

# Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia de alimentos em diferentes idades para leitões

Digestibilidade, leitões.

Júlio Maria Ribeiro Pupa

All Nutri LTDA - Viçosa-MG. E-mail: julio.pupa@allnutri.com.br.

O leite materno e o sistema digestivo dos leitões evoluíram juntos por cerca de 100 milhões de anos, chegando a um ponto em que o leite e sua forma gradual de ingestão representam exatamente aquilo que o sistema digestivo está preparado para degradar e absorver (KIDDER, 1982; ROPPA, 1990). No leitão lactente, o leite é ingerido uniformemente a intervalos aproximadamente de uma hora, mantendo fluxo digestivo constante e sem sobrecargas físicas ou químicas. No suíno adulto, o alimento permanece no estômago por muitas horas e seu esvaziamento completo não ocorre antes de um jejum de 24 horas. Ao contrário, no leitão lactente, o alimento permanece no estômago por apenas uma hora e meia a duas horas, mas no leitão desmamado pode permanecer por tempo maior, principalmente se o alimento for fornecido em intervalos de tempos maiores (KIDDER e MANNERS, 1972).

Nas duas primeiras semanas de vida, o leitão está fisiologicamente e naturalmente apto a digerir proteínas do leite (caseína), açúcar do leite (lactose) e gorduras. As enzimas necessárias à digestão, como a amilase, a sacarase e as proteases, desenvolvem-se de forma significativa a partir da segunda ou terceira semana de vida do leitão. De acordo com TARDIN (1985), mudanças bruscas na alimentação dos leitões podem causar grandes prejuízos aos criadores, portanto, torna-se necessário conhecer o desenvolvimento do sistema enzimático digestivo do leitão antes de se tomar qualquer medida relacionada com a alimentação dos leitões jovens.



## Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 22, Nº 02, mar/abr de 2025

ISSN: 1983-9006

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Logo, o problema básico de formulação de dietas para leitões em crescimento, até aproximadamente 35 dias de idade, consiste na escolha de um conjunto de ingredientes cuja composição atenda às exigências nutricionais e à capacidade de seu sistema digestivo em evolução.

O leitão jovem, segundo FERREIRA et al. (1988a), constitui a categoria de suínos com maiores dificuldades em atender as demandas em nutrientes, quando comparado aos animais em crescimento, terminação e reprodução, já que o sistema digestivo do leitão recém-nascido está naturalmente adaptado ao leite da porca, e a troca desse alimento por outro alimento ou outro sistema de alimentação, no caso de desmame precoce, pode associar-se a distúrbios gastrointestinais e depressão no crescimento.

O suíno aumenta a sua capacidade de digerir alimentos de origem vegetal, em função do aumento da produção e da atividade das enzimas digestivas e, com isso, concomitantemente reduz a capacidade de digerir produtos lácteos que contêm a lactose, em função da diminuição do nível de lactase intestinal. Tem-se verificado esta redução com mais frequência nos primeiros 42 dias de vida, porém continua a evoluir após esta idade (BERTOL e LUDKE, 1997).

Desse modo, para formular dietas de leitões, é necessário utilizar valores de digestibilidade dos nutrientes obtidos de

tabelas. Contudo, as tabelas usadas para calcular rações são estrangeiras ou publicadas no país com base em dados obtidos com suínos “adulto”, que já possuem o aparelho digestivo desenvolvido.

Assim, torna-se necessário determinar a digestibilidade dos nutrientes e da energia de alimentos para a formulação de dietas para leitões nas fases de aleitamento e de creche, entre 14 e 35 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia (DZO), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG, no período de 28 de julho a 21 de agosto de 1996. As análises químicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO-UFV.

Os alimentos estudados - leite em pó desnatado, soro de leite em pó com gordura, plasma sanguíneo em pó, soja integral micronizada, óleo de soja degomado e açúcar - foram escolhidos em função de suas características e origens, pois são usualmente indicados para a alimentação de leitões durante o período inicial de vida, nas fases de aleitamento e pós-desmama.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram realizadas de acordo com as técnicas e metodologias descritas em SILVA (1990) e as de lactose, pelo Método de Munson e Walker, por gravimetria descrita em AOAC - Método 31.062.

O índice de absorção de água foi determinado pela técnica descrita por MOREIRA (1993), em que alíquotas de 40 gramas da amostra foram pesadas, colocadas em um “béquer” de 500 mL, sendo adicionados 200 mL de água quente (60°C), seguidos de agitação por 10 segundos. Em seguida, a amostra foi deixada em repouso por três minutos para embeber e, depois, filtrada por meio minuto, em papel-filtro; a partir do volume filtrado (v), calculou-se a % de absorção de água, utilizando-se a seguinte fórmula: Absorção de água (%) =  $[(200 - v) / 40] \times 100$ . No Quadro 1 verifica-se a composição bromatológica dos alimentos, na matéria mineral.

**QUADRO 1 -** Composição bromatológica dos alimentos, na matéria natural

Alimentos	Açúcar	Soro de leite em pó com gordura	Leite em pó desnatado	Plasma	Soja integral micronizada	Óleo soja degomado
Matéria seca, %	99,98	93,84	91,55	90,63	92,47	99,95
Energia bruta, kcal	3942	6490	4182	4834	5170	9610
Extrato etéreo, %	---	44,70	0,78	2,19	20,59	99,95
Proteína bruta, %	---	5,98	31,60	69,79	38,35	---
Matéria mineral, %	---	4,14	7,62	11,71	4,67	---
Cálcio, %	---	0,27	1,01	0,37	1,37	---
Fósforo, %	---	0,39	0,09	0,05	0,54	---
Sódio, %	---	0,44	0,35	1,73	0,013	---
Fibra bruta, %	---	---	---	---	2,0	---
Lactose, %	---	36,46	52,16	---	---	---

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Para a determinação dos valores de digestibilidade, utilizando-se o método do óxido de cromo a 0,5% nas rações, foram utilizados 28 suínos machos castrados mestiços (Landrace x Large White x Duroc), desmamados aos 14 dias de idade, em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos, duas fases, dois blocos, quatro repetições e dois animais por unidade experimental (gaiola de metabolismo). Os tratamentos corresponderam aos seis alimentos estudados mais a ração referência e as fases, às duas idades em que os leitões iniciaram o ensaio de digestibilidade dos nutrientes dos alimentos. Para a formação dos blocos, consideraram-se o parentesco e o peso vivo dos animais. Na segunda fase, os animais foram redistribuídos, evitando-se que um mesmo animal recebesse a mesma ração tratamento do período anterior.

O ensaio, dividido em duas fases, foi precedido de um período de dois dias de estresse pós-desmama e ajustamento às gaiolas de metabolismo. Os leitões foram alojados em gaiolas de metabolismo, em salas com controle de ventilação e aquecimento, mantendo-se as temperaturas máximas médias, na primeira e segunda fases, respectivamente, em  $28,06 \pm 1,24$  e  $28,14 \pm 1,04^\circ\text{C}$ , e as temperaturas mínimas médias, em  $24,47 \pm 1,09$  e  $23,93 \pm 0,67^\circ\text{C}$ , respectivamente. O registro diário da temperatura foi realizado utilizando-se termômetro de máxima e mínima, colocado na parte mediana do galpão a uma altura correspondente à dos animais.

Os pesos médios iniciais dos animais com 22 e 33 dias de idade foram respectivamente 4,3 e 6,6 kg. Cada fase experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco dias de adaptação às rações experimentais e medição de consumo e cinco dias de consumo prescrito com coleta de fezes e urina.

Os tratamentos foram compostos por uma ração referência mais a inclusão dos alimentos avaliados, variando em percentuais de 10 ou 20%, identificados e compostos da seguinte maneira:

- T1 - Tratamento 1: ração referência + 10% açúcar;
- T2 - Tratamento 2: ração referência + 20% soro de leite em pó com gordura;
- T3 - Tratamento 3: ração referência + 20% leite em pó desnatado;
- T4 - Tratamento 4: ração referência + 10% plasma em pó;
- T5 - Tratamento 5: ração referência + 20% soja integral micronizada; e
- T6 - Tratamento 6: ração referência + 10% óleo de soja degomado.

A ração referência foi formulada para atender as exigências de leitões de 5 kg de peso vivo, segundo valores contidos em ROSTAGNO et al. (1983); AEC (1987); e NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1988), exceto com relação a vitaminas e minerais, em que se adotou como critério fornecer 20% acima dos valores recomendados, e sua composição encontra-se apresentada no Quadro 2.

A quantidade total diária das rações foi determinada de acordo com o consumo em cada fase de adaptação, com base no peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}$ ) de cada unidade experimental (dois leitões), determinada pelo menor consumo dentro do mesmo bloco. As rações foram fornecidas em quatro refeições diárias, às 7; 10; 13; e 17 h, nas proporções de 34; 22; 22; e 22%, respectivamente.

As rações foram umedecidas com 17% de água, antes de cada refeição, com o objetivo de reduzir a pulverulência e o desperdício e facilitar o consumo em 15 minutos, no máximo. Após cada refeição, foi fornecido água, no mesmo comedouro, à base de 3,0 mL/g de ração, calculada para cada unidade

experimental, de acordo com o manejo descrito por MOREIRA (1993).

**QUADRO 2 -** Composição percentual da ração referência

Alimentos	Quantidade, %
Milho	40,000
Milho precozido	10,000
Farelo de soja	14,348
Soja micronizada	15,000
Soro de leite em pó	10,769
Plasma	2,500
Açúcar	2,000
Ácido fumárico	2,000
Fosfato bicálcico	1,500
Calcário	0,670
L-Lisina.HCl	0,313
DL.Metionina 99	0,150
L-Treonina	0,046
Sal	0,200
Mistura mineral <sup>1</sup>	0,120
Mistura vitaminica <sup>2</sup>	0,120
Aditivos <sup>3</sup>	0,264
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
Composição calculada	Quantidades
Energia digestível (kcal/kg)	3600
Energia metabolizável (kcal/kg)	3370
Gordura (%)	4,70
Proteína (%)	20,0
Lisina (%)	1,40
Metionina + Cistina (%)	0,84
Cálcio (%)	0,98
Fósforo disponível (%)	0,45
Sódio (%)	0,22

<sup>1</sup> Conteúdo/ kg: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 1.500.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2.000 mg; Vit. B2 - 5.000 mg; Vit. B6 - 3.000 mg; Ácido Pantotênico - 12.000 mg; Biotina -100 mg; Vit. K3 - 2.000 mg; Ácido Fólico - 800 mg; Ácido Nicotínico - 30.000 mg; Vit. B12 - 30.000 mcg; Selênio - 300 mg; e Veículo q.s.p. - 1000 g.

<sup>2</sup> Conteúdo/ kg: Manganês - 40 g; Ferro - 100 g; Zinco - 100 g; Cobre - 10 g; Cobalto - 1 g; Iodo - 1,5 g; e Veículo q.s.p. - 1000 g.

<sup>3</sup> Cloreto de colina 60%, 0,1; BHT, 0,01; Virginamicina, 0,004; e Colistina, 0,15.

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

As fezes produzidas foram coletadas diariamente e armazenadas em freezer, durante o período experimental, até o processamento das análises.

A urina foi recolhida em baldes plásticos com 10 mL de ácido clorídrico (1:1), posicionados sob o funil coletor das gaiolas de metabolismo, contendo o tecido “nylon” (poliamida de média densidade) dobrado quatro vezes.

Diariamente, às 15 h, foram feitas as coletas de urina, quando o conteúdo do balde foi filtrado em papel-filtro e completado o volume para 500 ou 800 mL, a partir do qual se retirou uma alíquota diária de

de 20%. As alíquotas obtidas diariamente de cada unidade experimental foram acumuladas em frascos de vidro sob refrigeração, até a análise laboratorial.

Dos alimentos, foram calculados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e coeficientes de digestibilidade da energia bruta, assim como os coeficientes de energia metabolizável da energia bruta, da metabolizabilidade corrigida da energia bruta e da metabolizável como % da absorvida, determinados em duas fases (idades) dos leitões, por intermédio do método do indicador óxido crômico.

Para calcular a matéria seca digestível (MSD), o coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE), o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), assim como os valores de energia metabolizável (corrigido pelo balanço de nitrogênio), empregou-se a fórmula de MATTERSON, junto ao método de substituição.

A seguir, é apresentada a fórmula para o cálculo da energia digestível aparente:

$$EDA_{alim.} = EDA_{rç.ref.} + \frac{EDA_{rç.teste.} - EDA_{rç.ref.}}{g \text{ alimento teste} / g \text{ dieta teste}}$$

em que:

$EDA_{alim.}$  = energia digestível aparente do alimento;

$EDA_{rç.ref.}$  = energia digestível aparente da ração referência; e

$EDA_{rç.teste.}$  = energia digestível aparente da ração teste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Absorção de água

Os valores obtidos para o índice de absorção de água dos alimentos encontram-se no Quadro 3. O óleo de soja degomado não participou, devido às suas características de substância não-miscível em meio aquoso.

O valor de absorção de água dos alimentos foi alto, com exceção do açúcar, que foi de 38%. Esse valor

pode ser explicado pela alta solubilidade do açúcar em meio aquoso. Isso sugere que, para ingredientes ou alimentos de alta solubilidade, não é necessário determinar os valores de absorção de água.

**QUADRO 3** - Índice de absorção de água dos alimentos analisados

Alimentos	Açúcar	Soro de leite em pó com gordura	Leite em pó desnatado	Plasma	Soja integral micronizada
Índice absorção de água (%)	38	415	379	466	472

Fonte: Elaborada pelo autor.

O índice de absorção de água para a soja integral micronizada (472%) foi superior (53%) ao verificado por MOREIRA (1993). Esta diferença pode ter ocorrido devido à qualidade do produto comercial testado, expresso por falhas no processamento do mesmo, ou ainda por falhas metodológicas, em função, por exemplo, da qualidade do papel-filtro usado na determinação do índice, ou devido ao tamanho das partículas da amostra.

O efeito da atividade da água sobre as partículas dos ingredientes solubilizados, em especial o efeito da hidratação, pode ser um facilitador do processo de digestão do suíno, principalmente quando há tempo suficiente para que o processo da hidratação ocorra de forma efetiva dentro da partícula. Neste aspecto, cada ingrediente utilizado nas dietas, principalmente as líquidas, tem velocidade de hidratação característica à sua composição e dependente do diâmetro médio das partículas.

Esse efeito da hidratação sobre as partículas dos ingredientes, segundo PENZ JR. e LÜDKE (1996), pode gerar condições mais adequadas ao processo de digestão no suíno, tornando a atuação das enzimas digestivas mais efetiva, e aumentar a digestibilidade de alguns nutrientes. Esse fato pode ser confirmado pelo trabalho BROOKS et al. (1996), que, avaliando dietas com várias relações de água: ração para suínos, constataram que, à medida que houve aumento dessa relação, o desempenho dos animais e a digestibilidade da matéria seca melhoraram.

### Digestibilidade dos nutrientes

Os valores de coeficientes de digestibilidade média, por faixas de idades dos leitões, dos alimentos testados podem ser visualizados no Quadro 4. O plasma e o açúcar foram os alimentos com os maiores valores absolutos de digestibilidade para matéria seca e energia bruta e de metabolizabilidade para energia bruta. Observou-se que os coeficientes de digestibilidade média do extrato etéreo entre a soja integral micronizada, o soro de leite em pó com gordura e o óleo de soja degomado variaram de 90,2 a 93,4%. Entretanto, o coeficiente de digestibilidade média da proteína bruta do soro de leite em pó com gordura foi inferior ao da soja integral micronizada e ambos foram menores que os coeficientes do leite em pó desnatado e do plasma.

O açúcar foi o alimento que apresentou o coeficiente de metabolizabilidade corrigida da energia bruta (CMcEB) mais alto entre os alimentos analisados.

Os alimentos avaliados apresentaram coeficientes de energia metabolizável como % da absorvida (CM%AB), variando de 84,3%, para o óleo de soja degomado, a 89,6%, para a soja integral micronizada, revelando alta eficiência dos animais jovens no aproveitamento da energia digestível desses alimentos.

A diferença ( $P < 0,05$ ) observada nos valores dos coeficientes entre as duas idades dos leitões pode ter ocorrido em razão da grande variação da atividade das enzimas digestivas, que ocorre nas primeiras oito semanas de vida dos leitões. Variações semelhantes sobre a atividade enzimática digestiva dos leitões durante as primeiras oito semanas de vida também foram encontradas por HARTMAN et al. (1961), SANGILD et al. (1991) e SOARES (1995).

Não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta do leite em pó desnatado. Os leitões nestas duas faixas de idade possuem sistema digestivo naturalmente adaptado para digerir a proteína, a gordura e o carboidrato do leite da porca, por isso, provavelmente se adaptam facilmente à digestão do leite de outros animais, mostrando que estão aptos a digerirem os nutrientes do leite. FERREIRA et al. (1988a) observaram resultados semelhantes quando

quando trabalharam com aleitamento natural *versus* aleitamento artificial de leitões, utilizando os leites de porca e de vaca ou extrato de soja. TARDIN (1985), revisando sobre a fisiologia digestiva e a nutrição de leitões no desmame precoce, citou que leitões jovens estão preparados para digerir os nutrientes do leite. Além disso, PEKAS (1991) relatou que a superioridade da proteína do leite *versus* a da soja em dietas para leitões jovens está muito bem documentada a partir de resultados de pesquisas realizadas no período de 1950 a 1960, e estudos mais recentes vêm confirmando esses resultados.

Quadro 4 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da energia bruta (CDEB), do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), coeficiente de metabolizabilidade corrigida da energia bruta (CMcEB) e coeficiente de energia metabolizável como % da absorvida (CM%AB), determinados com leitões em duas fases<sup>1</sup>

		Alimentos Açúcar	Soro de leite em pó com gordura	Leite em pó desnatado	Plasma	Soja integral micronizada	Óleo soja degomado
	Coeficientes Fase						
CDMS, %	1	89,5 a	90,1 a	87,5 a	104,8 a	76,4 b	75,8 b
	2	94,8 a	74,6 b	87,8 a	89,8 b	84,5 a	98,4 a
	X	92,1	82,4	87,7	97,3	80,4	87,1
	CV = 4,56						
CDEB, %	1	88,5 b	84,5 a	91,1 a	107,6 a	86,0 a	80,4 b
	2	101,5 a	71,3 b	93,4 a	92,0 b	88,9 a	96,4 a
	X	95,0	77,9	92,2	99,8	87,3	88,4
	CV = 5,82						
CMEB, %	1	76,4 b	74,0 a	80,3 a	94,9 a	76,7 a	66,3 b
	2	93,6 a	64,1 b	83,6 a	77,0 b	80,0 a	83,3 a
	X	85,0	69,0	81,9	86,0	78,4	74,8
	CV = 7,44						
CMcEB, %	1	74,8 b	73,3 a	74,9 a	82,1 a	71,5 a	66,7 b
	2	92,8 a	63,7 b	77,5 a	66,9 b	74,1 a	82,7 a
	X	83,8	68,5	76,2	74,5	72,8	74,7
	CV = 7,97						
CM%AB, %	1	86,3 a	87,5 a	88,2 a	88,2 a	89,2 a	82,1 a
	2	92,2 a	89,8 a	89,5 a	83,6 a	90,0 a	86,4 a
	X	89,3	88,6	88,8	85,9	89,6	84,3
	CV = 2,4						
CDEE, %	1	--	94,0 a	--	--	86,8 a	90,1 a
	2	--	90,8 a	--	--	96,3 a	96,7 a
	X	--	92,4	--	--	90,2	93,4
	CV = 4,21						
CDPB, %	1	--	74,5 a	88,1 b	96,3 a	82,8 b	--
	2	--	71,0 a	95,1 a	87,5 b	91,7 a	--
	X	--	72,8	91,6	91,9	85,8	--
	CV = 4,18						

1 = fase 1, aos 22 dias de idade; fase 2, aos 33 dias de idade.  
 CV = coeficiente de variação %, X = média.  
 Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, para cada coeficiente, diferem pelo teste de Newman-Keul's ( $P < 0,05$ ).  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O soro de leite em pó com gordura apresentou redução ( $P < 0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade e na metabolizabilidade da energia bruta entre as duas faixas de idade. Apesar de não ter ocorrido variação ( $P > 0,05$ ) entre os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da proteína bruta, observou-se redução de 3,5 e 4,9%, respectivamente, entre seus valores (Quadro 4). Comportamento similar ocorreu com o plasma, apresentando redução ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade e na metabolizabilidade da energia e da proteína bruta entre as duas faixas de idade.

Resultados de baixa digestibilidade foram encontrados por LOUGHMILLER et al. (1996), avaliando a substituição do plasma por “queijo seco em pó”, com 41% de gordura, em leitões alimentados com níveis acima de 4% na dieta.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta da soja integral micronizada melhoraram ( $P < 0,05$ ) em função da idade dos leitões. Contudo, não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade e de metabolizabilidade da energia bruta deste alimento, entre as duas faixas de idades. Sabe-se que a qualidade dos componentes dietéticos, especialmente proteínas de origem vegetal, pode influenciar a capacidade digestiva e o desenvolvimento do leitão.

De acordo com PEKAS (1991), o desenvolvimento das funções exócrinas do pâncreas de leitões jovens pode ser importante para a utilização de proteínas de origem vegetal, o que foi confirmado por SHIELDS JR. et al. (1980), quando verificaram que a atividade das proteases do pâncreas de leitões aumentou 4 a 6 vezes mais, quando passaram da segunda para quarta e sexta semanas de vida.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta da soja integral micronizada, determinado com leitões aos 22 dias de idade, foi similar ao encontrado por MOREIRA (1993), em leitões aos 28 dias de idade, utilizando também o método do óxido de crômico. O coeficiente de digestibilidade média da energia bruta foi similar, todavia, os coeficientes médios de digestibilidade do extrato etéreo e da matéria seca encontrados foram menores aos determinados por MOREIRA (1993).

Os coeficientes de digestibilidade e de metabolizabilidade da energia bruta do óleo de soja degomado e do açúcar

aumentaram ( $p < 0,05$ ) com o avanço da idade dos leitões (de 22 para 33 dias de idade), provavelmente em função do aumento da atividade das enzimas lipases e sacarase, ocorrido nas primeiras semanas de vida. Os coeficientes de digestibilidade média da matéria seca e de metabolizabilidade da energia bruta do óleo de soja degomado foram menores que os determinados por BERTOL e LUDKE (1997), trabalhando com leitões aos 28 dias de vida, porém, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca determinado em leitões aos 33 dias de idade foi similar ao encontrado pelos mesmos autores.

De acordo com TARDIN (1985), CERA et al. (1989) e PASSOS JR. (1997), as digestibilidades do óleo e do açúcar aumentam com a idade dos leitões após a desmama. Valores de digestibilidade menores para o óleo de soja foram encontrados por CERA et al. (1990), em leitões de 28 e 35 dias de idade (73 e 79%), desmamados aos 21 dias de idade. Entretanto, JONES et al. (1992) encontraram valores de 89,5% de digestibilidade para o óleo de soja, determinados em leitões desmamados aos 17 dias de idade. Os resultados obtidos por SANGILD et al. (1991) confirmam que a atividade da sacarase aumenta significativamente após a primeira semana de vida dos leitões, pois sabe-se que a atividade da sacarase no leitão é baixa, o que também foi confirmado por DROCHNER (1991), o qual, alimentando leitões na primeira semana de vida com dietas contendo açúcar, obteve baixo desempenho nos primeiros dias de vida. Já no suíno adulto o nível foi bastante elevado (TARDIN, 1985; PASSOS JR., 1997); portanto, a atividade da sacarase aumenta com a idade, principalmente nos animais jovens.

CERA et al. (1989) verificaram que a digestibilidade tanto do óleo, quanto do sebo bovino, também aumentou com o tempo após a desmama. Todavia, SABB et al. (1986) sugeriram que a atividade da lipase pancreática pode se adaptar principalmente à quantidade de gordura dietética e responder ao tipo de gordura, abaixo do nível limiar de gordura da dieta.

Os coeficientes com valores acima de 100%, para o açúcar e o plasma, foram obtidos em função da participação desses ingredientes na composição da ração referência, respectivamente, 2,0 e 2,5% (Quadro 2), ocasionando efeito aditivo pela ração referência. Resultados de coeficientes acima de 100% também foram

encontrados por MOREIRA (1993), para o soro de leite em pó, utilizando o método do óxido crômico. BERTOL e LUDKE (1997), utilizando leitões com 28 dias de idade, também encontraram valores de digestibilidade para o leite em pó desnatado acima de 100%, os quais foram atribuídos a aumento da digestibilidade da dieta como um todo, pela adição do leite em pó desnatado.

Com base nos resultados dos Quadros 1 e 4, foram calculados os valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), apresentados no Quadro 5.

Os valores de energia metabolizável, em relação aos de energia digestível determinados nos alimentos, variaram de 84,3%, para o óleo degomado, a 89,6%, para a soja integral micronizada. O NRC (1998) cita, como prática comum na América do Norte, utilizar valores para a EM em torno de 94 a 97% ED das dietas, o que provavelmente estaria superestimando os valores EM encontrados, se fossem utilizados em dietas para leitões jovens.

No Quadro 6, são comparados os valores médios de energia digestível dos alimentos avaliados com os publicados em tabelas estrangeiras ou publicadas no Brasil, obtidos a partir de suínos adultos que possuem o aparelho digestivo desenvolvido, pois, de acordo com ROSTAGNO e PUPA (1998), dietas elaboradas para leitões devem ser formuladas com valores de digestibilidade dos ingredientes determinados com animais jovens. Também são apresentadas comparações com valores de dois trabalhos com leitões aos 28 dias de idade: a soja integral micronizada determinada por MOREIRA (1993) e o óleo de soja e o leite em pó desnatado por BERTOL e LUDKE (1997).

Os valores de energia digestível e metabolizável, proteína digestível e extrato etéreo digestível encontrados diferem dos valores publicados, ROSTAGNO et al. (1983), AEC (1987), EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA (1991), MAARA (1996) e NRC (1998), principalmente porque os valores foram obtidos com animais adultos.

Os valores de energia digestível do leite em pó

desnatado e do óleo de soja degomado foram menores que os encontrados por BERTOL e LUDKE (1997), utilizando leitões com 28 dias de idade (desmamados aos 21 dias).

**QUADRO 4 -** Nutrientes digestíveis e energia metabolizável dos alimentos, na matéria natural, determinados com leitões em duas fases de idade

Nutrientes	Fase 1	Alimentos	Açúcar	Soro de leite em pó com gordura	Leite em pó desnatado	Plasma	Soja integral micronizada	Óleo soja degomado
Matéria seca digestível	1	89,5	84,5	80,1	95,0	70,6	75,8	
	2	94,8	70,0	80,4	81,4	78,1	98,4	
	Média	92,1	77,3	80,2	88,2	74,4	87,1	
Proteína digestível	1	---	4,46	27,8	67,2	31,8	---	
	2	---	4,25	30,1	61,1	35,2	---	
	Média	---	4,35	28,9	64,1	33,5	---	
Extrato etéreo digestível	1	---	42,0	---	---	17,9	90,1	
	2	---	40,6	---	---	19,8	96,7	
	Média	---	41,3	---	---	18,9	93,4	
Energia digestível	1	3489	5484	3810	5201	4446	7726	
	2	4001	4627	3906	4447	4596	9264	
	Média	3745	5056	3858	4824	4521	8495	
Energia metabolizável	1	3012	4803	3358	4587	3965	6371	
	2	3690	4160	3496	3722	4136	8005	
	Média	3351	4481	3427	4155	4051	7188	

1 - Fase 1 = 22 dias de idade; fase 2 = 33 dias de idade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

**QUADRO 5 -** Comparação entre os valores de energia digestível (kcal/kg MN) determinados, e os encontrados na literatura especializada

Fonte	Determinado	1	2	3	4	5
Açúcar	3745	3795	3950	4124	3955	
Óleo soja degomado	8494	8750	8650	7956	7439	8641 <sup>a</sup>
Soja integral micronizada	4522	4140	4240		3962	4607 <sup>b</sup>
Leite pó desnatado	3857	3980	3970	3746		4100 <sup>a</sup>
Soro de leite em pó com gordura	5059					6160 <sup>c</sup>
Plasma	4825					4097 <sup>a</sup>

1- NRC (1998). 2- AEC (1987). 3- ROSTAGNO et al. (1983). 4- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (1991). 5- Outros <sup>a</sup>BERTOL e LUDKE (1997); <sup>b</sup>MOREIRA et al. (1994); <sup>c</sup>Borculo Whey Products; <sup>e</sup>P 920, American Protein Corporation - AMES

Fonte: Elaborada pelo autor.

A soja integral micronizada apresentou valores de ED e EM similares aos encontrado por MOREIRA et

al. (1994), também determinados com leitões aos 28 dias de idade.

O plasma analisado apresentou valores de EM bem superiores aos divulgados pelo fabricante (3850 kcal/kg), possivelmente, devido à idade dos animais envolvido neste ensaio, como mostra a variação dos coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta no Quadro 4.

## RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado objetivando-se determinar os valores energéticos, os coeficientes de digestibilidade de energia bruta (CDEB), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) e matéria seca (CDMS) e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), de metabolizabilidade corrigida da energia bruta (CMcEB) e de metabolizabilidade como % da absorvida (CM%AB) de alimentos para dietas de leitões. Foi realizado um ensaio de digestibilidade, utilizando-se 28 leitões mestiços (Landrace x Large White x Duroc), machos castrados, desmamados aos 14 dias de idade, com pesos médios iniciais de 4,3 e 6,6 kg, com 22 e 33 dias de idade, respectivamente, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e dois blocos. Os alimentos testados substituíram conforme suas características em 10 ou 20% (na base da matéria natural) a dieta referência, constituindo, assim, seis dietas teste e uma ração referência. Os valores de digestibilidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta, bem como os valores de metabolizabilidade da energia bruta dos alimentos, foram diferentes para as duas faixas de idade, 22 e 33 dias, sendo que, em relação ao leite em pó desnatado, somente o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta variou, com valores maiores para a segunda fase, aos 33 dias de idade.

## REFERÊNCIAS

AEC Rhône-Polenc Animal Nutrition. 5 ed. Tables AEC. **Commentry** – France, 1987, p.86.  
BERTOL, T. M., LUDKE, J. V. Determinação do balanço de energia e nitrogênio de alguns alimentos com leitões na fase inicial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS SUÍNOS – VII SIMPÓSIO PRÉ-CONGRESSO

“PRODUÇÃO EM SÍTIOS SEPARADOS E DESMAME PRECOCE SEGREGADO”, ABRAVES, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...Foz do Iguaçu**: 1997, p.347-348.

BROOKS, P. H., GEARY, T. M., MORGAN, D. T., CAMPBELL, A. New developments in liquid feeding. **The Pig Journal** – Proceeding Section. v.36, p.43-64, 1996.

CERA, K. R., MAHAN, D.C., REINHART, G. A. Apparent fat digestibilities and performance responses of postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. **J. Anim. Sci.** v.67, p.2040-2047, 1989.

CERA, K. R., MAHAN, D.C., REINHART, G. A. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and animal-vegetable fat blend for postweaning swine **J. Anim. Sci.** v.68, p.2756-2765, 1990.

DROCHNER, W. Digestion of carbohydrates in the pig. In: Digestive Physiology in Pigs. **Proc. V Int. Symp.**, p.367-388, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. 3 ed. **Concórdia**: 1991, 97p. (EMBRAPA-CNPASA, Documentos, 19).

FERREIRA, A. S., COSTA, P. M. A., GOMES, J. C. et al. Aleitamento natural vs aleitamento artificial de leitões com a utilização de leite de porca e de vaca ou extrato de soja. **Rev Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.3, p.227-237, 1988a.

HARTMAN, D.A., HAYS, V.W., BAKER, R. O., et al. Digestive enzyme development in the young pig. **J. Anim. Sci.** v.20, p.114-119, 1961.

JONES, D. B., HANCOCK, J. D., HARMON, D. L., WALKER, C. E. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. **J. Anim. Sci.** v.70, p.3473-3482, 1992.

KIDDER, D. E., MANNERS, M. J. The development of digestive function in the piglet. **The Vet. Annual.** v.13, p.58-59, 1972.

KIDDER, D. E. Nutrition of the early weaned pig compared with the sow-reared pig. **Pig. News and Information**, n.3, p.25, 1982.

LOUGHMILLER, J. A., NELSEN, J. L., GOODBAND, R. D., et al. Evaluation of spray-dried

- cheese as a supplemental protein source for weanling pigs. **Swine Day**, 1996, p.62-64, www.swineday.
- MOREIRA, I., ROSTAGNO, H. S., COELHO, D. T., et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. **R. Soc. Bras. Zoot.** v. 24, n. 6, p.916-929, 1994.
- MOREIRA, I., ROSTAGNO, H. S., SILVA, M. A., TAFURI, M. L. Uso de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões. **R. Soc. Bras. Zoot.** v. 22, n. 5, p.764-772, 1993.
- MOREIRA, I.,. **Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões.** Viçosa: UFV, 1993. 145p. Dissertação (Doutorado em Zootecnica) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Nutrient Requirement of Swine, 9 ed. Washington: **National Academy of Sciences**, 1988, p.93.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Nutrient Requirement of Swine, 10 ed. Washington: **National Academy of Sciences**, 1998, 189p.
- PASSOS Jr., H.S. Nutrição e meio ambiente para leitões em sistema de produção com desmame precoce segregado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS SUÍNOS – VII SIMPÓSIO PRÉ-CONGRESSO “PRODUÇÃO EM SÍTIOS SEPARADOS E DESMAME PRECOCE SEGREGADO”, ABRAVES, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: 1997, p.41-54.
- PEKAS, J.C. Digestion and absorption capacity and their development. *Swine Nutrition*, 1991, p.673.
- PENS JUNIOR, A. M., LÜDKE, J.V. Alimentação líquida para suínos em crescimento e terminação. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 1996, Campinas. **Anais...**Campinas: 1996, p.123-146.
- ROPPA, L. Advances en la nutrición de lechones. **Industria Porcina.** v.10, n. 1,p.15-19, enero/febrero 1990.
- ROSTAGNO, H. S., PUPA, J. M. R. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES, 1998, Campinas, **Anais...** Campinas: 1998, p.60-87.
- ROSTAGNO, H. S., SILVA, D. J., COSTA, P. M. A., FONSECA, J.B., SOARES, P.R., PEREIRA, J.A.A., SILVA, M.A. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras). Viçosa, UFV, 1983, 61 p.
- SABB, J. E., GODFREY, P. M., BRANNON, P.M. Adaptive response of rat pancreatic lipase to dietary fat: Effects of amount and type of fat. **J. Nutr.**, v.116, p.892-899, 1986.
- SANGILD, P. T., CRAWELL, P.D., SRENSSEN, H. et al. Development of intestinal disaccharidases, intestinal peptidases and pancreatic proteases in sucking pigs. The effects of age and ACTH treatment. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOG IN PIGS, V, 1991, Proceedings...Doorwerth, 1991, p.73-78.
- SHIELDS Junior, R. G., EKSTROM K. E., MAHAN, D.C. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. **J. Anim. Sci.** v.50, n.2, p.257-265, 1980.
- SOARES, J. M. **Perfil enzimático de tripsina e quimiotripsina do pâncreas e do quimo de leitões do nascimento aos 35 dias de idade.** Viçosa: UFV, 1995. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnica) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- TARDIN, A. C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões In: II CONGRESSO DA ABRAVES, II, 1985, Rio de Janeiro, **Anais...**Rio de Janeiro: ABRAVES, 1985, p.33-57.