

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE CANOLA,
EXTRUSADA OU NÃO, PARA LEITÕES EM FASE DE
CRECHE

Autora: Carina Scherer
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE CANOLA,
EXTRUSADA OU NÃO, PARA LEITÕES EM FASE DE
CRECHE

Autora: Carina Scherer
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2006

“Eu poderia falar todas as línguas
que são faladas na Terra e até no céu,
mas, se não tivesse amor,
as minhas palavras seriam como o som de um gongo
ou como o barulho de um sino.

Poderia ter o dom de anunciar mensagens de Deus,
ter todo o conhecimento,
entender todos os segredos e ter tanta fé,
que até poderia tirar as montanhas do seu lugar,
mas, se não tivesse amor, eu não seria nada.

Poderia dar tudo o que tenho
e até mesmo entregar o meu corpo para ser queimado,
mas, se eu não tivesse amor,
isso não me adiantaria nada.”

1 Coríntios 13: 1-3

Aos

meus pais, Werner e Marli,
que tanto se esforçam para contribuir
com a minha formação pessoal e profissional

Ao

meu irmão, Fábio,
pelo carinho

Ao

meu noivo, Leonardo,
pelo companheirismo, incentivo e paciência

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, quem me deu o dom da vida e me acompanha em todos os momentos.

À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realizar este estudo.

À Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá (COCAMAR), por gentilmente ceder a semente de canola utilizada nos experimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan, pela dedicação e paciência na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ivan Moreira, pela co-orientação, amizade e ensinamentos que foram de grande importância para que este trabalho fosse realizado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, a todos os professores, pelos ensinamentos, em especial ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins, pela disposição e auxílio na conclusão deste trabalho.

Aos amigos, Marcos, Ângela, Diovani e Arlei pelo companheirismo e trocas de experiências que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos alunos do Curso de Graduação em Zootecnia, Juliana, Vivian e Nikychiella. Ao estagiário Paulo, ao bolsista Leandro (Perdigão), ao Fábio, e aos demais colegas do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pelo auxílio na realização dos experimentos.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial ao João, Mauro e Toninho pela ajuda dedicada no Setor de Suinocultura e na Fábrica de Ração.

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal, Dilma, Cleusa e Creusa, pelo auxílio na realização das análises químicas.

Ao Sr. Valmir e D. Neli, pela hospitalidade quando cheguei em Maringá.

Às ex-companheiras de república, Denise e Graziela, pela convivência e paciência em me orientar nos momentos de dúvidas.

Ao Sr. Rocha e D. Ilvanir, pela confiança e incentivo aos estudos.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização de meus estudos e contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CARINA SCHERER, filha de Werner Nicolau Scherer e Marli Bade Scherer, nasceu em Marechal Cândido Rondon, Paraná, em 09 de Setembro de 1980.

Em 12 de Fevereiro de 2004, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon.

Em Fevereiro de 2004, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de suínos.

Em 07 de Fevereiro de 2006, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de Mestrado.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
I – INTRODUÇÃO.....	1
CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
II - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE CANOLA, EXTRUSADA OU NÃO, PARA LEITÕES EM FASE DE CRECHE.....	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
CONCLUSÕES.....	33
CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição centesimal e química da ração referência.....	15
Tabela 2 - Composição centesimal e química das rações experimentais.....	19
Tabela 3 - Teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, cálcio, fósforo total e energia bruta da semente de canola integral moída (SCI) e da semente de canola extrusada (SCE), com base na matéria seca.....	23
Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), matéria orgânica (CDMO), energia bruta (CDEB) e respectivos erros-padrão, para a semente de canola integral moída (SCI) e semente de canola extrusada (SCE), com base na matéria seca.....	25
Tabela 5 - Teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), matéria orgânica digestível (MOD) e energia digestível (ED) da semente de canola integral moída (SCI) e da semente de canola extrusada (SCE), com base na matéria seca.....	27
Tabela 6 - Consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e respectivos erros-padrão, para leitões em fase de creche, alimentados com rações contendo níveis crescentes de inclusão de semente de canola integral moída (SCI) ou semente de canola extrusada (SCE).....	28
Tabela 7 - Concentração de nitrogênio da uréia plasmática (NUP) das rações experimentais contendo semente de canola integral moída (SCI) ou semente de canola extrusada (SCE), no dia 0 e no 28º dia de experimento.....	29
Tabela 8 - Diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas das rações experimentais contendo semente de canola integral moída (SCI) ou semente de canola extrusada (SCE).....	30

Tabela 9 - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR) dos leitões, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC).....	31
--	----

I - INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade que, mesmo passando por diversas crises, ocorridas devido aos altos custos de produção e problemas sanitários, vem tornando-se um setor de grande importância na pecuária brasileira com grandes perspectivas de expansão. Entretanto, um dos principais fatores responsáveis pelos elevados custos na produção de suínos é a alimentação, sendo o milho e o farelo de soja os alimentos mais utilizados nas rações.

Desta forma, o alto custo destes alimentos vêm gerando interesses em buscar fontes alternativas de energia e proteína para suprirem as necessidades orgânicas desses animais, reduzindo assim os custos das rações, já que esta representa de 70 a 80% dos custos na suinocultura.

O farelo de soja é o alimento mais utilizado como fonte de proteína nas dietas dos suínos estando presente na proporção de 25 a 30%, sendo responsável pelo fornecimento de cerca de 70% da proteína bruta exigida por estes animais. Uma opção de substituição ao farelo de soja é a canola, que possui elevado teor de proteína bruta, e seu estudo, como um alimento alternativo, poderá resultar como substituto, senão total, pelo menos parcial, do farelo de soja (Scapinello et al., 1996a), pois, segundo Sanches (1997), a proteína da canola

apresenta valor biológico elevado, constituindo-se uma boa fonte protéica para as rações animais.

A semente de canola não é habitualmente utilizada como alimento destinado aos animais, entretanto, algumas pesquisas mostram alto teor de proteína na semente de canola, permitindo sua utilização nas rações, em substituição ao farelo de soja. Murakami et al. (1997), avaliando a composição química da semente de canola, encontraram 23,61% de PB, 6,01% de FB, 31,2% de EE e 1,51% de Lis. Valores próximos foram encontrados por D'Oliveira (1995), sendo de 24,9%, 8,6%, 37,6% e 1,94% para PB, FB, EE e Lis, respectivamente.

A canola é uma oleaginosa desenvolvida geneticamente a partir da colza (*Brassica napus*), que possui baixos teores de ácido erúico e glicosinolatos, a qual há cerca de 30 anos passou a ser uma cultura rentável no Canadá e em alguns países da Europa, sendo o primeiro, um dos maiores produtores mundiais. No Brasil, o cultivo desta cultura ainda é restrito, tendo seu início há pouco mais de uma década, sendo a região sul a mais promissora, pois apresenta as condições ideais para o florescimento da canola durante o inverno. Esta oleaginosa é uma cultura alternativa de inverno, que se adequou bem às nossas condições climáticas e constitui uma fonte protéica promissora (Nerilo, 1995).

A canola é a terceira oleaginosa mais importante no agronegócio mundial. No Brasil, chegou ainda em 1974 e lentamente vem conquistando espaço na rotação de culturas de inverno. Somente no período de 2002/2003, a produção cresceu 42%, passando de 14.633 para 20.826 toneladas. Em 2004, a área plantada foi de 15 mil hectares, com uma produção estimada em 18.000 toneladas (Agronline, 2004).

O plantio da canola constitui uma das melhores alternativas para a diversificação de cultivos de inverno, seu cultivo reduz a ocorrência de doenças, contribuindo para que o

trigo semeado no inverno seguinte produza mais, tenha maior qualidade e menor custo de produção (Tomm, 2000).

O farelo da semente, subproduto da extração do óleo de canola, já vem sendo muito utilizado em experimentos na substituição ao farelo de soja. Segundo Castell & Cliplef (1993), citados por Marangoni (1995), o perfil de aminoácidos é comparado favoravelmente ao do farelo de soja. Embora apresente conteúdo de lisina em torno de 2,04%, teor menor do que no farelo de soja, o nível de metionina e cistina é relativamente alto. Assim, o farelo de canola é considerado uma boa fonte de aminoácidos sulfurados. Porém, sua limitação na formulação de rações para suínos e aves se deve à presença de glicosinolatos, os quais aparentemente não são tóxicos. Entretanto, os produtos de sua hidrólise, pela ação da enzima mirosinase, são tóxicos.

Moreira et al. (1993) avaliando níveis de inclusão de 6, 12 e 18% de farelo de canola em rações à base de milho e soja para suínos durante a fase de crescimento, concluíram que o farelo de canola pode ser incluído até ao nível de 18% nas rações sem prejuízo ao desempenho dos animais.

Entretanto, o maior obstáculo para a utilização do farelo de canola é o menor teor de energia em relação à soja, a qual possui de 15% a 20% a mais de energia digestível. A semente integral, por sua vez, possui alto teor de óleo, cerca de 36 a 40%, de excelente qualidade, com mais de 60% de ácidos graxos monoinsaturados e menos de 7% de ácidos graxos saturados, consistindo em uma fonte de energia que diminui a necessidade da adição de óleo às rações. Bertol et al. (2001), sugeriram que a utilização da semente integral de oleaginosas proporciona maior teor de energia, o que facilita a formulação de dietas com altos níveis de energia, necessárias aos leitões após o desmame.

A semente de canola possui energia bruta de 5.475 kcal/Kg, a qual é superior ao farelo de canola, que possui 4.215 Kcal/kg, valor este similar ao do farelo de soja (Scapinello et al, 1996a).

Segundo Sanches (1997) a canola apresenta teores elevados de ácidos graxos insaturados e os teores de ácido erúxico não apresentam mais problemas porque são controlados através do melhoramento genético das plantas. A autora ainda cita que a grande importância dos ácidos graxos está fundamentalmente relacionada com o fato de servirem como a principal e mais efetiva fonte de energia para os animais.

De acordo com Bertol et al. (2001), a qualidade da dieta fornecida aos leitões é muito importante, pois é necessário que a mesma tenha alta digestibilidade e alta concentração de nutrientes. Uma das alternativas utilizadas em busca da melhoria da qualidade da ração é o processamento dos alimentos, que, segundo Moreira (1993), melhora a digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes, como o aumento do teor de energia digestível, de energia metabolizável, dos aminoácidos disponíveis, entre outros nutrientes digestíveis.

Diversos tratamentos químicos e físicos, como a extrusão e a peletização, são utilizados no processamento de rações, com o objetivo de incrementar a eficiência de sua utilização, aproveitando melhor o potencial do animal (Amaral, 2002).

Moreira (1993), avaliando o uso de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões, chegou à conclusão de que a utilização da soja integral, adequadamente extrusada em rações de leitões, propiciou respostas semelhantes às rações contendo farelo de soja + óleo, assim como a substituição de 50% do milho comum por milho pré-cozido ou milho extrusado propiciou melhoria no consumo de ração e ganho de peso dos leitões.

Avaliando a substituição parcial do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões desmamados, Bertol et al. (2001) obtiveram melhora no desempenho dos leitões na fase inicial após o desmame.

A extrusão consiste em um processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, em um curto período de tempo. Durante o processo de extrusão ocorre a desnaturação protéica, um conjunto de alterações na conformação da molécula, provocando modificações relacionadas à tecnologia de alimentos. A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos a sua digestibilidade e utilização aumentam (Araújo et al., 1999, citados por Amaral, 2002).

A utilização da pressão na extrusão faz com que este processo apresente algumas vantagens em relação a outros métodos de processamento dos alimentos, como a inibição dos fatores antinutricionais, minimização das reações de Maillard, devido ao curto tempo de retenção dentro da extrusora, aumento na digestibilidade do óleo, por tornar-se mais disponível para os animais e ainda, a diminuição das perdas de vitaminas, principalmente as lipossolúveis (Bataglia, 1990; Neto, 1992; Sakomura, 1996).

Além da possibilidade de melhorias no valor nutritivo, por meio de modernas técnicas de processamento, a diminuição dos níveis de glicosinolato, ácido erúico e fibra bruta em novas variedades de canola pesquisadas, aumentam a viabilidade de seu uso, em níveis cada vez maiores, em substituição ao farelo de soja (Scapinello et al., 1996b).

Poucas pesquisas sobre a avaliação nutritiva da semente de canola extrusada foram conduzidas com suínos. Entretanto, os resultados até agora demonstrados com a utilização do farelo de canola e com outros alimentos na forma extrusada, demonstram grandes possibilidades de sua utilização em substituição, no mínimo parcial, ao farelo de soja.

Em razão da cultura da canola ter sido introduzida recentemente no Brasil, existem poucas informações disponíveis sobre a utilização da semente de canola, processada ou não, em rações de suínos, tornando-se necessária a realização de pesquisas para determinar a composição química e o valor energético deste alimento, bem como avaliar a viabilidade de sua utilização como fonte protéica nas dietas destes animais.

O objetivo deste trabalho foi determinar, por meio de ensaio de digestibilidade, o valor nutritivo da semente de canola e verificar os efeitos da inclusão da semente de canola extrusada ou não sobre o desempenho de leitões na fase de creche.

CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- AMARAL, C. M. C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos saanen.** Jaboticabal, 2002. Dissertação (Mestrado – Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- BATAGLIA, A. M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3, 1990, Campinas. *Anais...* 1990. p. 73-82.
- BERTOL, T. M.; MORAES, N.; FRANKE, M. R. Substituição parcial do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões desmamados. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p. 744-52, 2001.
- D'OLIVEIRA, P. S. **Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas para novilhas nelore em confinamento.** Maringá, 1995. 61p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
- MARANGONI, I. **Utilização do farelo de canola (*Brassica napus*) na alimentação de suínos na fase de crescimento e terminação.** Maringá, 1995. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
- MOREIRA, I. **Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões.** Viçosa, 1993. 145p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- MOREIRA, I. et al. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6, 1993, Goiânia. *Anais...* Goiânia: ABRAVES, 1993, p.143.
- MURAKAMI, A. E. et al. Composição química e valor energético da semente e do farelo de canola para aves. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.5, p.959-61, 1997.
- NERILO, N. **Disponibilidade de metionina e cistina da semente e do farelo de canola para aves.** Maringá: UEM, 1995, 33p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, 1995.
- NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Suinocultura Industrial*, n.988, p.4-15, 1992.
- Produtores gaúchos iniciam a colheita da canola. 25/10/2004. Disponível em <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=831>. Acesso em: 10 de outubro de 2005.
- SAKOMURA, N. K. **Estudo do valor nutricional das sojas integrais processadas e de sua utilização na alimentação de frangos e poedeiras.** Jaboticabal, 1996. 178p. Tese

(Livre - Docência em Avicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

- SANCHES, S. **Ácidos graxos em três gerações de sementes de canola (*Brassica napus L.*) nas variedades CTC-4 e ICIOLA-4 e de oito variedades de canola produzidas no PR.** Maringá: UEM, 1997, 47p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, 1997.
- SCAPINELLO, C. et al. Utilização do farelo de canola em substituição parcial e total da proteína bruta do farelo de soja em rações para coelhos em crescimento. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.25, n.6, p.1103-14, 1996a.
- SCAPINELLO, C. et al. Valor nutritivo do farelo e da semente de canola para coelhos em crescimento. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.25, n.6, p.1115-23, 1996b.
- TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p.html. 4 ilustr. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm. Acesso em: 12 de Junho de 2005.

II - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE CANOLA EXTRUSADA OU NÃO, PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

RESUMO – Foram realizados dois experimentos para avaliar a utilização da semente de canola extrusada ou não, na alimentação de leitões em fase de creche. No ensaio de digestibilidade foram utilizados 15 leitões cruzados, machos, castrados, com peso vivo médio inicial de $19,79 \pm 1,43$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, cinco repetições, sendo um animal por unidade experimental. Os alimentos testados foram a semente de canola integral moída (SCI) e a semente de canola extrusada (SCE), que substituíram em 20% a ração referência. O CDMS, CDPB, CDEE, CDMO e CDEB dos alimentos foram, respectivamente, 65,43; 69,65; 74,71; 65,98 e 62,82% para a SCI e 79,39; 69,57; 92,85; 80,47 e 81,67 para a SCE. Os valores de MSD, PD, EED, MOD e ED dos alimentos foram, respectivamente, 62,32; 14,98; 30,50; 63,83% e 4.197 kcal/kg para a SCI, e 76,34; 21,34; 35,27; 78,20% e 5.234 kcal/kg para a SCE. No experimento de desempenho foram utilizados 56 leitões cruzados, 50% machos e 50% fêmeas, com peso vivo médio inicial de $15,03 \pm 1,8$ kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração testemunha e outras seis rações com inclusão de 6; 12 e 18% de SCI ou SCE. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) no desempenho dos leitões, entretanto, ocorreu redução linear ($P < 0,05$) no consumo de ração e no custo da ração por quilograma de peso vivo ganho para as rações contendo SCI e SCE, à medida que o nível de inclusão destes alimentos aumentou. A semente de canola, na forma extrusada ou não, pode ser incluída na ração de leitões em fase de creche em até 18%, sem prejudicar o desempenho. A inclusão de 18% da SCE proporcionou menores custos por quilograma de leitão produzido.

Palavras-chave: digestibilidade, desempenho, suíno, valores energéticos

NUTRITIONAL EVALUATION OF EXTRUDED AND NON-EXTRUDED CANOLA SEED FOR NURSERY PIGLETS

ABSTRACT – Two experiments were carried out to evaluate extruded and non-extruded canola seed for nursery piglets. For the digestibility trial, fifteen crossbred barrows with initial average body weight of 19.79 ± 1.43 kg were allocated in metabolism cages, in a completely randomized design with three treatments and five replications, being one animal per experimental unit. There were evaluated non-extruded canola seed (NECS) and extruded canola seed (ECS), which had replaced 20% of the basal diet. The digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), organic matter (OM) and gross energy (GE) were, respectively, 65.43; 69.65; 74.71; 65.98 and 62.82% for NECS and 79.39; 69.57; 92.85; 80.47 and 81.67% for ECS. The values of DM digestibility, digestible protein, EE digestibility, OM digestibility and digestible energy, on dry matter basis, were, respectively, 62.32; 14.98; 30.50; 63.83% and 4.197 kcal/kg for NECS, and 76.34; 21.34; 35.27; 78.20% and 5.234 kcal/kg for ECS. For the performance trial, fifty-six crossbred piglets were used, 50% male and 50% female, with initial average body weight of 15.03 ± 1.8 kg. Piglets were divided into seven treatments in a completely randomized design, with four replications and two animals per experimental unit. Treatments were consisted of a control diet and six diets with 6, 12 and 18% of NECS or ECS inclusion. No differences ($P > 0.05$) were found for animal performance, however there was a linear decrease ($P < 0.05$) in feed intake and diet cost per kilogram of weight gain for diets with NECS and ECS, while increasing the inclusion level. Canola seed, extruded or not, can be included in diets of nursery piglets up to 18% without performance damage. Including 18% of ECS promoted smaller cost per kilogram of animal.

Key Words: digestibility, performance, swine, energy values

INTRODUÇÃO

A alimentação é responsável por cerca de 70 a 80% dos custos na produção de suínos, sendo o milho e o farelo de soja os alimentos mais utilizados nas rações. Porém, o alto custo destes alimentos vem gerando interesses em buscar fontes alternativas de energia e proteína para suprirem as necessidades orgânicas desses animais, reduzindo assim o custo da ração, já que esta representa a maior parte dos gastos em uma produção de suínos.

Uma opção de substituição ao farelo de soja é a canola, que segundo Sanches (1997), possui alto teor de proteína de valor biológico elevado, constituindo-se em boa fonte protéica para as rações animais. Murakami et al. (1997), avaliando a composição química da semente de canola, encontraram 23,61% de PB, 6,01% de FB, 31,2% de EE e 1,51% de Lis. Valores próximos foram encontrados por D'Oliveira (1995), sendo de 24,9%, 8,6%, 37,6% e 1,94% para PB, FB, EE e Lis, respectivamente.

O farelo da semente, subproduto da extração do óleo de canola, já vem sendo muito utilizado em experimentos na substituição ao farelo de soja e, de acordo com Castell & Cliplef (1993), citados por Marangoni (1995), o perfil de aminoácidos é comparado favoravelmente ao do farelo de soja. De acordo com estes autores o farelo de soja possui maior conteúdo de lisina, mas em compensação, o nível de metionina e cistina é relativamente alto no farelo de canola, considerado então como boa fonte de aminoácidos sulfurados. Moreira et al. (1993) avaliando níveis de inclusão de 6, 12 e 18% de farelo de canola em rações à base de milho e soja para suínos durante a fase de crescimento, concluíram que o farelo de canola pode ser incluído até o nível de 18% nas rações sem prejuízo ao desempenho dos animais.

Entretanto, o maior obstáculo para a utilização do farelo de canola é o menor teor de energia em relação à soja, a qual possui de 15% a 20% a mais de energia digestível. A semente integral, por sua vez, possui alto teor de óleo, cerca de 36 a 40%, de excelente qualidade pela composição de ácidos graxos, com mais de 60% de monoinsaturados e menos de 7% de saturados, consistindo em uma fonte de energia que diminui a necessidade da adição de óleo às rações. A semente de canola possui energia bruta de 5.475 kcal/Kg, a qual é superior ao farelo de canola, que possui 4.215 Kcal/kg, valor este similar ao do farelo de soja (Scapinello et al., 1996).

De acordo com Bertol et al. (2001), a qualidade da dieta fornecida aos leitões é muito importante, pois é necessário que a mesma apresente alta digestibilidade e alta concentração de nutrientes. Uma das alternativas utilizadas em busca da melhoria da qualidade da ração é o processamento dos alimentos, que, segundo Moreira (1993), melhora a digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes, como o aumento do teor de energia digestível, de energia metabolizável, dos aminoácidos disponíveis, entre outros nutrientes digestíveis.

Diversos tratamentos químicos e físicos, como a extrusão e a peletização, são utilizados no processamento de rações, com o objetivo de incrementar a eficiência de sua utilização, aproveitando melhor o potencial do animal (Amaral, 2002), porém, poucas pesquisas sobre a avaliação nutritiva da semente de canola extrusada foram conduzidas com suínos, tornando-se necessária a realização de trabalhos voltados à determinação da composição química e do valor energético deste alimento, processado ou não, bem como avaliar a viabilidade de sua utilização como fonte protéica nas dietas destes animais.

O objetivo deste trabalho foi determinar, por meio de ensaio de digestibilidade, o valor nutritivo da semente de canola e verificar os efeitos da inclusão da semente de canola extrusada ou não sobre o desempenho de leitões na fase de creche.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM).

No ensaio de digestibilidade, realizado no período de 1º de outubro a 14 de outubro de 2004, foram utilizados 15 leitões mestiços (Landrace x Large White x Duroc), machos, castrados, com $19,79 \pm 1,43$ kg de peso vivo médio inicial.

Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). O período experimental teve a duração de cinco dias de adaptação às gaiolas e rações experimentais, e cinco dias de coleta de fezes e urina. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, totalizando três tratamentos, cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por um leitão.

A variedade da canola (*Brassica napus*) utilizada foi a Hyola 401, cedida pela Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá (COCAMAR), proveniente da safra produzida em 2004.

O alimento testado foi a semente de canola, na forma extrusada (SCE) e integral moída (SCI), que substituiu, com base na matéria seca, 20% da ração referência (RR), resultando em duas rações testes.

A ração referência (Tabela 1) foi formulada de acordo com a composição química e os valores energéticos dos ingredientes indicados por Rostagno et al. (2000).

TABELA 1 - Composição centesimal da ração referência

TABLE 1 – Centesimal composition of basal diet

INGREDIENTES <i>INGREDIENTS</i>	%
Milho grão <i>Corn</i>	62,82
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	29,67
Sal comum <i>Salt</i>	0,4
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,69
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,76
Suplemento Vitamínico e Mineral ¹ <i>Vitamin and mineral premix¹</i>	0,5
Açúcar <i>Sugar</i>	3,0
Óleo de Soja <i>Soybean oil</i>	1,09
L-Lisina HCl <i>L-Lysine HCl</i>	0,07
TOTAL	100
<hr/>	
Valores Calculados <i>Calculated values</i>	
Energia digestível, kcal/kg <i>Digestible energy, kcal/kg</i>	3.400
Lisina total, % <i>Total lysine, %</i>	1,06
Met + Cis total, % <i>Total Met + Cys, %</i>	0,63
Cálcio, % <i>Calcium, %</i>	0,83
Fósforo Disponível, % <i>Available phosphorus, %</i>	0,43
Proteína Bruta, % <i>Crude protein, %</i>	18,65

¹Suplemento vitamínico-mineral. Conteúdo por kg de premix: Vit. A: 2.000.000 UI; Vit. D₃: 400.000 UI; Vit. E: 5.000 UI; Vit. K₃: 400,0 mg; Vit. B₁: 400,0 mg; Vit. B₂: 1200,0 mg; Vit. B₆: 600,0 mg; Vit. B₁₂: 6.000,0 mcg; Ác. Nicotínico: 6.000,0 mg; Ác. Pantotênico: 2.400,0 mg; Biotina: 20,0 mg; Ác. Fólico: 200,0 mg; Selênio: 60,0 mg; Colina: 30,0 g; Lisina: 234,0 g; Salinomicina: 10.000,0 mg; Antioxidante: 20,0 g; Iodo: 300,0 mg; Cobalto: 200,0 mg; Cobre: 35.000,0 mg; Zinco: 20.000,0 mg; Ferro: 20.000,0 mg; Manganês: 8.000,0 mg; Veículo q.s.p.: 1.000,0 g.

¹Mineral-vitamin supplement. Nutritional levels per kg of premix: Vit. A: 2,000,000 UI; Vit. D₃: 400,000 UI; Vit. E: 5,000 UI; Vit. K₃: 400.0 mg; Vit. B₁: 400.0 mg; Vit. B₂: 1200.0 mg; Vit. B₆: 600.0 mg; Vit. B₁₂: 6,000.0 mcg; nicotinic acid: 6,000.0 mg; panthotenic acid: 2,400.0 mg; biotin: 20.0 mg; folic acid: 200.0 mg; selenium: 60.0 mg; choline: 30.0 g; lysine: 234.0 g; salinomycin: 10,000.0 mg; antioxidant: 20.0 g; iodine: 300.0 mg; cobalt: 200.0 mg; copper: 35,000.0 mg; zinc: 20,000.0 mg; iron: 20,000.0 mg; manganese: 8,000.0 mg; vehicle q.s.p.: 1,000.0 g.

A semente da canola foi primeiramente moída em peneira com malha de 2 mm. Uma parte foi reservada para ser adicionada desta forma à ração, outra parte foi submetida ao processamento por extrusão, utilizando uma extrusora Imbra 120 da empresa Imbramac, com capacidade para 120kg/hora, com temperatura no interior do canhão de 118°C e pressão de 1 a 2 atm.

As rações foram fornecidas em duas alimentações diárias, sendo 60% às 08:00 horas e 40% às 16:00 horas. A quantidade total de ração fornecida diariamente foi estabelecida de acordo com o consumo diário de ração (CDR) dos animais durante a fase de adaptação, baseado no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada unidade experimental.

Após cada refeição foi fornecida água no comedouro, na proporção de 3,0 mL/g de ração, calculada para cada unidade experimental, evitando assim o fornecimento de água em excesso. Foi utilizado o método de coleta total de fezes, com a adição de 2% de óxido férrico (Fe_2O_3) às rações como marcador do início e fim da coleta de fezes.

As fezes totais produzidas foram coletadas uma vez ao dia, sendo acumuladas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a -18°C . Após o período de coleta, as fezes foram homogeneizadas e uma amostra de 20% foi retirada, seca em estufa com ventilação forçada de ar (55°C) e moída, para analisar os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e energia bruta (EB).

As análises dos alimentos e das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os teores de EB foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co.). As análises de granulometria das rações foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da matéria orgânica (CDMO) e da energia bruta (CDEB) dos alimentos, foram calculados considerando o método de coleta total de fezes e urina, conforme Moreira et al. (1994).

Os teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), matéria orgânica digestível (MOD) e energia digestível (ED) dos alimentos foram calculados utilizando a fórmula proposta por Matterson et al. (1965).

$$ND = ND(RR) + \frac{ND(RT) - ND(RR)}{\% \text{ Substituição}}$$

Onde:

ND = Nutriente digestível do alimento teste (SCI ou SCE);

ND(RR) = Nutriente digestível da ração referência;

ND(RT) = Nutriente digestível da ração teste;

% Substituição = Percentual de substituição da RR pelo alimento teste.

Os CDMS, CDPB, CDEE, CDMO e CDEB da semente de canola integral moída e da semente de canola extrusada foram analisados de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo, da matéria orgânica e da energia bruta observados na unidade experimental j recebendo o alimento i ;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tipo do alimento i , sendo $i = 1; 2$ (1 = semente de canola integral moída e 2 = semente de canola extrusada);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

No experimento de desempenho dos leitões em fase de creche, realizado no período de 8 de abril a 6 de maio de 2005, foram utilizados 56 leitões cruzados (Landrace x Large White x Duroc), sendo metade machos castrados e metade fêmeas, com peso vivo médio inicial de $15,03 \pm 1,8$ kg e idade inicial média de 35 dias. Os animais permaneceram no experimento durante 28 dias, quando apresentaram $35,23 \pm 3,8$ kg de peso vivo médio.

Os animais foram alojados em creche de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento, dispostas em três salas, cada uma possuindo dez baias, divididas por um corredor central. As baias eram do tipo suspensas com piso de plástico, cada uma equipada com comedouro de cinco bocas, localizado na parte frontal e um bebedouro tipo chupeta na parte posterior. A medida de cada baia é de $7,6 \text{ m}^2$, totalizando $3,8 \text{ m}^2$ por animal.

Os leitões foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo sete tratamentos, quatro repetições, sendo dois animais por baia, a qual foi considerada uma unidade experimental. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental de 28 dias.

Os tratamentos experimentais (Tabela 2) consistiram de uma ração testemunha (RT) a base de milho e farelo de soja, e outras seis rações contendo três níveis (6, 12 e 18%) de inclusão de semente de canola integral moída ou de semente de canola extrusada. As rações foram formuladas de acordo com as tabelas de exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000), para leitões em fase de creche. As rações foram isoenergéticas, isofosfóricas, isocálcicas e isoaminoácidas para lisina e metionina + cistina.

TABELA 2 - Composição percentual e química das rações experimentais

TABLE 2 – Chemical and percentual composition of experimental diets

Ingredientes (kg) <i>Ingredients (kg)</i>	RT <i>(CD)</i>	Níveis de inclusão da semente de canola (%) <i>Inclusion levels of canola seed (%)</i>					
		Integral <i>Non-extruded</i>			Extrusada <i>Extruded</i>		
		6	12	18	6	12	18
Milho grão (<i>Corn grain</i>)	43,35	48,37	48,10	47,77	49,99	51,34	42,16
Semente de Canola Integral							
Moída (<i>Non-extruded canola seed</i>)	-	6,00	12,00	18,00	-	-	-
Semente de Canola Extrusada (<i>Extruded canola seed</i>)	-	-	-	-	6,00	12,00	18,00
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	27,77	26,60	24,55	22,90	26,36	24,00	20,03
Farelo de Trigo (<i>Wheat bran</i>)	16,80	9,16	6,55	3,70	8,97	6,17	13,48
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	5,50	3,40	2,40	1,30	2,20	-	-
Açúcar (<i>Sugar</i>)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	1,64	1,69	1,70	1,70	1,69	1,70	1,60
Calcário (<i>Limestone</i>)	0,80	0,75	0,70	0,67	0,75	0,70	0,70
Supl. Vitamínico-Mineral ¹ (<i>Min. and vit. Supplement</i>) ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum (<i>Salt</i>)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lisina HCl (<i>L-Lysine HCl</i>)	0,12	0,09	0,07	0,04	0,10	0,08	0,08
DL-Metionina (<i>DL-Methionine</i>)	0,028	-	-	-	-	-	-
BHT	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Tylan 100	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados (<i>Calculated values</i>)							
Energia digestível, kcal/kg <i>Digestible energy, kcal/kg</i>	3.450	3.450	3.450	3.450	3.450	3.450	3.450
Lisina total, % <i>Total lysine, %</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Met + Cis total, % <i>Total Met + Cys, %</i>	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Cálcio, % <i>Calcium, %</i>	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo Disponível, % <i>Available phosphorus, %</i>	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Proteína Bruta, % <i>Crude protein, %</i>	19,28	19,28	19,28	19,28	19,28	19,28	19,28
Extrato Etéreo, % <i>Ether extract, %</i>	7,92	8,1	9,24	10,34	6,92	6,98	9,15
Custo da ração, R\$/kg <i>Diet cost, R\$/kg</i>	0,56	0,52	0,50	0,49	0,49	0,45	0,47

¹Suplemento vitamínico-mineral. Conteúdo por kg de ração: Vit. A: 2.000.000 UI; Vit. D₃: 400.000 UI; Vit. E: 5.000 UI; Vit. K₃: 400,0 mg; Vit. B₁: 400,0 mg; Vit. B₂: 1200,0 mg; Vit. B₆: 600,0 mg; Vit. B₁₂: 6.000,0 mcg; Ác. Nicotínico: 6.000,0 mg; Ác. Pantotênico: 2.400,0 mg; Biotina: 20,0 mg; Ác. Fólico: 200,0 mg; Selênio: 60,0 mg; Colina: 30,0 g; Lisina: 234,0 g; Salinomicina: 10.000,0 mg; Antioxidante: 20,0 g; Iodo: 300,0 mg; Cobalto: 200,0 mg; Cobre: 35.000,0 mg; Zinco: 20.000,0 mg; Ferro: 20.000,0 mg; Manganês: 8.000,0 mg; Veículo q.s.p.: 1.000,0 g.

¹Mineral-vitamin supplement. Nutritional levels per kg of diet: Vit. A: 2,000,000 UI; Vit. D₃: 400,000 UI; Vit. E: 5,000 UI; Vit. K₃: 400.0 mg; Vit. B₁: 400.0 mg; Vit. B₂: 1200.0 mg; Vit. B₆: 600.0 mg; Vit. B₁₂: 6,000.0 mcg; nicotinic acid: 6,000.0 mg.; panthotenic acid: 2,400.0 mg; biotin: 20.0 mg; folic acid: 200.0 mg; selenium: 60.0 mg; choline: 30.0 g; lysine: 234.0 g; salinomycin: 10,000.0 mg; antioxidant: 20.0 g; iodine: 300.0 mg; cobalt: 200.0 mg; copper: 35,000.0 mg; zinc: 20,000.0 mg; iron: 20,000.0 mg; manganese: 8,000.0 mg; vehicle q.s.p.: 1,000.0 g.

O consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) foram calculados a partir dos dados de consumo de ração durante o período experimental.

No início e no fim do experimento foram coletadas amostras de sangue de acordo com Cai et al. (1994). Cada amostra de sangue foi colocada em tubos contendo heparina, os quais foram centrifugados e posteriormente retirado o plasma, que foi armazenado em freezer (-18°C) para a realização da análise de nitrogênio da uréia plasmática (NUP).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da semente de canola integral moída e da semente de canola extrusada às rações, foi determinado, inicialmente, o custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i (R\$/Kg) = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i -ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento e

G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$IEE (\%) = \frac{M_{Ce}}{C_{Tei}} \times 100 \quad \text{e} \quad IC (\%) = \frac{C_{Tei}}{M_{Ce}} \times 100$$

Em que:

M_{Ce} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: milho grão, R\$ 0,21/kg; farelo de soja, R\$ 0,52/kg; farelo de trigo R\$ 0,36; óleo de soja, R\$ 2,59/kg; fosfato bicálcico, R\$ 1,32/kg; calcário, R\$ 0,13/kg; açúcar, R\$ 1,00/kg; sal comum, R\$ 0,34/kg; Tylan, 38,4/kg; suplemento mineral e vitamínico inicial R\$ 3,47/kg; L-lisina, R\$ 7,06/kg; DL-Metionina, R\$ 9,15/kg; BHT, R\$ 16,61/kg. O preço da semente de canola integral moída foi de R\$ 0,58/kg e para a semente de canola extrusada foi estipulado acréscimo de 10% de valor agregado sobre a SCI (R\$ 0,64/kg).

O consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP), a conversão alimentar (CA), o NUP e as variáveis econômicas foram analisados utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j/F_i + b_1(P_{ij} - P_i) + e_{ijl}$$

Onde:

Y_{ijl} = observação l , do nível de inclusão j , referente ao efeito do alimento i ;

μ = constante geral;

F_i = efeito do alimento i , com $i = 1; 2$ (1 = semente de canola integral moída e 2 = semente de canola extrusada);

N_j/F_i = efeito do nível de inclusão j dentro do alimento i ;

b_1 = coeficiente de regressão linear da variável Y em função do peso inicial (P_i) e;

e_{ijk} = erro aleatório associado à cada observação Y_{ijk} .

Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão da semente de canola, extrusada ou não, às rações foram desdobrados em polinômios ortogonais.

Para comparar a ração testemunha com cada um dos níveis de inclusão de semente de canola integral moída e semente de canola extrusada, foi utilizado o teste de Dunnett ($P < 0,05$) (Vieira & Hoffmann, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, cálcio, fósforo e de energia bruta da semente de canola integral moída e da semente de canola extrusada podem ser visualizados na Tabela 3.

TABELA 3 – Teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, cálcio, fósforo total e energia bruta da semente de canola integral moída (SCI) e da semente de canola extrusada (SCE) com base na matéria seca.

TABLE 3 – Values of dry matter, crude protein, ether extract, organic matter, calcium, total phosphorus, and gross energy of non-extruded canola seed (NECS) and extruded canola seed (ECS) on dry matter basis

Parâmetros <i>Parameters</i>	SCI ¹ <i>NECS</i>	SCE ¹ <i>ECS</i>
Matéria seca, % <i>Dry matter, %</i>	95,35	96,15
Proteína bruta, % <i>Crude Protein, %</i>	24,66	27,16
Extrato etéreo, % <i>Ether extract, %</i>	40,56	37,55
Matéria orgânica, % <i>Organic matter, %</i>	96,59	97,06
Cálcio, % <i>Calcium, %</i>	0,37	0,36
Fósforo total, % <i>Total phosphorus, %</i>	0,57	0,56
Energia bruta, kcal/kg <i>Gross energy, kcal/kg</i>	6.681	6.677

¹Análises realizadas no LANA – DZO/UEM

¹Analyses performed at LANA-DZO/UEM

Pode-se verificar que a semente de canola integral moída apresentou maiores teores de extrato etéreo, matéria orgânica e energia bruta, porém apresentou menores teores de proteína bruta do que a semente de canola extrusada.

Essas variações nos teores de nutrientes que ocorreram entre as sementes de canola podem ser atribuídas principalmente à perda de umidade e óleo que ocorreu durante o

processo de extrusão, o que pode ser observado nos valores de matéria seca e extrato etéreo das duas canolas avaliadas.

Scapinello et al. (1996) encontraram teor de energia bruta de 5.475 kcal/kg para a semente de canola, sendo o mesmo inferior ao encontrado neste trabalho, que foi de 6.370 kcal/kg.

Murakami et al. (1997) avaliando a semente de canola para aves, verificaram teores de 92,04% de MS; 23,61% de PB; 31,20% de EE; 0,36% de Ca; e 0,55% de fósforo. Pode-se observar que os teores de proteína bruta, cálcio e fósforo foram similares aos determinados no presente trabalho, enquanto que os teores de extrato etéreo e matéria seca foram menores. Sorrel & Shurson (1990) citados por D'Oliveira (1995) também encontraram para a semente de canola teor de MS (93,20%) menor que o encontrado neste trabalho. Porém, os teores de PB (24,9%), EE (37,6%), Ca (0,45%) e P (0,78%) foram superiores. Os teores de nutrientes apresentados por Scapinello et al. (1996), de 91,22% de MS; 22,63% de PB; 0,28% de Cálcio e 0,40% de P, foram inferiores, com exceção ao extrato etéreo (39,55%).

Essas diferenças na composição podem ser decorrentes da variação entre os cultivares utilizados nos experimentos. Para a semente de canola extrusada não foram encontrados valores na literatura que possam ser comparados aos encontrados no presente trabalho.

Na Tabela 4, estão apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da matéria orgânica (CDMO) e da energia bruta (CDEB) dos alimentos avaliados e seus respectivos erros padrão.

TABELA 4 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), matéria orgânica (CDMO), energia bruta (CDEB) e respectivos erros-padrão, para a semente de canola integral moída (SCI) e semente de canola extrusada (SCE), com base na matéria seca

TABLE 4 – Dry matter (DMDC), crude protein (CPDC), ether extract (EEDC), organic matter (OMDC) and gross energy (GEDC) apparent digestibility coefficients and their respective standard errors for non-extruded canola seed (NECS) and extruded canola seed (ECS) on dry matter basis

Parâmetros <i>Parameters</i>	SCI <i>NECS</i>	SCE <i>ECS</i>	EP ¹ <i>SE</i>
CDMS, %			
DMDC, %	67,78 ± a	82,43b	2,76
CDPB, %			
CPDC, %	69,65a	69,57a	1,04
CDEE, %			
EEDC, %	74,71a	92,85b	3,51
CDMO, %			
OMDC, %	65,98a	80,47b	2,61
CDEB, %			
GEDC, %	62,82a	81,67b	3,33

Médias seguidas de letra diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de F.

¹Erro padrão.

Means followed by different letters in the same line are significantly different ($P < 0,05$) by F test.

¹Standard error.

Exceto para o CDPB, os demais coeficientes foram significativamente superiores ($P < 0,05$) para a semente de canola extrusada. Devido à mudança conformacional na estrutura da molécula de proteína, que ocorre durante o processo de extrusão era esperado que houvesse uma melhora significativa na digestibilidade deste nutriente para a semente de canola extrusada em relação à semente de canola integral moída, pois a proteína fica mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos a sua digestibilidade e utilização aumentam, entretanto, isso não ocorreu neste experimento.

A melhoria na digestibilidade do CDEB pode ser explicada pelos efeitos benéficos promovidos pelo processamento por extrusão, que promove transformações físicas benéficas nos grânulos de amido, provocando uma desorganização estrutural, favorecendo, conseqüentemente, a ação enzimática (Furlan et al. 2004).

Avaliando o milho e o triticale extrusados ou não, Furlan et al. (2004) verificaram que o processamento por extrusão não trouxe benefício às rações testes contendo triticale, contudo, os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica e da energia bruta da ração teste, contendo milho extrusado, foram superiores àquela com milho comum não processado.

Por outro lado, Thacker & Quiao (2002), avaliaram desempenho, digestibilidade e características de carcaça com suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas contendo farelo e semente de canola extrusados ou não e não observaram melhoria na digestibilidade dos nutrientes dos alimentos extrusados em relação aos alimentos não extrusados, assim como não encontraram diferenças entre os coeficientes de digestibilidade dos alimentos testados.

Bell et al. (1985) observaram coeficiente de digestibilidade da proteína bruta da semente de canola pouco inferior ao encontrado no presente trabalho. Utilizando a torta de canola na alimentação de suínos, Keith & Bell (1991), obtiveram coeficiente de digestibilidade da proteína bruta de 75% para a semente de canola, valor semelhante àquele observado por Scapinello et al. (1996), de 72,74%, determinado com coelhos em crescimento.

Os teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), matéria orgânica digestível (MOD) e energia digestível (ED) para leitões em fase de creche estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 – Teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), matéria orgânica digestível (MOD) e energia digestível (ED) da semente de canola integral moída (SCI) e da semente de canola extrusada (SCE), com base na matéria seca

TABLE 5 – Values of digestible dry matter (DDM), digestible protein (DP), digestible ether extract (DEE), digestible organic matter (DOM) and digestible energy (DE) of non-extruded canola seed (NECS) and extruded canola seed (ECS) on dry matter basis

Parâmetros <i>Parameters</i>	SCI <i>UCS</i>	SCE <i>ECS</i>
MSD, % <i>DDM, %</i>	62,32	76,34
PD, % <i>DP, %</i>	14,98	21,34
EED, % <i>DEE, %</i>	30,50	35,27
MOD, % <i>DOM, %</i>	63,83	78,20
ED, kcal/kg <i>DE, kcal/kg</i>	4.197	5.234

Pode-se observar que a energia digestível, o extrato etéreo digestível, a matéria orgânica digestível e a matéria seca digestível da semente de canola extrusada foram superiores aos valores da semente de canola integral moída, sugerindo que o processamento por extrusão melhorou a digestibilidade destes nutrientes, contudo não foi eficiente para a proteína bruta.

Valores superiores de energia digestível e de proteína digestível para a semente de canola (4.574kcal/kg e 18,05%) foram obtidos com coelhos em crescimento, por Scapinello et al. (1996). Para frangos de corte, o teor de energia metabolizável de 4.412kcal/kg obtido por Murakami et al. (1997), para a semente de canola, também foi superior.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de desempenho dos leitões na fase de creche. Excluindo a ração testemunha, a análise de regressão mostrou redução linear do consumo diário de ração ($P < 0,05$) à medida que os níveis de inclusão da semente de canola extrusada às rações aumentaram. Tal fato pode ser atribuído à piora na palatabilidade da ração com o aumento nos níveis de inclusão, ou ainda, pela maior adição de farelo de trigo

à ração contendo 18% de canola extrusada, o que elevou o teor de fibra bruta da ração, em relação aos outros níveis de inclusão.

TABELA 6 – Consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e respectivos erros-padrão, para leitões em fase de creche, alimentados com rações contendo níveis crescentes de inclusão da semente de canola integral moída (SCI) e da semente de canola extrusada (SCE)

TABLE 6 – Daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and feed:gain ratio (F:G) of nursery piglets fed diets with increasing levels of non-extruded canola seed (NECS) and extruded canola seed (ECS)

Variáveis Variables	Níveis de inclusão da semente de canola (%)									
	Inclusion levels of canola seed (%)									
	0	SCI NECS				Média Mean	SCE ECS			Média Mean
6		12	18	6	12		18			
CDR, kg/dia ²	1,43	1,37	1,46	1,42	1,42	1,52	1,35	1,33	1,40	0,024
DFI, kg/dia ²										
GPD, kg/dia	0,735	0,692	0,717	0,723	0,711	0,776	0,691	0,721	,730	0,013
DWG, kg/day										
CA	1,96	1,99	2,03	1,97	2,00	1,97	1,95	1,84	1,92	0,023
F:G										

¹Erro padrão.

² Efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão de SCE ($Y = 1,589226 - 0,0160082 X$)

¹Standard error.

²Linear effect ($P < 0,05$) of inclusion for ECS ($Y = 1,589226 - 0,0160082 X$)

Pelo teste de Dunnet, considerando as variáveis de desempenho, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre a ração testemunha e quaisquer dos níveis de inclusão da semente de canola extrusada ou não.

Neste experimento, a ausência de diferença com o aumento dos níveis de canola extrusada nas rações sobre o ganho de peso demonstra a eficiência de utilização deste alimento pelo animal, pois, mesmo diminuindo o consumo os ganhos foram semelhantes em todos os tratamentos. Isto confirma o que é verificado em algumas pesquisas, onde o processamento por extrusão melhora a digestibilidade dos nutrientes do alimento processado.

Thacker & Quiao (2002), também não observaram diferenças significativas nos dados de desempenho e de características de carcaça entre os tratamentos contendo semente ou

farelo de canola extrusados ou não. Este fato demonstra que a utilização deste processamento não teve efeito negativo sobre a qualidade dos nutrientes contidos nos alimentos avaliados pelos autores.

Bertol et al. (2001) observaram que a substituição parcial do farelo de soja pela soja integral extrusada na dieta de leitões, desmamados aos 21 dias de idade, melhorou o desempenho dos leitões. Moreira (1993), avaliando o uso de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões, concluiu que a utilização da soja integral, adequadamente extrusada, em rações de leitões, apresentou respostas semelhantes às rações contendo farelo de soja + óleo, assim como a substituição de 50% do milho comum por milho pré-cozido ou milho extrusado propiciou melhoria no consumo de ração e ganho de peso dos leitões.

A concentração de nitrogênio da uréia plasmática (NUP) no plasma sanguíneo dos leitões, analisados no início e no fim do experimento está apresentada na Tabela 7.

TABELA 7 – Concentração de nitrogênio da uréia plasmática (NUP) das rações experimentais contendo semente de canola integral moída (SCI) ou semente de canola extrusada (SCE), no dia 0 e no 28º dia de experimento
TABLE 7 – *Plasm urea nitrogen (PUN) concentration of experimental diets containing non-extruded canola seed (NECS) or extruded canola seed (ECS) on day 0 and on the 28th day of experiment*

	RT CD	Nível de inclusão da semente de canola (%)								
		SCI			Média Mean	SCE			Média Mean	EP ¹ SE ¹
		NECS				ECS				
6	12	18	6	12	18					
NUP(mg/dL) dia 0 <i>PUN (mg/dL) day 0</i>	16,44	14,02	15,56	17,54	15,71	15,5	17,24	16,29	16,34	0,48
NUP(mg/dL) dia 28 <i>PUN (mg/dL) day 28</i>	20,59	19,32	17,89	16,98	18,06	19,36	17,52	16,93	17,93	0,45

¹Erro padrão.

¹Standard error.

Pelo teste de Dunnett, comparando a concentração de NUP da ração testemunha com cada um dos níveis de inclusão de semente de canola extrusada ou não, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre estes tratamentos.

De acordo com Coma et al. (1995), a qualidade da proteína é inversamente proporcional à concentração de NUP. A ausência de diferença ($P>0,05$) na concentração de NUP entre todos os tratamentos indica que a qualidade da proteína da semente de canola, tanto integral quanto extrusada, é semelhante à qualidade da proteína fornecida na ração testemunha, proveniente do farelo de soja.

Na Tabela 8 está apresentado o diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas das rações de cada tratamento fornecidas aos leitões durante os 28 dias de período experimental.

TABELA 8 – Diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas das rações experimentais contendo semente de canola integral moída (SCI) ou semente de canola extrusada (SCE)

TABLE 8 – Particle medium geometric diameter (MGD) of experimental diets containing non-extruded canola seed (UCS) or extruded canola seed (ECS)

Variáveis <i>Variables</i>	RT <i>CD</i>	Níveis de inclusão de semente de canola (%) <i>Inclusion levels of canola seed (%)</i>					
		SCI <i>NECS</i>			SCE <i>ECS</i>		
		6%	12%	18%	6%	12%	18%
DGM, μm <i>MGD, μm</i>	614	572	602	635	644	686	668

Os valores de diâmetro geométrico médio das partículas das rações experimentais que continham semente de canola extrusada foram maiores do que as que continha semente de canola integral moída. Segundo Zanotto et al. (1995), a digestibilidade e o desempenho dos suínos melhoram com a diminuição do DGM das partículas, sendo que os melhores resultados aparecem quando o DGM situa-se entre 500 e 650 μm .

Os maiores diâmetros das rações contendo semente de canola extrusada podem ser explicados em função de que o processo de extrusão promoveu a formação de grumos, que embora quebrados, ainda permaneceram de maior tamanho.

O resultado da análise econômica (Tabela 9), considerou o custo da semente de canola integral a R\$ 35,00 a saca de 60 kg e o custo da semente canola extrusada a R\$ 38,00 a saca de 60 kg.

TABELA 9 - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR) dos leitões, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC)

TABLE 9 - Diet cost per kilogram, diet cost per kilogram of piglet liveweight gain (DC), economical efficiency index (EEI) and cost index (CI)

Variáveis Variables	RT CD	Níveis de inclusão da semente de canola (%) Inclusion levels of canola seed (%)						EP ¹ , % SE ¹ , %
		SCI NECS			SCE ECS			
		6	12	18	6	12	18	
Custo da ração, R\$/kg Diet cost, R\$/kg	0,561	0,515	0,501	0,486	0,489	0,450	0,473	-
CR, R\$/kg PV ganho ² DC, R\$/kg BW gain	1,097	1,024	1,02	0,96*	0,96*	0,879*	0,872*	0,018
IEE EEI	80	85	86	91	91	99	100	-
IC CI	126	117	117	110	110	101	100	-

¹Erro padrão.

²Efeito linear ($P < 0,05$) ($Y = 0,99523 - 0,007555 X$)

*Difere da testemunha pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

¹Standard error.

²Linear effect ($P < 0,05$) ($Y = 0,99523 - 0,007555 X$).

*Differs from control by Dunnett test ($P < 0,05$).

O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho reduziu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão da semente de canola integral moída e da semente de canola extrusada.

Aplicando-se o teste de Dunnett para comparar a ração testemunha com cada um dos níveis de inclusão de semente de canola integral moída ou de semente de canola extrusada, observou-se menor ($P < 0,05$) custo da ração por quilograma de peso vivo ganho nas rações

contendo 18% de semente de canola integral moída e 6, 12 e 18% de semente de canola extrusada.

Os melhores IEE e IC foram obtidos quando a semente de canola extrusada foi incluída ao nível de 18% na ração teste.

CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, pode-se concluir que:

- a semente de canola integral moída e a semente de canola extrusada apresentam bons valores nutritivos e conteúdo de energia digestível de 4.197 e 5.234 kcal/kg na matéria seca, respectivamente;
- a semente de canola integral moída e a semente de canola extrusada podem ser incluídas nas rações de leitões em fase de creche até o nível de 18% sem prejudicar o desempenho dos mesmos;
- as rações contendo semente de canola extrusada proporcionaram menores custos por quilograma de animal produzido, sendo que o nível de 18% de inclusão teve o menor custo entre todos os tratamentos.

CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- AMARAL, C. M. C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos saanen.** Jaboticabal, 2002. Dissertação (Mestrado – Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- BELL, J. M. et al. Digestibility and feeding value of damaged canola seed (low glicosinolate rapessed) for growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v.65, n.3, p.735-743, 1985.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BERTOL, T. M.; MORAES, N.; FRANKE, M. R. Substituição parcial do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões desmamados. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p. 744-52, 2001.
- CAI, Y.; BENNO, Y.; OGAWA, M. et al. Effect of applying lactic acid bacterial isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. **Journal Dairy Science**, v. 82, p.520-526, 1999.
- COMA, J. et al. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine de lysine requirement of pigs. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.2, p.472-481, 1995.
- D'OLIVEIRA, P. S. **Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas para novilhas nelore em confinamento.** Maringá, 1995. 61p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
- FURLAN, A. C.; MONTEIRO, R. T.; SCAPINELLO, C. et al. Avaliação nutricional do triticale extrusado ou não para coelhos em crescimento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v. 26, n.1, p. 49-55, 2004.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigo para suínos.** (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- KEITH, M. O. & BELL, J. M. Composition and digestibility of canola press cake as a feedstuff for use in swine diets. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v.71, n.3, p.879-885, 1991.
- MARANGONI, I. **Utilização do farelo de canola (*Brassica napus*) na alimentação de suínos na fase de crescimento e terminação.** Maringá, 1995. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
- MATTERSON, L.D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut, The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, v.7, n.1, p.11-4, 1965.
- MOREIRA, I. **Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões.** Viçosa, 1993. 145p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

- MOREIRA, I. et al. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6, 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAVES, 1993, p.143.
- MOREIRA, I. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.23, p. 916-29, 1994.
- MURAKAMI, A. E. Composição química e valor energético da semente e do farelo de canola para aves. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.5, p.959-61, 1997.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *Journal of Animal Science*, v.27, n.5, p.1303-9, 1968.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SANCHES, S. **Ácidos graxos em três gerações de sementes de canola (*Brassica napus L.*) nas variedades CTC-4 e ICIOLA-4 e de oito variedades de canola produzidas no PR**. Maringá: UEM, 1997, 47p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, 1997.
- SCAPINELLO, C. et al. Valor nutritivo do farelo e da semente de canola para coelhos em crescimento. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.25, n.6, p.1115-23, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- THACKER, P. A. & QUIAO, S. Y. Performance, digestibility and carcass characteristics of growing/finishing pigs fed barley-based diets supplemented with an extruded or unextruded blend of peas and canola seed or meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15 (1): 102-105 Jan 2002.
- VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. São Paulo: Atlas, 1989, 179p.
- ZANOTTO, L.D. & BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves**. Comunicado técnico, 215. (S.I): Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - EMBRAPA, 1996. p15.
- ZANOTTO, D.; MOTICELLI, C.; MAZZUCO, C. Implicações da granulometria de ingredientes de rações sobre a produção de suínos e aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1995. p.166.