, provavelmente é mais gordo, e isso pode reduzir o valor por unidade de peso vendida.

Isso significa que, quando o material genético empregado na granja apresenta propensão à deposição de gordura, duas possibilidades podem ser definidas: a restrição alimentar ou a redução do peso de abate (BELLAYER, 1995).

Nos Quadros 12 e 13 vemos as relações entre o

Quadro 14. Características de carcaça de suínos abatidos aos 95 kg em função da restrição alimentar

Item				Sign. ¹	
	Ad lib	85% Ad lib	70% Ad lib	Linear	Quadr.
Peso abate (kg)	93,78	95,37	94,69	-	-
Rend. Carcaça (%)	77,62	73,61	75,99	-	*
ET (cm)	3,00	2,44	2,29	*	-
Área lombo (cm ²)	29,60	28,83	36,98	*	-
Carne (%)	62,31	61,56	62,96	-	-
Marmoreio (1-15)	4,75	4,00	2,75	✱	-
Cor (1-10)	5,00	5,50	5,25	-	-
Firmeza (1-10)	5,25	6,25	3,00	-	**

1 - X P < 0,10; * P < 0,05; ** P < 0,01

Adaptado de HAYDON *et al.* (1989).

Quadro 15. Características organolépticas da carne em função do peso de abate, regime alimentar e sexo de suínos

	Peso de abate (kg)			Regime alimentar		Sexo	
	80	100	120	AL	R	Castrado	Fêmea
Cor*	2,24a	2,48b	2,43b	2,34	2,43	2,36	2,41
Marmoreio	2,82	2,84	2,74	2,92a	2,68b	2,87a	2,73b
Maciez	4,72a	4,40b	3,95c	4,53a	4,19b	4,35	4,37
Fluidez	3,89a	3,67b	3,61b	3,84a	3,61b	3,78	3,68

* Todos os parâmetros foram avaliados em escala de 1 a 8.

a,b Significativo (P < 0,05)

Adaptado de ELLIS *et al.* (1996b).

peso de abate e restrição alimentar com a espessura de toucinho (ET) e área de lombo (AL) de suínos abatidos com pesos diferentes. Pode-se notar que suínos abatidos aos 80 kg possuem uma ET menor que os abatidos aos 100 ou 120 kg. Mas levando-se em consideração a relação ET:AL (0,42, 0,38 e 0,37 para 80, 100 e 120kg, respectivamente) conclui-se que os animais possuem composição de carcaça bastante semelhante entre os pesos de abate (Quadro 16). Quando se analisaram as interações entre peso de abate, restrição alimentar e ET verificaram-se que a restrição alimentar não teve efeito sobre a ET aos 80 kg PV, mas diminuiu sensivelmente a ET quando os suínos eram abatidos aos 100 ou 120 kg PV. Além disso, características organolépticas da carne também podem ser afetadas pelo peso de abate, conforme demonstrou ELLIS *et al.* (1996b).

A decisão de quando restringir e do peso de abate é uma questão bastante complexa. O produtor deve estar consciente das bonificações que eventualmente o frigorífico pode oferecer em relação à qualidade da carcaça e dos seus custos de produção para tomar a decisão acertada na hora da venda de seus animais.

1.2 Restrição Alimentar e Sexo

As diferenças entre sexos dependem do estágio de crescimento no qual as medidas são realizadas, visto que elas são resultantes de trocas endócrinas que acompanham o desenvolvimento sexual. FULLER (1980) citado por BELLAVER e VIOLA (1997) cita que os machos inteiros: a) tem uma conversão alimentar mais favorável do que fêmeas; b) possuem carcaças mais compridas em relação às fêmeas; c) tem menor espessura de toucinho; d) tem menor porcentagem de gordura e maior quantidade de músculos na carcaça; e) possuem pernis maiores; f) apresentam menor porcentagem de matéria seca na carcaça (menos gordura).

Fêmeas apresentam respostas intermediárias às de machos inteiros e machos castrados em relação a ganho de peso, gordura na carcaça, tamanho de carcaça e conversão alimentar em animais acima dos 50 kg de peso corporal em virtude de produção diferenciada de hormônios (WHITTEMORE 1993a). Afirmativa está confirmada pelo trabalho de FULLER & LIVIRGSTONE (1978) citado por BELLAVER (1995).

Quadro 16. Desempenho e características de carcaça em função do peso de abate, regime alimentar e sexo de suínos

	Peso de abate (kg)			Regime alimentar ¹		Sexo	
	80	100	120	AL	R	Castrado	Fêmea
Animais	299	307	291	450	447	451	446
P.inicial (kg)	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1
P.abate (kg)	82,5a	101,1b	118,1c	100,7	100,5	100,7	100,4
Ganho d (g)	785a	769b	725c	840a	678b	763	755
P.carcaça (kg)	63,6a	79,5b	94,4c	78,6a	79,6b	78,9a	79,3b
ET, mm	14,7a	15,7b	16,9c	16,5a	14,9b	16,2a	15,2b
AL, cm ²	34,6a	40,7b	44,6c	38,9a	41,0b	37,4a	42,4b

1 - AL = ad libitum; R = restrito (0,82 AL)

a,b Significativo (P < 0,05).

Adaptado de ELLIS *et al.* (1996b).

Em geral, o aumento da quantidade de alimento, leva a aumento de gordura, ganho de peso e conversão alimentar. Assim, o mesmo nível alimentar que induz a engorda ineficiente de castrados poderá ser benéfica a carne na carcaça em fêmeas. Machos castrados e genótipos não melhorados para carcaça, justificam mais a restrição alimentar como forma de melhoria da qualidade da carcaça (BELLAYER, 1995).

O trabalho citado por WHITTEMORE (1993a), relacionando sexo e restrição alimentar mostra o maior e o pior potencial para produzir carne magra para machos inteiros e castrados, respectivamente (Quadro 17).

Quadro 17. Influência de níveis de alimentação e sexo sobre a carcaça e performance de suínos

	À vontade			Restrição ¹		
	M	F	C	M	F	C
CD (kg)	2,1	2,1	2,3	1,7	1,7	1,7
GDM (g)	860	790	820	720	680	640
RC (%)	75	77	76	75	76	76
ET (mm)	11,6	12,0	14,7	10,3	10,2	12,3
Carne (%)	57	56	53	59	59	55
Carne (g/d)	390	360	340	330	320	280

1 - M= macho inteiro, F= fêmea, C= macho castrado.

Adaptado de WHITTEMORE (1993a).

CONCLUSÕES

Há uma tendência no mercado consumidor de carnes, por carcaças de melhor qualidade e menor teor de gordura.

O uso de restrição de energia é uma forma de diminuir a deposição de gordura nas carcaças.

A prática de alimentar à vontade deve ser revista, com vistas à melhoria de carcaça obtida pela restrição alimentar.

A restrição alimentar pode aumentar a eficiência alimentar na fase de terminação, proporcionando carcaças mais magras.

Há que se considerar vários aspectos (custo de produção, preço do suíno, genótipo, sexo, idade dos animais, dietas), para aplicar um plano restritivo.

A restrição também pode ser realizada com a inclusão de ingredientes de baixo valor nutritivo, porém acarretam piora na conversão alimentar portanto, resíduos agrícolas de baixo custo devem ser empregados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKER, C. **Maximizing carcass index: practical considerations**, 1989. Disponível em: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/swine/facts/89-179.htm#FACTORS_AFFECTING_CARCASS_INDEX>. Acesso em: 02 maio de 2001.

BARBOSA, H.C.A. et al. Qualidade de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e energia líquida na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

BARBOSA, H.C.A. et al. Níveis de energia da dieta e o desempenho de suínos em terminação. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999a. CD-ROM.

BARBOSA, H.C.A. et al. Restrição alimentar e desempe-

- nho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999b. CD-ROM
- BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz Iguacu. **Anais...** Foz Iguacu: ABRAVES, 1997. p. 152-157
- BELLAVER, C. Qualidade da carcaça relacionada à restrição alimentar. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 1995. p. 21-34
- BELLAVER, C. Restrição da alimentação para suínos em terminação. **Suínocultura Dinâmica**, v.1, n.2, p.1-3, 1992.
- BELLAVER, C. et al. Efeito da Intensidade da restrição alimentar em suínos, sobre o desempenho no período pós-restritivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz Iguacu. **Anais...** Foz Iguacu: ABRAVES, 1997a. p.383-384
- BELLAVER, C. et al. Efeitos da restrição alimentar e do sexo sobre o desempenho de suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., Foz Iguacu. **Anais...** Foz Iguacu: ABRAVES, 1997b. p.385-386.
- BERTOL, T. M. et al. Avaliação de diferentes programas de restrição alimentar para suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM
- CARVALHO, H.F.; RECO-PIMENTEL, S.M. **A célula 2001**. Barueri: Manole, 2001.
- CISNEROS, F. et al. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. **Journal Animal Science**, Champaign, v.74, p.925-933, 1996.
- CLOSE, W. H. Feeding new genotypes: establishing amino acid/energy requirements In: COLE, D. J. A. **Principles of pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.123-140.
- COFFEY, R. D. et al. **Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate**. Cooperative extension service: University of Kentucky. (ASC-147)
- ELLIS, M. Swine breeding, sex, feeding regime and slaughter weight and their effects on carcass lean yield. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p.55-82
- ELLIS, M. et al. Effect of genotype on energy/feed intake. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE, 1996, Urbana. **Proceedings...** Urbana: University of Illinois, 1996a p.26-36.
- ELLIS, M. et al. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. **Animal Science**, v. 62, p. 521-530, 1996b.
- FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L. Comparação dos diferentes processos de tipificação de carcaças de suínos adotados pelas indústrias frigoríficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAVES, 1999. p.503-504.
- FÁVERO, J. A. et al. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. p.405-406.
- FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa e desempenho de suínos dos 90 aos 125 kg de PV. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004a. CD-ROM
- FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos dos 90 aos 125 - 130 kg de PV: 1 - Características de carcaça. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SUINOCULTURA, 2004, Foz do Iguacu. **Anais...** Campinas, 2004b. p.365-367
- HAYDON, K.D. et al. Performance and carcass composition of limit-fed growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.1916-1925, 1989.
- KESSLER, A. M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa-Cnpsa, 1998. p.18-24.
- LANGE, C. F. M. de et al. Protein, fat and bone tissue growth in swine. In: LEWIS, A. J. **Swine nutrition**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.65-81.

- LEE, C.Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein -3 in finishing barrows. **Journal Animal Science**, Champaign, v.80, p.84-93, 2002.
- LEHNINGER, A. L. et al. Oxidation of fatty acids. In: LEHNINGER, A.L. **Principles of biochemistry**. 3. Ed. New York: Worth publishers. p.479-505.
- LEYMASTER, K.A.; MERSMANN, H.J. Effect of limited feed intake on growth of subcutaneous adipose tissue layers and on carcass composition in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.2837-2843, 1991.
- LUDKE, J. V. et al. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura intensiva**. Condição: EMBRAPA/CNPISA, 1998. p. 65-90.
- McCRACKEN, K. J. High lean content of high lean growth rate - implications for nutrition. In: **Recent advance in animal nutrition in Australia**. Armidale: University of New England, p. 223-232, 1993.
- McNEEL, F. L. et al. Effect of feed restriction on adipose tissue transcript concentrations in genetically lean and obese pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.934-942, 2000.
- NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE, 1996, Urbana. **Proceedings...** Urbana: University of Illinois, 1996. p.15-25
- PENZ JÚNIOR, A. M. Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento: múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1992. p.135-148
- QUINIQU, N.; NOBLET, J. Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.3, p. 1567-1575, 1995.
- QUINIQU, N. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, Amsterdam, 60:317-328, 1999.
- RAMAEKERS, P.J.L. et al. Performance and carcass traits of individual pigs housed in groups as affected by ad libitum and restricted feeding. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.47, p. 43-50, 1996.
- WHITTEMORE, C. Nutritional manipulation of carcass quality in pigs. In: COLE, D. J. A. **Recent development in pig nutrition**. 2.ed. Nottingham: Nottingham University Press, 1993. p. 12-19.
- WHITTEMORE, C. **The science and practice of pig production**. England: Longman Scientific & Technical, 1993a . 661p.