

FARELO DE CANOLA: UMA ALTERNATIVA PROTÉICA PARA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS E AVES



Su nos e Aves

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Francisco Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Presidente: Alberto Duque Portugal

*Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres*

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES - CNPSA

*Chefe Geral: Dirceu João Duarte Talamini
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento de Suínos:
Paulo Roberto Souza da Silveira
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento de Aves:
Gilberto Silber Schmidt
Chefe Adjunto de Apoio Técnico e Administrativo:
Ademir Francisco Giroto*

**FARELO DE CANOLA:
UMA ALTERNATIVA PROTÉICA
PARA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS E AVES**

Teresinha Marisa Bertol
Helenice Mazzuco



Su nos e Aves

Concórdia, SC
Nov./1998

Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 55

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Suínos e Aves
Br 153 - Km 110 - Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
89.700-000 - Concórdia - SC

Telefone: (049) 4428555
Fax: (049) 4428559

Tiragem: 500 exemplares

Tratamento Editorial: Tânia Maria Biavatti Celant

BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H. **Farelo de canola: uma alternativa protéica para alimentação de suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 56p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 55).

1. Suíno-nutrição. 2. Ave-nutrição. 3. Farelo de canola. I. Mazzuco, H., colab. II. Título. III. Série.

CDD 636.4085

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Composição nutricional e fatores tóxicos....	7
3. Farelo de canola para suínos.....	14
3.1. Efeito sobre o desempenho.....	14
3.1.1. Fase inicial.....	14
3.1.2. Fase de crescimento-terminação.....	16
3.1.3. Porcas em gestação e lactação.....	21
3.2. Efeito sobre a digestibilidade da dieta.....	22
3.3. Efeito sobre as características de carcaça e qualidade da carne.....	25
4. Farelo de canola para aves.....	28
4.1. Experimentos de desempenho com matrizes e frangos de corte: emprego do farelo e grão integral da canola.....	29
4.2. Efeito da inclusão das diversas frações da canola sobre a digestibilidade e valores de energia metabolizável (EM).....	33
4.3. Utilização da canola na alimentação de poedeiras comerciais.....	38
4.3.1. Efeitos da presença de canola em rações para linhagens de poedeiras vermelhas.....	42
5. Conclusões.....	44
6. Referências bibliográficas.....	49

FARELO DE CANOLA: UMA ALTERNATIVA PROTÉICA PARA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS E AVES

Teresinha Marisa Bertol¹

Helenice Mazzuco¹

1. Introdução

Apesar de ter sido dedicado muito esforço por parte dos órgãos de pesquisa ao longo dos anos no estudo de alternativas energéticas para alimentação de suínos e aves, as alternativas de alimentos protéicos de origem vegetal tem sido menos estudadas e são muito limitadas no Brasil. A soja e seus subprodutos tem sido utilizados quase que como única fonte de proteína nas rações para estas duas espécies. Isto tem feito com que o farelo de soja, apesar de ser um subproduto, seja supervalorizado, com valor comercial superior ao grão de soja integral.

No sul do Brasil foi introduzida recentemente a canola (*Brassica spp.*), com as variedades *B. napus* e *B. campestris*, cujo farelo pode se constituir em uma alternativa protéica para rações de suínos e aves. A canola é uma oleaginosa de inverno, originada do melhoramento genético da colza, e que contém baixos níveis dos fatores tóxicos, ácido erúico e glucosinolatos. É indicada para rotação de culturas, para diversificação agrícola e como cobertura vegetal para proteger o solo durante o inverno. Segundo Baier (1993), a canola é considerada melhoradora do solo para as lavouras de soja e trigo. Através da ação descompactadora exercida pelo seu sistema radicular, propicia o desenvolvimento de insetos benéficos e tem ação fungistática sobre os microorganismos do solo que causam enfermidades.

¹ Zootec., M.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Cx. Postal 21, CEP 89700-000, Concórdia, SC.

De acordo com a Agência para Cooperação Técnica (GTZ) da Alemanha, foi constatado que a agricultura do sul do Brasil necessita urgentemente de alternativas de inverno, como por exemplo a canola, que elevem a renda dos agricultores, que melhorem o solo e que contribuam no controle da erosão (Baier 1993). A canola, sendo uma cultura de inverno, é colhida nos meses de setembro e outubro, podendo-se utilizar para seu plantio áreas que normalmente ficam ociosas neste período.

Com a crescente demanda por óleo de canola para alimentação humana, tem surgido diferentes variedades. A semente da canola contém de 45 a 50% de óleo, o qual é de excelente qualidade para alimentação humana, em função da relação entre os ácidos graxos saturados, insaturados e poliinsaturados. Esta cultura ocupa lugar de destaque com uma produção mundial estimada de 33,85 milhões de toneladas na safra 95/96 (Rossing 1996). A produção mundial de farelo de canola na temporada comercial de 95/96 foi estimada em 18,5 milhões de toneladas (Rossing 1996). Assim, o farelo de canola surge como uma alternativa protéica para alimentação de suínos e aves.

A possibilidade da utilização do farelo de canola para a alimentação de suínos e aves, além de permitir o aproveitamento de um subproduto de indústria, reduzirá a dependência em relação ao farelo de soja como fonte protéica. Isto poderá trazer redução de custo destes ingredientes, pela competitividade, e viabilizar alternativas de inverno para produtores do sul do Brasil.

No trabalho de pesquisa com colza desenvolvido pela Embrapa Trigo, foram selecionados cultivares com o padrão canola ou duplo zero (menos de 2% de ácido erúico e com baixos teores de glucosinolatos), com rendimentos semelhantes aos obtidos no Canadá, e foram desenvolvidas práticas agronômicas adaptadas às condições do sul do Brasil,

fornecendo as informações necessárias ao cultivo comercial desta espécie (Baier 1993). Ainda de acordo com Baier (1993), há no Brasil uma área disponível para plantio, de maio à novembro, superior à 10 milhões de hectares, e se um terço desta área for plantada com canola, teremos 3,3 milhões de hectares plantados e uma produção estimada de quatro milhões de toneladas de grãos.

2. Composição nutricional e fatores tóxicos

Como a maioria dos subprodutos industriais, o farelo de canola apresenta uma grande variabilidade na sua composição e no seu valor nutricional, em função do tipo de processamento sofrido quando da extração do óleo e em função das diferenças entre cultivares (Tabelas 1 e 2). O farelo de canola contém mais fibra bruta e menos energia metabolizável (EM) do que o farelo de soja, e tais valores são distintos entre variedades e tipos de processamento.

No processamento normal para extração do óleo por solvente, as sementes limpas passam através de cilindros esmagadores, logo após são cozidas (máximo 90° C), sendo submetidas a extração mecânica, floculação, extração com hexano e dessolventização (Bell, 1984). Desta forma se obtém um farelo com baixo teor de óleo (0,5 a 3,8%). No processo de extração por prensagem ("expeller") obtém-se um farelo de canola com maior conteúdo de óleo do que no processo de extração por solvente, portanto, com um teor mais elevado de energia digestível (ED) (Bourdon & Aumaitre 1990). A retirada das cascas antes da extração do óleo reduz o conteúdo de fibra do farelo.

As cultivares da variedade *B. campestris* proporcionam farelo com aproximadamente 35% de proteína bruta (PB), enquanto que os farelos provenientes da variedade *B. napus* contém aproximadamente 38 a 40% de PB (Clandinin et al.

1981 citado por Thacker 1990). Nos dados publicados sobre diferentes partidas dos farelos de canola produzidos no Brasil, os teores de fibra bruta e de proteína bruta variaram de 8,5 a 14,93% e de 33,34 a 37,42%, respectivamente, da matéria natural (Tabela 1). Os teores de ED e EM para suínos variaram de 1793 a 3435 e de 1692 a 3126 kcal/kg, respectivamente. Os dados para PB dos farelos obtidos com as variedades de canola produzidas no Brasil e utilizadas em estudos com aves (Tabela 2) variaram de 33,34 a 37,37%.

O conteúdo de aminoácidos também apresenta uma grande variabilidade, tanto nos dados nacionais como estrangeiros, como pode ser observado na Tabela 3. Comparando-se a composição em aminoácidos do farelo de canola com a do farelo de soja 48,5% de proteína (National Research Council, 1988), para um mesmo valor de proteína (48,5%), o farelo de canola teria 7% a menos de lisina total, 4,3% a mais de metionina mais cistina e 14,7% a mais de treonina.

A composição em carboidratos na matéria seca do farelo de canola livre de cascas e livre de óleo, apresentada por Bell (1984) é a seguinte: 3,2% de mono e dissacarídeos (frutose, glicose, galactose, mio-inositol, sacarose, galactinol, rafinose e estaquiase); 29% de pectinas, celulose, fuco-amilóide e carboidratos baseados em arabinose; não contém amido. Nas cascas, as quais apresentam 44% de fibra bruta, a celulose é o carboidrato dominante (32%) e a maior parte dos carboidratos restantes são pentosanas (14,5%), sendo que a lignina varia de 12 a 24% (Bell, 1984).

Tabela 1 - Composição química e valores de energia do farelo de canola para suínos, de acordo com diferentes autores (na matéria natural).

Autores	MS	PB	EE	FB	Cinz a	ED	EM
Embrapa 1991 ¹	89,42	37,22	2,51	13,40	6,74	3435	3126
Moreira et al. 1993 ¹	---	33,34	2,15	9,46	---	3042*	---
Moreira et al 1995b ¹	---	36,56	1,03	11,20	---	2954*	---
Murakami et al. 1995 ¹	90,10	36,65	1,54	8,50	---	---	---
Bertol & Zanotto 1997 ¹	95,19	37,42	0,48	14,49	5,14	1793	1692
	89,63	34,97	1,06	14,84		2880	2559
Bertol et al. 1996 ¹	87,25	36,17	0,45	14,93	5,34	2604	2389
Bayley & Hill 1975	87,40	36,88	2,10	13,28	6,99	---	---
	88,40	35,80	2,30	13,61	7,51	3067	2944
	92,90	34,93	3,53	12,26	4,92	---	---
Bell et al. 1981	88,20	38,10	3,80	10,50	---	---	---
	86,20	35,70	2,90	8,90	---	2905	---
IMCC 1982 ²	92,50	38,00	3,80	11,00	7,20	---	2709
Bell 1984	92,00	---	---	---	---	2950	---
Bell & Keith 1987	90,00	38,61	3,51	11,07	7,38	2862	---
	87,60	41,08	2,72	10,42	7,36	2922	---
Bell et al. 1988	88,90	37,10	2,40	12,50	6,20	---	---
	89,50	35,10	4,10	10,00	6,20	---	---
NRC 1988 ³	93,00	38,00	3,80	11,10	---	2900	2700
Bourdon & Aumaitre 1990	91,90	35,93	1,75	11,67	7,08	3080	2844
Bell et al. 1991	90,00	32,73	3,11	11,03	6,75	---	---
	90,00	35,69	3,60	9,86	6,62	---	---
	90,00	35,40	2,91	11,50	7,10	---	---
	90,00	35,76	3,44	12,11	6,55	---	---
Novus 1994 (NRC)	91,00	37,00	1,70	12,00	6,80	2878	2672
Novus 1994 (INRA)	89,00	35,20	1,80	11,70	7,00	2850	2630
Novus 1994 (Feedstuffs)	92,00	36,00	2,60	13,20	7,20	---	2700

AEC	90,00	35,50	2,50	---	7,00	2940	271 0
-----	-------	-------	------	-----	------	------	----------

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, ED = energia digestível, EM = energia metabolizável.

¹ Dados brasileiros.

² International Mineral & Chemical Corporation.

³ National Research Council.

* Estimado através de equação ($ED = 4129 + 47,9EE - 71,9FB$) ($R^2 = 0,775$).

Para que uma variedade seja denominada canola, seu óleo deve conter menos de 2% de ácido erúico e seu farelo deve conter menos de 30 μ moles/g de glucosinolatos (Thacker 1990). A hidrólise dos glucosinolatos através da enzima mirosinase, produz alguns componentes tóxicos como oxazolidinethiona, isotiocianatos, íon tiocianato inorgânico e nitrilas (Paik et al. 1980). Os principais glucosinolatos encontrados na *B. napus* e *B. campestris*, rotineiramente medidos durante o desenvolvimento de novos cultivares e reduzidos a 10 a 15% do contido nas antigas variedades de colza são: progoitrin, gluconapin, glucobrassicinapin, napoleiferin, glucobrassicin e neoglucobrassicin (Bell 1984). De acordo com estes mesmos autores, os indolilglucosinolatos representam quase 50% dos glucosinolatos presentes nos farelos de canola provenientes de cultivares com baixo teor destes componentes e são precursores de tiocianato.

Os precursores do tiocianato apresentam um importante papel goitrogênico no farelo de canola. A oxazolidinethiona, os tiocianatos e isotiocianatos são goitrogênicos e agem inibindo a síntese e secreção dos hormônios da tireóide (Thacker 1990). Em análise realizada em duas partidas de farelo de canola brasileiro, foram detectados os níveis de 4,7 e 5,0 μ moles de glucosinolatos/g de farelo, níveis considerados muito baixos.

Tabela 2 - Composição química (%) e valores de energia (kcal/kg) do farelo de canola para aves, de acordo com diferentes autores.

Autor	MS	PB	EE	FB	FDN	FDA	Ca	Pt	EM
Novus, 1994 ⁵ (Feedstuffs)	94,00	36,00	6,70	12,20	---	17,4	0,71	1,00	1870
Novus, 1994 ⁵ (INRA)	89,00	32,40	8,90	11,10	---	24,4	0,75	1,05	2015
Novus, 1994 ⁶ (Feedstuffs)	92,00	36,00	2,60	13,20	18,00	26,1	0,66	0,93	---
Novus, 1994 ⁶ (INRA)	89,00	35,20	1,80	11,70	18,5	25,5	0,75	1,00	1580
NRC 1994 ¹	93,00	38,00	3,80	12,00	---	---	0,68	1,17	2000
Murakami et al.1994a	---	35,39	---	12,28	---	---	0,61	0,91	---
Murakami et al.1994b	---	33,34	2,15	9,46	---	---	0,59	1,00	---
Lee et al. 1995 ^{4a}	93,03	20,42	37,94	---	---	---	---	---	---
Lee et al. 1995 ^{4b}	90,05	34,83	3,70	---	---	---	---	---	---
Scapinello et al. 1996 ^{2a} _a	89,47	36,65	2,15	12,28	---	---	0,61	1,00	---
Scapinello et al. 1996 ^{2b} _b	90,10	34,13	1,54	8,50	---	---	0,50	0,91	---
Scapinello et al. 1996 ^{3a} _a	88,22	36,07	1,01	11,42	22,52	30,2	0,61	0,89	---
Scapinello et al. 1996 ^{3b} _b	91,22	22,63	39,55	6,32	15,15	21,7	0,28	0,40	---
Franzoi 1996	92,57	37,37	0,77	17,51	---	---	0,60	0,84	1286

MS= matéria seca, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FB= fibra bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, Ca= cálcio, Pt= fósforo total, EM= energia metabolizável.

1 = National Research Council - *Brassica napus/Brassica campestris* (extração por solvente).

2_a = Valores máximos obtidos nas análises; 2_b = Valores mínimos obtidos nas análises.

3_a = Valores para o farelo; 3_b = Valores para a semente integral.

4_a= Grão integral ; 4_b = Farelo.

5 = Extração mecânica.

6 = Extração por solvente.

Tabela 3 - Composição em aminoácidos do farelo de canola de acordo com diferentes autores (com base na matéria seca).

Autor	PB	Lis	Met + Cis	Tre	Trip	Leu	Isol	Arg	Fen + Tir	Hist	Val
Embrapa 1991 ¹	41,62	2,04	1,74	1,64	0,50	2,35	1,92	2,35	1,43*	---	1,83
Zanotto, não publ. ¹	39,31	2,11	---	1,34	0,47	2,45	1,31	2,17	2,30	0,83	1,60
Murakami et al. 1995 ¹	40,68	2,25	1,72	1,67	---	2,68	1,47	2,39	1,56*	1,04	1,88
Bell et al. 1981	43,20	1,90	1,18	1,51	0,48	2,39	1,25	2,16	2,48	1,00	1,53
	41,42	2,13	1,58	1,77	0,50	2,54	1,32	2,22	2,71	0,99	1,62
Clandinin et al. 1981**	40,95	2,45	1,23	1,84	0,48	2,85	1,63	2,50	1,64*	1,15	2,09
Bell & Keith 1987	46,89	2,43	2,04	1,87	0,54	3,26	1,61	2,76	3,07	1,10	1,91
	42,90	2,31	1,86	1,81	0,50	3,11	1,53	2,70	2,65	1,04	1,82
NRC 1988 ²	40,86	2,44	1,24	1,84	0,47	2,85	1,62	2,49	2,63	1,15	1,94
AEC	35,50	2,03	1,64	1,53	0,43	2,43	1,47	2,13	2,41	0,94	1,92
Bourdon & Aumaitre, 1990	39,90	2,32	1,91	1,79	---	2,81	1,67	2,48	2,85	1,22	2,19
Keith & Bell 1991	41,85	2,49	2,05	1,90	0,53	3,04	1,79	2,60	2,25	1,54	2,29
NRC 1994 ³	34,80	1,94	1,58	1,53	0,44	2,47	1,37	2,08	2,53	0,93	1,76
Novus 1994 (NRC) ⁴	35,60	1,67	0,98	1,53	0,48	2,41	1,41	1,99	2,27	0,90	1,81
Novus 1994 (INRA) ⁴	32,40	1,81	1,59	1,44	0,40	2,24	1,32	2,01	2,25	0,85	1,69
Novus 1994 (INRA) ⁵	35,20	1,97	1,73	1,57	0,43	2,43	1,44	2,19	---	0,92	1,81
Novus 1994 ⁴ (Feedstuffs)	36,00	1,69	1,08	1,49	0,36	2,40	1,34	1,88	---	0,89	1,71
Novus 1994 (Feedstuffs) ⁵	36,00	2,12	1,21	1,60	0,46	2,60	1,41	2,60	---	0,95	1,96
Franzoi 1995	37,70	2,23	1,94	1,59	0,48	2,64	1,26	2,27	2,57	1,01	1,56

¹ Dados brasileiros. ² National Research Council, Suínos.

³ National Research Council Aves (*Brassica napus* + *Brassica campestris*, extração por solvente, baixo teor de glucosinolatos e ácido erúico).

⁴ Farelo (Extração mecânica). ⁵ Farelo (Extração por solvente). * Somente fenilalanina. ** Extraído de Bell (1984).

O fornecimento de farelo de canola com alto ou baixo conteúdo de glucosinolatos (151 a 166 μ moles ou 30 a 38 μ moles, respectivamente) provocou aumento no tamanho do fígado e da tireóide, porém este aumento foi bem menos pronunciado com o farelo de canola baixo em glucosinolatos (Bourdon & Aumaitre 1990). Estes autores concluíram que o efeito dos glucosinolatos sobre o tamanho destes órgãos é cumulativo. Mckinnon & Bowland (1977), comparando farelo de canola proveniente da cultivar Tower (baixa em glucosinolatos), com um farelo de canola comercial, atribuiu o pior desempenho dos suínos que receberam o farelo de canola comercial ao seu maior conteúdo de glucosinolatos, que foram de 1,1 e 5,4 mg/g de farelo, respectivamente, para os dois farelos. Por outro lado, Bell et al. (1981) e Narendran et al. (1981), em trabalhos realizados utilizando o farelo de canola na alimentação de suínos em crescimento e terminação, concluíram que os níveis de glucosinolatos não afetaram o desempenho. Franzoi (1996), utilizou farelo de canola contendo 4,7 μ moles de glucosinolatos/g de farelo para compor as rações de frangos de corte até os 42 dias de idade e concluiu que não houve qualquer efeito deletério sobre o desempenho, em função da presença desse fator antinutricional.

Nasi & Siljander-Rasi (1991) verificaram que os processamentos destinados a reduzir o conteúdo de glucosinolatos do farelo de canola não melhoraram a digestibilidade dos nutrientes nem a utilização da proteína. Durante o processamento para a extração do óleo, a semente de canola é cozida (temperatura máxima de 90 ° C) e este tratamento térmico inativa a enzima mirosinase, reduzindo a hidrólise dos glucosinolatos (Bell, 1984). De acordo com este autor, a redução da hidrólise dos glucosinolatos parece ser desejável para a produção de óleo e farelo de melhor qualidade.

Um dos fatores antinutritivos presentes na canola, que afeta diretamente poedeiras comerciais é a sinapina, sendo seus efeitos mostrados no tópico 4.2.

3 - Farelo de canola para suínos

3.1. Efeito sobre o desempenho

Os dados de desempenho em suínos tem se apresentado variáveis, provavelmente em função das diferenças na qualidade e composição em nutrientes dos farelos e das dietas experimentais utilizadas. Parte da variação nos resultados também pode ser atribuída à diferenças na metodologia experimental entre os diferentes trabalhos, principalmente no que se refere ao nível de energia das dietas, as quais nem sempre foram isocalóricas entre os tratamentos.

3.1.1. Fase inicial

A inclusão do farelo de canola na dieta de leitões na fase de creche tem provocado efeitos negativos sobre o desempenho, principalmente sobre o consumo de alimento e o ganho de peso, mesmo em níveis de inclusão tão baixos quanto 5% da dieta. A substituição total do farelo de soja pelo farelo de canola ou farelo de colza (25% de inclusão) e a substituição parcial pelo farelo de colza (12% de inclusão) reduziu o consumo diário de alimento em leitões com 4 a 10 semanas de idade (McKinnon & Bowland, 1977). A substituição completa do farelo de soja pelo farelo de colza resultou também em redução acentuada do ganho diário de peso e piora da conversão alimentar. A substituição parcial ou total do farelo de soja da dieta por farelo de canola (8,8 a 36% de inclusão) em dietas isocalóricas e isolisínicas reduziu linearmente o consumo de alimento e o ganho de peso em leitões com idade inicial de 3 ou 5 semanas, avaliados até 20 kg de peso vivo (McIntosh et al., 1986; Baidoo et al., 1986 e

Baidoo et al., 1987). Quando fornecido à livre escolha a dieta controle e uma das dietas com farelo de canola (25, 50, 75 ou 100% de substituição do farelo de soja por farelo de canola), Baidoo et al. (1986), observaram que os leitões consumiram 2,5 a 7,0 vezes mais a dieta controle do que as dietas com farelo de canola. Estes mesmos autores ainda observaram que a inclusão de glutamato monossódico, dextrose ou óleo de milho às dietas contendo farelo de canola não provocou aumento do consumo de alimento. Por outro lado, a inclusão de flavorizantes às dietas contendo farelo de canola provocou aumento do consumo de alimento, mas este foi reduzido à medida que o nível de farelo de canola aumentou na dieta. Baidoo et al. (1986) atribuíram esta redução no consumo de alimento aos fatores antinutricionais presentes no farelo de canola, tais como a sinapina, os taninos, os glucosinolatos e seus produtos de hidrólise e a fibra, atuando isoladamente ou em conjunto.

Mais recentemente, em experimento conduzido na Universidade Estadual de Maringá, Moreira et al. (1995a) observaram redução de 4 g no ganho de peso a cada 1 % de inclusão do farelo de canola na dieta de leitões entre 49 e 63 dias de idade (Tabela 4). Baseados na conversão alimentar, estes autores concluíram que, o nível máximo de inclusão do farelo de canola na dieta de leitões na fase inicial é de 8,44%.

Tabela 4 - Desempenho de leitões recebendo níveis crescentes de farelo de canola na ração.

	Níveis de farelo de canola (%)			
	0	4	8	12
Peso inicial, kg	13,55	13,76	13,53	13,55
Consumo diário ração, kg	1,054	1,074	1,034	1,052
Ganho de peso diário, g ¹	570	587	568	522
Conversão alimentar ²	1,85	1,83	1,82	2,02

Fonte: Moreira et al. (1995a).

¹ Efeitos linear (P=0,041) e quadrático (P=0,068).

² Efeito quadrático (P=0,036).

3.1.2. Fase de crescimento-terminação

Em alguns dos experimentos conduzidos com suínos em crescimento e terminação, foram observados efeitos negativos sobre o desempenho, principalmente sobre o ganho de peso, e com menor frequência sobre o consumo e/ou a conversão alimentar, em consequência da substituição total ou parcial do farelo de soja pelo farelo de canola. Em geral, estes efeitos negativos foram atribuídos ao baixo nível de energia e/ou deficiência em lisina do farelo de canola.

McKinnon & Bowland (1977) substituíram parcialmente (aproximadamente 45%) ou totalmente o farelo de soja da dieta de suínos nas fases inicial, crescimento e terminação por farelo de canola (cv. Tower) ou farelo de colza comercial. A digestibilidade da dieta e o desempenho dos suínos que receberam a dieta com farelo de soja foi superior a todas as outras dietas, sendo seguida pelas dietas com substituição parcial do farelo de soja, e por fim as dietas com substituição total, que apresentaram pior desempenho e pior digestibilidade. As dietas com farelo de colza comercial apresentaram pior desempenho e digestibilidade do que aquelas com farelo de canola.

Em um experimento feito durante os meses de primavera-verão, a inclusão de 15% de farelo de canola (52% do farelo de soja) à dieta de suínos em crescimento-terminação não afetou o desempenho, mesmo reduzindo o nível de energia da dieta (Grandhi et al., 1980). Porém, em um experimento idêntico feito durante o inverno pelos mesmos autores, a dieta com farelo de canola reduziu o ganho de peso diário, e isto foi associado ao seu baixo teor de energia.

A substituição total do farelo de soja da dieta por farelo de canola, proveniente das variedades Tower ou Candle, provocou redução no ganho de peso diário e na eficiência alimentar de suínos em crescimento-terminação, em trabalho desenvolvido por Bell et al. (1981). O ganho de peso diário

ajustado para consumo mostrou uma diferença de 11% na eficiência alimentar, a qual foi reduzida para 5% quando as dietas com farelo de canola foram suplementadas com L-lisina e DL-metionina. O ganho de peso diário também foi melhorado pela suplementação com aminoácidos. A suplementação com iodo não proporcionou melhora adicional. De acordo com estes autores, esta diferença de 5% na eficiência alimentar entre o farelo de soja e o farelo de canola pode ser atribuída ao menor conteúdo de EM do farelo de canola.

Com dietas baseadas em cevada, a inclusão de até 25% de farelo de canola (cv.Tower), em dietas isoenergéticas (Narendran et al. 1981), bem como a substituição total do farelo de soja, não afetou o desempenho de suínos em crescimento e terminação (Castell & Spurr 1984). Estes autores sugerem que o farelo de canola é um complemento mais adequado para o trigo do que para a cevada para suínos nesta fase, porque o trigo é mais rico em proteína e energia e apresenta maior disponibilidade dos aminoácidos essenciais do que a cevada, compensando assim a menor disponibilidade dos aminoácidos do farelo de canola. No entanto, estes autores sugerem que, na combinação trigo-canola, a proteína proveniente do cereal não seja superior à 70% da proteína total da dieta.

Bell & Keith (1987) substituíram 50 ou 100% do farelo de soja por farelo de canola proveniente da cultivar Westar e de uma cultivar tolerante à triazina para suínos em crescimento e terminação. Esta última proporcionou desempenho semelhante ao obtido com farelo de soja. A suplementação com lisina melhorou o ganho de peso diário, demonstrando que o farelo de canola é deficiente em lisina.

A substituição de 66% do farelo de soja por farelo de canola (20% da dieta) para suínos em crescimento e terminação proporcionou desempenho semelhante ao da dieta controle, baseada em milho e farelo de soja (Bourdon &

Aumaitre 1990). De acordo com estes autores, a remoção do excesso de fibra bruta (descascar a semente antes da extração) e a suplementação com lisina permite substituir totalmente o farelo de soja pelo farelo de canola.

No período de crescimento, a substituição total do farelo de soja por farelo de canola provocou redução do ganho de peso e da eficiência alimentar, em dietas baseadas em cevada (Castell & Cliplef 1993). Isto deve ter ocorrido em função da redução do nível de energia da dieta com a inclusão do farelo de canola. Porém, na fase de terminação, os suínos que receberam a dieta com farelo de canola apresentaram melhor ganho de peso e eficiência alimentar, de forma que, no período total de crescimento-terminação não houve diferença entre as duas fontes de proteína.

A inclusão de níveis crescentes de farelo de canola até 18% da dieta de suínos em crescimento, provocou redução linear do ganho de peso de suínos em crescimento, mas não afetou a conversão alimentar nem o consumo de ração (Moreira et al. 1993). A redução do ganho de peso possivelmente foi provocada por redução do conteúdo de energia da dieta com o aumento dos níveis de farelo de canola, já que as rações não eram isoenergéticas.

Em outro experimento, ainda na fase de crescimento, a inclusão de até 28% de farelo de canola na dieta provocou redução linear do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar (Marangoni et al. 1995). Os autores apontam como causa da redução do ganho de peso a redução do consumo, e como causas deste, o aumento do nível de fibra e glucosinolatos da dieta com o aumento dos níveis de farelo de canola. Nas fases de crescimento-terminação, Moreira et al. (1995b) observaram os mesmos efeitos citados por Marangoni et al. (1995), com os mesmos níveis de inclusão do farelo de canola na dieta.

Mais recentemente, Zanotto et al. (1995) trabalhando com dietas isoenergéticas, isoprotéicas e isolisínicas, não observaram efeito sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação com a substituição de até 80% do farelo de soja da dieta por farelo de canola (Tabela 5). A inclusão de até 15% de farelo de canola em substituição ao farelo de soja, em dietas isoenergéticas, isolisínicas e isoprotéicas para suínos em terminação não afetou o consumo nem o ganho de peso, mas melhorou a conversão alimentar a partir do nível de 11,25% da dieta (Gomes et al. 1996).

Os pesquisadores que desenvolveram experimentos de alimentação com suínos, utilizando o farelo de canola como principal fonte protéica, citaram diversos fatores como causa da redução do desempenho desses animais: baixo teor de energia digestível ou metabolizável do farelo de canola (Grandhi et al., 1980; Bell et al., 1981; Castell e Spurr, 1984; Moreira et al., 1993), redução da digestibilidade da energia e/ou aminoácidos da dieta (Mckinnon e Bowland, 1977; Bell e Keith, 1987), deficiência de aminoácidos, principalmente lisina (Bell et al., 1981; Castell e Spurr, 1984; Bell e Keith, 1987; Bourdon e Aumaitre, 1990) e redução do consumo de ração (Marangoni et al., 1995; Moreira et al., 1995b).

Tabela 5 - Desempenho de suínos em crescimento-terminação recebendo níveis crescentes de farelo de canola na ração.

	Níveis de substituição do farelo de soja por farelo de canola (%)				
	0	20	40	60	80
Desempenho no crescimento (25,8 a 58,8 kg)					
Ganho diário peso, g	754	775	805	824	764
Consumo diário ração, g	1908	1914	1965	2043	1896
Conversão alimentar	2,52	2,48	2,44	2,48	2,48
Desempenho no período total (25,8 a 102,6 kg)					
Ganho diário peso, g	894	913	960	923	860
Consumo diário ração, g	2533	2562	2681	2570	2444
Conversão alimentar	2,83	2,81	2,79	2,78	2,77

Fonte: adaptado de Zanotto et al. (1995).

Foram formuladas três dietas com 0,95% de lisina total, sendo a primeira com milho-farelo de soja (48% proteína), a segunda com milho-farelo de soja-farelo de canola (substituindo 50% do farelo de soja) e a terceira com milho-farelo de canola, utilizando-se os valores de composição em aminoácidos constantes no National Research Council (1988) e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos constantes no Rhône Poulenc Animal Nutrition (1989) para o farelo de canola e para o farelo de soja. Foi observado que, para o mesmo nível de PB na dieta, a substituição de 50 ou 100% do farelo de soja por farelo de canola provocou redução de 6,17% e 11,11%, respectivamente, no conteúdo de lisina digestível da dieta. A metionina + cistina digestível não foi alterada, mas a metionina digestível foi aumentada em 6,90 e 13,58%, e a treonina digestível foi aumentada em 3,5 e 7,02%, respectivamente, com os mesmos níveis de substituição. Para que fosse mantido o mesmo nível de EM (3240 kcal/kg) nas três dietas, foi necessário incluir 2,18 e 4,51% de óleo, respectivamente, nas dietas com 50 e 100% de substituição do farelo de soja por farelo de canola. Desta forma, o teor de

energia digestível ou metabolizável e a digestibilidade da lisina podem ser apontados como causas de redução do desempenho em suínos alimentados com dietas contendo farelo de canola, caso estes fatores não sejam levados em conta quando da formulação das dietas (Bertol, não publicado). Através de revisão, Bell et al. (1984) concluíram que os níveis de energia e lisina são mais importantes do que os níveis dos glucosinolatos como determinantes do uso do farelo de canola na dieta de suínos em crescimento e terminação. De acordo com estes autores, o valor econômico do farelo de canola é de 70% do farelo de soja (44% proteína) para suínos na fase inicial e 75 a 80% para suínos em terminação e reprodutores.

Na Tabela 6 estão apresentadas algumas fórmulas de ração com ou sem a inclusão de farelo de canola, com três diferentes níveis de lisina para diferentes fases do crescimento e terminação dos suínos. Mantendo-se os mesmos níveis de proteína bruta, foi necessário suplementar L-lisina para que fosse mantido o mesmo nível de lisina digestível na dieta com a inclusão do farelo de canola. Também foi necessária a inclusão de óleo para manter os mesmos níveis de EM de uma dieta milho-farelo de soja. Para a fase dos 80 aos 120 kg de peso vivo há a opção de se utilizar o farelo de canola sem suplementar a dieta com óleo (dieta 7), desta forma reduzindo o nível de energia da dieta em 5,1%. Esta dieta pode ser recomendada para suínos de alto consumo, os quais tendem a aumentar muito o conteúdo de gordura na carcaça após os 100 kg de peso vivo e, portanto, necessitam de restrição de energia nesta fase.

3.1.3. Porcas em gestação e lactação

Foram obtidas poucas informações sobre o fornecimento de farelo de canola para suínos nesta fase. De acordo com Aherne e Kennelly (1982) citados por Bell (1984), o farelo de canola com baixo teor de glucosinolatos pode substituir todo o farelo de soja da dieta de leitoas e porcas em reprodução, sem afetar o desempenho. Acreditamos que isto seja possível caso

seja levada em conta a menor digestibilidade dos aminoácidos e da energia do farelo de canola quando da formulação das dietas.

Tabela 6 – Fórmulas de ração baseadas em milho-farelo de soja, milho farelo de soja-farelo de canola e milho-farelo de canola para suínos em diferentes faixas de peso vivo.

Ingredientes	Faixas de peso vivo, kg						
	20-40		40-80		80-120		
	1	2	3	4	5	6	7
Milho	65,29	56,46	71,90	60,92	77,62	66,23	70,74
Farelo soja (48% PB)	31,63	15,82	24,69	4,94	19,42	---	---
Farelo canola	---	22,19	---	27,65	---	27,29	26,28
Óleo bruto soja	---	2,67	---	3,55	---	3,54	---
Calcário	1,15	0,92	1,05	0,71	0,77	0,88	0,92
Fosfato bicálcico	0,97	0,88	1,40	1,16	1,23	0,99	0,98
L-lisina	---	0,09	---	0,10	---	0,11	0,12
Premix vit. e minerais	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Cloreto colina, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Promotor crescimento	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32
Total	100	100	100	100	100	100	100
Proteína bruta, %	20,89	20,90	18,08	18,08	16,02	16,00	16,00
EM, kcal/kg	3254	3240	3240	3240	3253	3240	3075
Cálcio, %	0,75	0,75	0,80	0,75	0,65	0,75	0,76
Fósforo total, %	0,55	0,67	0,60	0,72	0,55	0,67	0,67
Fósforo disponível, %	0,29	0,28	0,35	0,32	0,31	0,28	0,28
Lisina total, %	1,15	1,21	0,95	1,01	0,80	0,87	0,87
Lisina digestível, %	0,99	0,99	0,81	0,80	0,67	0,67	0,67
Met + cist digestível, %	0,60	0,59	0,53	0,53	0,49	0,48	0,49
Treonina digestível, %	0,67	0,68	0,57	0,59	0,50	0,52	0,52
Triptofano digestível, %	0,22	0,19	0,18	0,15	0,16	0,12	0,12

3.2. Efeito sobre a digestibilidade da dieta

Em geral observa-se que os valores de digestibilidade da matéria seca, energia, proteína e aminoácidos do farelo de canola são inferiores aos do farelo de soja e semelhantes aos do farelo de colza com alto teor de glucosinolatos. O baixo teor de energia do farelo de canola é atribuído principalmente ao seu alto conteúdo de fibra.

McKinnon & Bowland (1977) observaram redução da digestibilidade da energia, nitrogênio e aminoácidos das dietas, com a inclusão de farelo de canola “duplo zero” ou farelo de canola comercial. Sauer et al. (1982) encontraram que a digestibilidade ileal verdadeira da proteína bruta e dos aminoácidos essenciais e a digestibilidade aparente da matéria seca foram superiores para as dietas com farelo de soja, em comparação com as dietas contendo farelo de canola como principal fonte protéica. Os valores encontrados por Sauer et al. (1982), para a digestibilidade verdadeira da proteína foram de 87,5% para o farelo de canola, comparado com 90,4% para o farelo de soja.

A digestibilidade da energia e da proteína da dieta de suínos se reduziu em 3 a 6% com a inclusão de 30% de farelo de canola, o que pode ser atribuído parcialmente ao alto conteúdo de fibra do farelo de canola e parte ao tipo de carboidratos presentes, tanto no farelo livre de cascas como nas cascas. Os carboidratos que ocorrem em maior proporção no farelo e nas cascas da canola não são facilmente digeridos pelas enzimas digestivas secretadas pelos monogástricos e assim sua utilização é dependente da microflora intestinal (Bell, 1984). Em trabalho realizado por Bell & Keith (1987), a digestibilidade da energia da dieta foi reduzida de 80 para 76 ou 77% com a inclusão de 30% de farelo de canola proveniente de duas cultivares diferentes. Substituindo 30% de uma ração baseada em milho e farelo de soja por farelo de

canola, Bertol et al. (dados não publicados) observaram redução da digestibilidade da energia da dieta de 90,0 para 84,% e da digestibilidade fecal aparente da proteína da dieta de 89,13 para 86,6%. O mesmo foi observado por Castell & Spurr (1993). Sarwar et al. (1981) citados por Bell et al. (1984) observaram que a inclusão de cascas reduziu a digestibilidade da proteína mais do que se poderia atribuir à simples diluição da dieta com cascas, concluindo que a proteína da casca foi extremamente indigestível.

No entanto, Bell & Keith (1989) observaram que a digestibilidade da proteína bruta da dieta aumentou e a digestibilidade da energia reduziu com o aumento dos níveis dietéticos do farelo de canola. A melhora da digestibilidade protéica foi atribuída ao aumento do nível de PB da dieta, enquanto que a redução da digestibilidade da energia foi associada ao aumento do conteúdo de fibra bruta da dieta. Estes autores concluíram ainda que a digestibilidade da proteína e da energia do farelo de canola aumentou com a idade dos suínos e reduziu com o aumento da proporção da fibra detergente neutro da dieta.

O tipo e intensidade do processamento podem alterar a digestibilidade dos componentes do farelo de canola. Bailey et al. (1969) citados por Bell et al (1984) observaram que o farelo de canola peletizado e triturado apresentou um valor de digestibilidade da energia 10% superior ao farelo de canola sem este tipo de processamento. Bourdon & Aumaitre (1990) observaram que a retirada das cascas antes da extração do óleo reduz o conteúdo de fibra e aumenta a digestibilidade aparente da proteína e que o superaquecimento durante a extração do óleo pode reduzir a disponibilidade da lisina do farelo. O tratamento do farelo de canola com calor úmido e pressão provoca ruptura das paredes celulares e desnaturação das proteínas e aumenta significativamente a digestibilidade da proteína (Näsi & Siljander-Rasi 1991).

Na Tabela 7 estão alguns valores de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos do farelo de soja, farelo de canola, farelo de colza e média de farelo de colza com amostras com alto e com baixo teor de glucosinolatos para suínos. Pode-se observar que a lisina apresentou valores de digestibilidade de 11,7 a 13,42% inferiores no farelo de canola em relação ao farelo de soja, dependendo da fonte. Já o coeficiente de digestibilidade verdadeira da metionina apresentou uma maior discrepância entre as duas fontes, com 1,66 e 5,87% de diferença com o farelo de soja em Rhône Poulenc Animal Nutrition (1989) e Sauer et al. (1982), respectivamente.

3.3. Efeito sobre as características de carcaça e qualidade da carne

O efeito da inclusão do farelo de canola na dieta sobre as características de carcaça de suínos tem se apresentado bastante variável entre os experimentos onde esta avaliação foi feita. Em geral tem sido observada uma tendência de reduzir a deposição de gordura na carcaça, e com menor frequência uma redução da deposição de proteína em alguns cortes, mesmo no caso de dietas isonitrogenadas e isocalóricas, embora em muitos casos isto não tenha ocorrido de forma significativa.

A substituição total do farelo de soja por farelo de canola ou farelo de colza comercial na dieta de suínos nas fases inicial, crescimento e terminação, reduziu a área de olho de lombo, tendeu a reduzir a percentagem de carne magra no pernil e a espessura de toucinho (McKinnon & Bowland, 1977). Em um experimento realizado no inverno, Grandhi et al. (1980) observaram redução da espessura de toucinho com a substituição de 52% do farelo de soja da dieta de suínos em

crescimento-terminação por farelo de canola. O mesmo não ocorreu em outro experimento semelhante realizado no período de primavera-verão.

Embora tenha provocado redução do ganho de peso e da eficiência alimentar, a substituição total do farelo de soja por farelo de canola não afetou as características de carcaça, em trabalho desenvolvido por Bell et al. (1981) com suínos em crescimento-terminação. A inclusão de farelo de canola em até 25% da dieta de suínos em crescimento-terminação não afetou significativamente as características de carcaça, embora tenha provocado uma tendência de reduzir a espessura de toucinho (Narendran et al 1981).

Com dietas baseadas em cevada, a substituição total do farelo de soja por farelo de canola provocou redução da espessura de toucinho de suínos em crescimento-terminação. No caso de dietas baseadas em trigo, o aumento do nível de farelo de canola de 5 para 15% da dieta apenas tendeu a reduzir a espessura de toucinho, a aumentar a área de olho de lombo e a percentagem de carne no pernil (Castell & Spurr 1984).

Castell & Cliplef (1993) observaram uma tendência de reduzir a área de olho de lombo e a área de carne magra no pernil, sugerindo uma menor taxa de acréscimo de proteína nos animais que receberam a dieta baseada em cevada, com substituição total do farelo de soja por farelo de canola na fase de crescimento-terminação.

Mais recentemente, Zanotto et al. (1995) substituíram até 80% do farelo de soja da dieta por farelo de canola para suínos em crescimento e terminação. As características de carcaça não foram significativamente afetadas, embora tenha se observado, mais uma vez, uma tendência de redução da espessura de toucinho e da profundidade do lombo nos tratamentos com farelo de canola (Tabela 8). Também não houve efeito sobre as características de carcaça com a

inclusão de até 15% de farelo de canola na dieta de suínos em terminação, em dietas isoenergéticas e isolisínicas (Gomes et al. 1996).

Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de alguns aminoácidos no farelo de soja, farelo de colza e farelo de canola.

Aminoácido	Rhône Poulenc Animal Nutrition, 1989		Sauer et al., 1982		
	Farelo de soja 48%	Farelo de colza ¹	Farelo de soja 48%	Farelo de canola	Farelo de colza
Lisina	88,7	76,8	88,30	77,95	77,30
Metionina	90,6	89,1	89,50	84,25	85,10
Cistina	84,4	80,1	82,50	90,65	91,60
Treonina	86,0	76,6	81,10	72,50	73,00
Arginina	92,9	88,5	95,30	87,55	92,80
Histidina	89,2	85,7	85,80	83,80	87,20
Isoleucina	87,8	79,6	88,50	79,35	81,20
Leucina	87,0	83,9	88,90	82,55	85,50
Fenilalanina	87,0	84,3	89,80	81,80	84,70
Tirosina	88,7	80,6	87,20	75,10	77,80
Valina	85,1	76,8	78,10	70,00	73,40

¹ Média de amostras com alto e com baixo teor de glucosinolatos.

Tabela 8 - Características de carcaça de suínos recebendo níveis crescentes de farelo de canola na ração.

	Níveis de substituição do farelo de soja por farelo de canola (%)				
	0	20	40	60	80
Peso da carcaça, kg	72,1	72,0	73,8	73,3	71,6
Rendimento de carcaça, %	70,4	70,2	71,4	71,3	70,1
REC, %	51,1 ^b	53,2 ^a	50,7 ^b	53,3 ^a	51,5 ^b
Espessura de toucinho, mm	25,9 ^a	22,0 ^c	26,5 ^a	22,6 ^{bc}	24,8 ^a
Profundidade de lombo, mm	55,1	52,0	51,4	53,0	52,1

Fonte: adaptado de Zanotto et al. (1995).

REC = rendimento estimado de carne.

Médias com letras distintas na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste t.

Entre dietas com os mesmos valores de energia digestível ou energia metabolizável, aquelas com maior conteúdo de fibra podem apresentar valores inferiores de energia líquida (Noblet, 1996). Esta pode ser uma das causas da redução da espessura de toucinho observada em alguns casos com a inclusão do farelo de canola na dieta, mesmo com dietas corrigidas para um mesmo valor de energia digestível ou energia metabolizável, já que o farelo de canola possui um teor de fibra bruta mais elevado do que o farelo de soja.

A redução da deposição de carne magra em alguns cortes, mesmo com a formulação de dietas isolisínicas para lisina total, pode ter ocorrido em função da menor digestibilidade ileal da lisina do farelo de canola em relação ao farelo de soja, conforme comentado anteriormente.

Quanto à qualidade da carne, esta parece não ser afetada pela inclusão do farelo de canola na dieta, de acordo com Dransfield et al. (1985) e Castell & Cliplef (1993). Porém, alto nível de óleo de canola (20%) na dieta provocou aumento dos níveis de ácidos graxos insaturados C18:1, C18:2 e C18:3 na gordura e a carne obtida destes animais apresentou características inferiores de firmeza da gordura, além de maior

tendência à oxidação, reduzindo a vida-de-prateleira (Rhee et al., 1988).

4. Farelo de canola para aves

A canola é identificada como um produto de grande potencial para utilização na alimentação das aves. No entanto, a existência de certas “barreiras” impedem sua plena aceitação pela indústria avícola e entre estas destacam-se: o reduzido número de indústrias processadoras com equipamentos adaptados ao tamanho do grão; a ausência de um padrão de moagem; a falta de interesse das indústrias refinadoras em processar a canola devido a concorrência de outras fontes vegetais alternativas de óleo e, finalmente, os problemas relacionados a qualidade dos subprodutos como, a presença de agentes antinutritivos, a variação no conteúdo energético além da ausência de resultados consistentes sobre o nível ótimo de inclusão do ingrediente na dieta de poedeiras, frangos e matrizes de corte. Estes fatores concorrem para que a canola, não se apresente ainda como uma das principais fontes de proteína vegetal disponíveis a alimentação das aves. A avaliação da canola em experimentos de desempenho, bem como ensaios de digestibilidade são relatados na literatura conjuntamente com o farelo de soja por ser essa a fonte protéica utilizada com mais freqüência na alimentação das aves e os níveis de substituição se dão em detrimento ao da soja.

4.1. Experimentos de desempenho com matrizes e frangos de corte: emprego do farelo e grão integral da canola

O farelo de canola como um alimento alternativo substituindo parcialmente o farelo de soja em rações possui grandes vantagens por ser fonte de aminoácidos essenciais, limitantes para as aves (metionina, lisina e triptofano) cujos níveis são superiores aos encontrados em farelos de outros cereais (como indicado na Tabela 3). No entanto, mesmo sendo um ingrediente de grande valor protéico em dietas para frangos de corte e matrizes, alguns estudos indicam a ocorrência de desempenhos insatisfatórios quando a dieta das aves foi complementada com farelo de canola ou seu grão integral.

Utilizando canola integral moída em dietas experimentais de frangos de corte durante as 3 primeiras semanas de idade, em níveis de 5, 10, 15 ou 20%, Leeson et al. (1981) mostraram que a inclusão da canola integral acima de 10% na dieta tornou-se detrimental ao desempenho das aves. Esse resultado foi associado ao decréscimo no consumo e à inabilidade das aves para retenção da fração graxa da dieta, o que, segundo os autores, estaria ligado à formação de “sabões” insolúveis durante o processo de emulsificação da gordura oriunda da canola, no trato digestivo das aves. Os mesmos autores comentam que a máxima utilização da gordura da canola obtida com frangos manteve-se na proporção de 50%, sendo o nível de canola correspondente na dieta em torno de 20%.

Farelos das variedades *Brassica napus* Tower, e *B. campestris* Candle (média 38% de PB), foram utilizados para substituir (a um nível de 6,5%), em uma dieta isoprotéica e isoenergética, ingredientes tradicionais como milho e soja, num experimento envolvendo diferentes linhagens de matrizes pesadas, conforme relatam Proudfoot et al. (1982). Embora o tamanho dos ovos tenha sido menor, a produção das aves sob o tratamento com a canola foi igual ou mesmo superior a produção das aves controle. O valor nutritivo de dietas

contendo misturas de cevada e farelo de canola com 36% e 21% de PB (integral e farelo, respectivamente), incorporados a 50% na ração, com ou sem a suplementação de enzimas (uma mistura de 0,1% contendo β glucanase, hemicelulase e protease) foi avaliado em um estudo com frangos de corte por Nwokolo & Sim (1989a). Menores ganhos de peso foram observados nas aves que consumiram a dieta contendo a canola integral. A dieta contendo a proporção 80:20 (cevada : farelo de canola) mostraram desempenho similar às aves submetidas a dieta controle). A suplementação com enzimas elevou o valor da EM das dietas contendo a combinação dos ingredientes cevada e farelo de canola.

Suplementando uma dieta para frangos de corte (15% de PB), sendo toda a proteína oriunda do farelo de canola, com aminoácidos essenciais em níveis superiores aos recomendados pelo NRC, acarretou em desempenho marcadamente inferior, comparado com uma dieta milho e soja com 20% de PB, conforme relatam Summers et al. (1989). Mesmo com a suplementação da dieta contendo canola com óleo de milho, lisina ou lisina-arginina, o desempenho das aves ficou abaixo daquele obtido com as aves sob a dieta padrão. Os autores obtiveram resultados satisfatórios apenas quando o nível de suplementação da metionina na dieta com canola foi reduzido de 0,28 para 0,1% e sendo suplementada com lisina, arginina e triptofano. O excesso de metionina ou a suplementação com os aminoácidos sulfurados podem alterar significativamente o desempenho de aves sob dietas contendo farelo de canola, o que é justificado pelos últimos autores como sendo uma das principais causas dos baixos desempenhos apresentados pelas aves. Os autores indicaram que as exigências em aminoácidos sulfurados de frangos em crescimento podem ser atingidas sem qualquer suplementação em dietas contendo farelo de canola.

Com o objetivo de verificar o efeito sobre o consumo e outros parâmetros de produção, da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em rações de frangos de corte, Murakami et al. (1994b), não verificaram diferenças no consumo de ração entre as aves sob os distintos tratamentos na fase inicial (11 a 22 dias). No período de crescimento (23 a 40 dias), as aves do tratamento testemunha apresentaram maior consumo de ração em relação as aves que receberam farelo de canola; o que os autores argumentam como sendo consequência da utilização de valor subestimado de energia do farelo de canola na formulação. Os autores indicaram através da análise econômica que o aumento nos níveis de inclusão do farelo de canola acarretou em redução nos custos parciais de produção, e que a sua inclusão em até 20%, correspondendo a uma substituição de 50 % da proteína do farelo de soja nas rações de frangos de corte foi viável, ficando a decisão da sua utilização na dependência dos preços dos insumos da época.

A suplementação de dietas de frangos de corte com fontes de óleos vegetais de diferentes tamanhos da cadeia e grau de insaturação sobre o desempenho, características de carcaça e composição em ácidos graxos se constituíram em um estudo conduzido por Scaife et al. (1994). Os autores mostraram que a manipulação nutritiva da dieta influenciou a composição em ácidos graxos da gordura abdominal, fígado e cortes nobres (peito por exemplo), das aves alimentadas com óleo de canola ou óleo de soja. Os ácidos graxos polinsaturados como o ácido linoleico (C18:2) e ácido linolênico (C18:3) presentes nas dietas contendo óleo de canola atingiram valores apreciáveis 254,0 e 56,3g/kg respectivamente, sendo absorvidos e depositados nos tecidos das aves sem qualquer alteração em sua cadeia. Considerando as demandas dos consumidores, há um interesse crescente na utilização de ácidos graxos polinsaturados na dieta humana e

a carne de frango torna-se assim uma fonte nutricionalmente importante.

Summers & Bedford (1994), sugeriram que a redução no crescimento apresentado por frangos submetidos a dietas com farelo de canola (inclusão de 40%), foi resultado de seu alto conteúdo em enxofre, havendo assim alteração no balanço de cátions e ânions, sendo que a correção dos níveis de cloro, sódio e potássio da dieta amenizaram o problema.

Com níveis de inclusão da canola integral (5 ou 10%) na dieta de frangos de corte, houve pior desempenho, ocorrendo reduções no ganho de peso em até 24%, consequência do menor consumo e perda da eficiência alimentar, conforme relatam Roth-Maier & Kirchgessner (1995).

Franzoi (1996) concluiu que o farelo de canola pode substituir até 40% do farelo de soja em rações para frangos de corte embora havendo redução do consumo na fase inicial (0-21 dias) e final (36-42 dias).

4.2. Efeito da inclusão das diversas frações da canola sobre a digestibilidade e valores de energia metabolizável (EM)

Apesar de ter menor valor de energia metabolizável do que o farelo de soja, o farelo de canola apresenta um perfil nutritivo razoável para ser utilizado nas rações avícolas.

Mutzar & Slinger (1980) observaram que os valores da disponibilidade aparente dos aminoácidos da canola situou-se em torno de 83 a 91% para a variedade "Tower" e entre 69 a 89% para a variedade "Candle". Os mesmos autores, utilizando ensaios de digestibilidade como a alimentação forçada de galos e a coleta total de excretas, determinaram os valores da EM e da disponibilidade de aminoácidos de diversas "frações" da canola como o grão, o farelo, o óleo e de uma mistura de óleos (canola e linho). Os valores da EMAn

(Energia Metabolizável Aparente corrigida para o Nitrogênio e EMVn (Energia Metabolizável verdadeira corrigida para o Nitrogênio) do grão integral da canola mostraram respectivamente os valores de 4460 e 4560 kcal/kg. Já o óleo de canola apresentou os valores de 8250 kcal/kg para a EMAn e 8460 kcal/kg para a EMVn.

Clandinin & Robblee (1983) obtiveram os valores para EMV (Energia Metabolizável Verdadeira) e EMAn do farelo de canola como sendo 1990 a 2360 kcal/kg e 1730 a 2170 kcal/kg respectivamente.

Os diferentes métodos de processamento, épocas de colheita, variedades, entre outras, são fatores importantes responsáveis pela grande diversidade de resultados no desempenho de frangos. Como exemplo, na ocorrência de superaquecimento, parte da lisina é perdida; no entanto, fatores antinutricionais, especialmente a presença de glucosinolatos e do ácido erúico na canola não comprometem seu valor nutricional, segundo Thacker (1990). Os trabalhos realizados abordando a digestibilidade de aminoácidos indicam no geral, que o farelo de canola é inferior ao farelo de soja, porém há grandes variações nos resultados.

Em um estudo, utilizando farelos oriundos do processamento do grão integral da canola ou do grão sem casca, Zuprizal et al. (1992) observaram a influência da idade e sexo das aves sobre a DVP (Digestibilidade Verdadeira da Proteína) e DVaa (Digestibilidade Verdadeira dos aminoácidos) e indicaram que os valores desses parâmetros decresceram linearmente conforme a idade das aves (3 para 6 semanas). O efeito do sexo sobre esses mesmos parâmetros não foi significativo, porém com 6 semanas de idade os valores da DVaa do farelo de canola foram mais altos para os machos.

Poucas informações estão disponíveis com relação às alterações na digestibilidade da proteína e dos aminoácidos da canola quando fornecida na dieta de frangos de corte

submetidos a diferentes temperaturas ambiente. Utilizando dois tipos de farelo de canola (derivados do grão integral e do grão sem casca), Zuprizal et al. (1993) mostraram que os valores da DVP e da DVaa em frangos entre 4 e 6 semanas de idade, submetidos a temperatura de 32° C, decresceram significativamente. No mesmo estudo, os valores da EMAn de ambos os farelos também decresceram a medida que a temperatura se elevou de 21° C para 32° C.

O processamento comum ao qual a canola é submetida para a extração de seu óleo é uma combinação das fases de prensagem, extração por solvente e extração por “expeller”, durante os quais a amostra é submetida ao aquecimento em três diferentes momentos. O efeito desse processamento sobre a qualidade da proteína do farelo de canola foi estudado por Anderson-Hafermann et al. (1993), sendo utilizado para esse fim, farelo de canola composto pelas variedades, *Brassica napus* e *B.campestris*. Os efeitos do superprocessamento através da autoclavagem das amostras sobre o desempenho das aves e sobre a solubilidade da proteína, apresentaram uma relação inversa; ou seja, o maior tempo da autoclavagem resultou em decréscimo linear no ganho em peso, na eficiência alimentar e na solubilidade da proteína avaliada em ensaios com KOH (hidróxido de potássio). Um exemplo do efeito do período de tempo da autoclavagem sobre a concentração de aminoácidos do farelo de canola é ilustrado no estudo, quando após 90 minutos na autoclave, a concentração de lisina do farelo sofreu alteração de 1,77 para 1,29%, um decréscimo de 27%, abaixo dos valores obtidos em farelos não submetidos ao aquecimento. O método da extração por solvente fez decrescer a solubilidade da proteína com maior intensidade quando comparado aos outros métodos. O efeito do processamento sobre os valores de proteína bruta (PB) e solubilidade da proteína da canola

foram acompanhados pelos últimos autores e são mostrados na Tabela 9.

Como esperado, conforme a seqüência de evolução do processamento da canola, houve um aumento linear no conteúdo em PB. A solubilidade da proteína em KOH elevou-se para 88% antes da passagem pelo solvente, decrescendo para menos da metade após a extração.

Os valores de digestibilidade verdadeira para alguns aminoácidos essenciais da canola não foram afetados significativamente pelos diversos processamentos, Tabela 10.

Tabela 9 - Efeito do processamento sobre o conteúdo em proteína bruta (PB) e solubilidade da proteína (KOH 0,2%) das diversas frações da canola.

Fase do processamento	PB (%)	Solubilidade da proteína (%)
Grãos inteiros (anterior a prensagem)	23 ^c	76 ^b
Após o cozimento (anterior ao expeller)	22 ^c	85 ^a
Após o expeller	31 ^b	88 ^a
Após a extração por solvente	36 ^a	42 ^c

Fonte: Anderson-Hafermann et al. (1993).

a,b,c: Letras distintas dentro da mesma coluna são diferentes estatisticamente ($P \leq 0,05$).

Tabela 10 - Efeito do processamento sobre a Digestibilidade Verdadeira de aminoácidos¹ (Dvaa, %) da canola avaliada através de ensaios com galos cecotomizados.

Aminoácido	Grão integral	Após cozimento	Após Expeller	Após extração por solvente
Treonina	79	83	81	78
Cistina	74	77	79	72
Valina	80	84	85	78
Isoleucina	79	83	84	78
Metionina	78	76	84	79
Leucina	84	88	89	83
Fenilalanina	86	90	90	84
Histidina	74	80	80	80
Lisina	82	84	85	80
Arginina	91	93	92	89
Média	82	86	86	81

¹ Valores médios individuais de 3 galos cecotomizados.

Fonte: Anderson-Hafermann et al. (1993).

Considerando que 1/3 do peso da canola é composto por carboidratos complexos, o que contribui com a menor disponibilidade da energia do farelo (Bell, 1993), autores como Ochodzk et al. (1995), testaram diferentes enzimas sintéticas com a finalidade de solubilizar o complexo de fibras insolúveis do farelo de canola obtendo a redução do conteúdo em fibras insolúveis da dieta em aproximadamente 50%; além disso, as aves mostraram um maior incremento do crescimento quando alimentadas com dieta contendo 15% de canola tratada. Slominsk et al. (1994) determinaram os efeitos da presença dos oligossacarídeos do farelo de canola sobre a digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos (NSP) e sobre a EMVn ao utilizar enzimas sintéticas junto a dieta experimental. Concluiu-se que a remoção dos oligossacarídeos do farelo de canola não acarretou no incremento do seu valor nutritivo. Um maior valor nutricional do farelo de canola através da melhoria da digestibilidade da proteína e da energia

pode ser obtido através da redução do teor de fibra. Isto é possível através da remoção da casca, considerando a alta proporção de casca (14 a 16%) com relação ao tamanho da semente, conforme Scapinello et al. (1996b).

Utilizando ensaios de digestibilidade de 48 horas, através da alimentação forçada de galos e coleta total de excretas, Lee et al. (1995) compararam os valores de EMAn e da EMVn do grão de canola com o grão de linho, obtendo valores superiores para o primeiro, respectivamente 4460 e 4560 kcal/kg comparados com 3750 e 3750 kcal/kg. Por se constituírem em excelentes fontes de ácidos graxos como o ácido linolênico, estes grãos geralmente são avaliados em conjunto. Na Tabela 11 são apresentados os valores das diversas frações de EM (Energia Metabolizável) obtidas nos estudos com canola (grão), seu produto e subproduto. Como destacado pelos autores, os valores da EM e da EMn (Energia Metabolizável corrigida para o Nitrogênio) não foram diferentes, havendo diferenças significativas apenas entre as frações EM aparente e verdadeira para o grão integral.

Tabela 11 - Valores de EM do farelo, do óleo e do grão de canola.

	Farelo	Óleo	Grão
	(kcal/kg)		
EMA ¹	2050 ± 0.14 ^{c,d}	8360 ± 0.49 ^a	4510 ± 0.32 ^{a,b}
EMAn ¹	1980 ± 0.10 ^{d,e}	8250 ± 0.38 ^{a,b}	4460 ± 0.33 ^{b,c,d}
EMV ²	2250 ± 0.48 ^c	8610 ± 1.15 ^a	4730 ± 0.66 ^a
EMVn ²	2090 ± 0.21 ^{c,d}	8460 ± 1.05 ^a	4560 ± 0.63 ^{c,d}

Fonte: Adaptado de Lee et al. (1995).

a - d = Valores distintos dentro de uma mesma coluna são diferentes estatisticamente (P < 0,05).

¹ Determinados através de ensaios utilizando galos com coleta total de excretas.

² Determinados através de ensaios utilizando galos com alimentação forçada.

4.3. Utilização da canola na alimentação de poedeiras comerciais

Farelo de canola ou canola integral não são ingredientes comuns na dieta de poedeiras comerciais, no entanto, devido a sua composição nutritiva podem ser uma fonte alternativa, protéica e energética, a ser empregada conforme seu custo e disponibilidade no momento de sua utilização.

Utilizando a variedade de canola *Brassica campestris*, variedade Candle, Slinger et al. (1978) observaram que não houve qualquer efeito deletério da inclusão de farelo de canola sobre os parâmetros de produção quando utilizada nos níveis de 5-10% na alimentação de poedeiras. Leeson et al. (1978) trabalharam com canola integral, processada através de diferentes métodos, avaliando seu impacto na alimentação de poedeiras comerciais. As dietas experimentais continham canola, variedade Tower, sob a forma de grão cru (não processado), grão inteiro autoclavado (121 °C por 20 minutos) ou grão inteiro autoclavado e moído. As aves que consumiram 10% de canola sob a forma integral crua em sua dieta, produziram significativamente mais ovos, porém de menor tamanho; já as aves que receberam canola autoclavada na dieta, produziram ovos com qualidade de casca superior quando comparados com os ovos do tratamento controle (ração testemunha milho-soja).

Comparando-se o teor de fósforo do farelo de canola (1,1%), com os valores médios de fósforo do farelo de soja (0,64%), Thomas et al. (1983) observaram que os parâmetros de qualidade dos ovos não foram afetados pelos tratamentos onde se utilizou a canola. No entanto, menor taxa de produção ocorreu sob os tratamentos que utilizaram 20 e 25% de farelo de canola em sua composição. A conversão alimentar também

foi similar para todos os tratamentos, o que, segundo os autores indicou que não houve consumo adicional da ração para se encontrar as exigências em fósforo. Em 1985, Nassar et al. conduziram um experimento onde se avaliou o desempenho de poedeiras leves alimentadas com farelo de canola substituindo parcialmente ($1/3$ e $2/3$) ou totalmente o farelo de soja em base protéica equivalente. Os autores concluíram que o farelo de canola pode substituir integralmente o farelo de soja nas dietas sem afetar o desempenho das aves.

Atteh et al. (1987) sugeriram que as aves podem tolerar acima de 20% de canola integral na dieta sem qualquer efeito deletério na produção e qualidade da casca dos ovos. No entanto, algumas evidências sugerem que a canola pode favorecer certas condições patológicas como a síndrome do fígado hemorrágico (Pearson et al. 1978), além da redução no tamanho do ovo (Papas et al. 1979, Summers et al. 1985). Os últimos autores discutem que um dos principais fatores que levam ao baixo desempenho quando o farelo de canola substitui (em base protéica) o farelo de soja, é a redução na densidade energética da dieta. Devido a esse fato, espera-se que a ave aumente o consumo da ração, de modo a satisfazer suas necessidades energéticas, porém, na maior parte dos trabalhos, o efeito oposto é observado.

Considerando que o farelo de canola contém aproximadamente 0,66% de Ca comparando-se com 0,20% do Ca disponível no farelo de soja, Summers et al. (1988a) observaram os efeitos da inclusão de canola na proporção de 15% na dieta de poedeiras comerciais. Os resultados mostraram que houve redução no consumo de ração e na qualidade da casca dos ovos. Summers et al. (1988b) mostraram que o consumo e o tamanho dos ovos foram reduzidos quando 10% de farelo de canola estava presente na dieta. Os autores associaram o menor tamanho dos ovos com

o menor teor energético das dietas experimentais. No estudo, a substituição de 15% do farelo de soja por farelo de canola fez decrescer o consumo bem como a qualidade da casca, sendo as dietas fornecidas das 16 às 36 semanas de idade. Resultados similares foram mostrados por Roth-Maier & Kirchgessner (1988) num experimento envolvendo poedeiras vermelhas e avaliando um farelo comercial de canola em rações de postura (25 a 78 semanas de idade), comparando as dietas experimentais com o farelo de soja. A participação de 20% de canola acarretou em efeitos deletérios como a tendência à produção de ovos menores, redução no consumo e conseqüente menor ingestão energética; em função desse resultado os autores sugeriram níveis de inclusão máximos de 15% de canola nas rações para a fase de postura.

Um estudo envolvendo poedeiras com idade inicial de 22 semanas foi conduzido por Nwokolo & Sim (1989b), avaliando os efeitos no desempenho quando se utilizou uma dieta a base de cevada-farelo de canola (proporção 40:6,0) e cevada-canola integral (40:10,0). Uma menor taxa de produção foi observada nas aves sob o tratamento com canola integral, o que os autores atribuíram a presença de glucosinolatos; diferente do desempenho das aves sob tratamento com o farelo de canola processado (submetido a peletização). Tal comportamento deveu-se ao aquecimento ao qual o farelo foi submetido, sendo a enzima mirosinase responsável pela quebra dos glucosinolatos inativada adequadamente, não havendo portanto, sua influência negativa sobre o organismo da ave. Um maior consumo de ração foi observado nas aves que ingeriram a dieta contendo canola integral, o que os autores atribuem ao menor valor da EM da dieta, 2792 kcal/kg, comparando-se com a energia de uma segunda dieta testada (2862 kcal/kg) contendo a mistura peletizada, canola integral/cevada, (incorporada a um nível de 40%). O índice de pigmentação da gema elevou-se gradativamente nos ovos

oriundos das aves sob as dietas contendo níveis crescentes de farelo de canola.

Hulan & Proudfoot (1990) compararam as variedades Candle e Tower da canola na alimentação de poedeiras observando que houve diferenças de desempenho das aves em função das diferenças entre variedades. A utilização da variedade Tower propiciou durante o período de crescimento e produção um aumento da eficiência alimentar quando comparada a variedade Candle.

Sendo a canola uma fonte bastante rica em ácidos graxos de cadeia longa, Cherian & Sim (1991), compararam dietas contendo 16% de semente de canola moída com uma dieta controle contendo farelo de soja e trigo e concluíram que houve um significativo aumento no conteúdo em ácidos graxos ômega-3 nos ovos oriundos das aves submetidas à dieta contendo a canola. O perfil lipídico da gema do ovo sendo influenciado pela dieta, torna-se facilmente manipulável quando se dispõe de fontes ricas em ácidos graxos de cadeia longa como os ácidos ômega-3 presentes no farelo de canola.

Utilizando poedeiras comerciais com idade inicial de 21 semanas, Murakami et al. (1994a) verificaram o efeito sobre o desempenho da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola nas rações durante um período experimental de 20 semanas. Observou-se redução linear no peso médio dos ovos à medida que se elevaram os níveis de farelo de canola nas rações. Outros parâmetros como produção, consumo, conversão alimentar, e espessura de casca não apresentaram diferenças entre os distintos tratamentos. O nível de 12,44% de inclusão do farelo de canola, substituindo até 30% da proteína do farelo de soja acarretou em desempenho semelhante ao das aves alimentadas com rações a base de farelo de soja; porém houve redução no peso médio dos ovos com o aumento dos níveis de farelo de canola.

Quando Danicke et al. (1995) testaram os níveis de 7,5 ou 15% de inclusão de canola na dieta de poedeiras nenhum efeito negativo foi observado, no entanto a inclusão de 22,5% fez decrescer a eficiência alimentar e a produção de ovos. Conforme os níveis de canola se elevaram, a porcentagem de ácidos graxos saturados dos ovos decresceu, enquanto a proporção de ácidos graxos poliinsaturados aumentou.

4.3.1. Efeitos da presença de canola em rações para linhagens de poedeiras vermelhas

Quando farelos de canola com baixo ou alto teor de glucosinolatos foram incluídos em rações para poedeiras vermelhas, algumas aves produziram ovos com odor e sabor característicos ("fishy odor" ou odor de peixe) sendo a sinapina (presente na semente da canola), identificada como precursora do composto trimetilamina (TMA), responsável por essa característica, segundo Hobson - Frohock et al.(1977).

Como resultado do crescente interesse da utilização do farelo de canola na alimentação de poedeiras comerciais, estudos foram efetuados para se compreender o mecanismo através do qual ocorre a formação da trimetilamina e sua conseqüente deposição no ovo. Diferenças consistentes entre raças e linhagens com relação a presença de odor quando da utilização de farelo de canola nas dietas e sua maior incidência em certas linhagens de poedeiras vermelhas mostram claramente que o problema possui um aspecto genético importante, sendo que um único gene autossômico semi-dominante provavelmente estaria envolvido. Posteriormente descobriu-se que o fator genético expressava-se como uma deficiência na TMA-oxidase e possuía uma alta herdabilidade. Após intensivos estudos com lotes de aves comerciais segundo Butler et al. (1983) citado por Butler & Fenwick

(1984), nenhuma correlação entre a pigmentação do ovo e a atividade da TMA-oxidase nas progênies foram detectadas, mas sim sua presença exclusiva em ovos de poedeiras vermelhas.

Quando certa quantidade de TMA é absorvida a partir do trato gastrointestinal excedendo a capacidade da ave em metabolizá-lo e excretá-lo, parte é desviado durante a formação da gema, o que pode ser suficiente para afetar os ovos. Os mesmos autores esclareceram que os fatores antinutritivos envolvidos na presença do odor característico ("fishy odor") nos ovos, podem interagir formando uma potente combinação que afeta a atividade da principal enzima envolvida na inativação da TMA. Substâncias como a sinapina, taninos solúveis e a goitrina foram identificadas como inibidoras da TMA-oxidase. Normalmente a TMA, absorvida a partir do trato-gastrointestinal da ave é rapidamente convertida em seu óxido por uma enzima, a TMA-oxidase presente no fígado e nos rins, sendo excretada dessa forma.

As aves suscetíveis são aquelas que por um defeito genético não produzem a enzima trimetilamina-oxidase (TMA-oxidase), produzida no fígado e rins. A ação da TMA-oxidase é converter a TMA num composto inodoro. Porém quando os níveis de ingestão de TMA se elevam acima da capacidade de neutralização da TMA-oxidase, há passagem do composto aos ovos em formação.

Bell (1993) sugeriu que o fenômeno não ocorre caso a dieta contenha menos de 0,1% de sinapina, no entanto, os valores médios dessa substância no farelo de canola situam-se entre 0,6 - 1,8 % ou mesmo 2,5 a 3,0 %, conforme Blair & Reichert (1984). Excetuando-se a farinha de peixe, outros ingredientes comuns na dieta das aves não contém valores expressivos de TMA livre, segundo Butler & Fenwick (1984). No caso de fontes protéicas como a farinha de peixe, a

presença de trimetilamina pode estar condicionada a ocorrência de deterioração do produto. A TMA também pode ser produzida pela ação de bactérias entéricas junto a colina, vitamina presente em quantidade expressiva na dieta das poedeiras. A colina em sua forma livre não acarretou na formação de quantidades significativas de TMA, quando fornecida à poedeiras vermelhas conforme relatam Goh et al. (1979). Os autores discutem que uma possível explicação para isso está na forma sob a qual a colina está disponível na dieta (no caso, utilizou-se cloreto de colina) que por ser rapidamente absorvida, impossibilitou a ação das bactérias presentes no ceco, responsáveis pela conversão em TMA. O tratamento da canola (*Brassica campestris*, var. Candle) submetida ao processamento de extração do óleo com amônia anidra, reduziu sensivelmente o conteúdo em trimetilamina dos ovos oriundos das aves alimentadas com uma ração com 10% de farelo de canola oriundo desse processamento, conforme estudo de Goh et al. (1984).

5. Conclusões

⇒ Os valores de digestibilidade da matéria seca, energia, proteína e aminoácidos do farelo de canola para suínos são inferiores aos do farelo de soja.

⇒ A redução na proporção de cascas (fibra) e o aumento na proporção de proteína bruta pode resultar em maior energia bruta, alta digestibilidade da energia e em maior disponibilidade da energia metabolizável da canola na alimentação de aves e suínos.

⇒ Aproximadamente 1/3 do peso do farelo é composto por carboidratos complexos o que contribui para a menor disponibilidade da energia do farelo de canola para aves e suínos. Estudos sobre a natureza e efeitos fisiológicos dos componentes dos carboidratos do farelo de canola podem

oferecer novas oportunidades para um incremento do valor nutricional do farelo.

⇒ Os farelos de canola e de soja, se complementam satisfatoriamente num programa de formulação em função do perfil de aminoácidos, sendo o impacto do relativo baixo valor energético da canola corrigido com os valores de energia metabolizável apresentados pela soja.

⇒ Por apresentar valores de energia digestível e energia metabolizável inferiores ao farelo de soja para aves e suínos, a inclusão do farelo de canola na dieta desses animais reduz o nível de energia da dieta, reduzindo o desempenho caso não seja feita correção para os níveis de energia equivalentes aos de uma dieta de milho e farelo de soja.

⇒ Ao se formular dietas com farelo de canola para aves e suínos, é aconselhável considerar o teor de aminoácidos digestíveis e não somente os aminoácidos totais, em função das diferenças na digestibilidade dos aminoácidos entre o farelo de soja e o farelo de canola e em função do processamento sofrido pelo grão.

⇒ Quando corrigido o nível de energia da dieta e formulado por aminoácidos digestíveis, o farelo de canola pode ser incluído em até 8% da dieta para leitões na fase inicial (12 a 20 kg de peso vivo). Para suínos dos 20 aos 40, dos 40 aos 80 e dos 80 aos 120 kg de peso vivo, pode-se substituir até 50, 80 e 100% do farelo de soja da dieta por farelo de canola, respectivamente, sem afetar o desempenho.

⇒ A inclusão do farelo de canola na dieta de suínos em crescimento e terminação como principal fonte protéica tende a reduzir a deposição de gordura na carcaça.

⇒ Um nível de inclusão de 20% de farelo de canola em dietas de frangos de corte para as distintas fases da criação (inicial, crescimento e final) é recomendado; exemplos de formulação utilizando o farelo de canola são mostrados na Tabela 12.

⇒ Para matrizes pesadas e poedeiras na fase de produção, a inclusão na dieta de no máximo 10% do farelo de canola é recomendado. Um exemplo de formulação de dieta

para a fase de produção de poedeiras comerciais é mostrado na Tabela 13.

⇒ A inclusão de canola integral na dieta das aves está condicionada à inativação dos fatores antinutritivos, o que se dá em função do processamento, no entanto um nível seguro recomendado para matrizes pesadas, poedeiras e frangos de corte é de no máximo 10%.

⇒ O óleo de canola constitui-se em fonte energética aceitável na dieta das aves.

⇒ A presença de ácidos graxos insaturados em quantidade apreciável na canola implica em melhor perfil nutritivo dos ovos quando se utiliza essa fonte protéica na dieta das aves.

⇒ A presença de ovos com odor e sabor de peixe quando se utiliza canola na alimentação das poedeiras, particularmente poedeiras vermelhas, é um fato já caracterizado em literatura e que é facilmente solucionado quando se utilizam variedades de canola com baixo teor de sinapina.

Tabela 12 - Composição percentual das rações utilizando farelo de canola¹ nas diferentes fases de criação de frangos de corte.

Ingredientes	Inicial (0-21 dias)	Inicial c/canola	Crescimento (22-35 dias)	Crescimento c/ canola	Final (36-42 dias)	Final c/ canola
Milho	54,91	46,54	56,42	48,81	63,26	55,46
Farelo de soja	37,72	23,86	35,35	20,89	29,99	15,6
Farelo de canola	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00	20,00
Óleo de soja	3,34	5,84	4,66	7,03	3,4	5,83
Calcário	1,27	1,15	0,94	0,82	0,89	0,77
Fosfato bicálcico	1,78	1,62	1,69	1,52	1,61	1,45
DL-metionina	0,23	0,22	0,16	0,14	0,16	0,18
Sal	0,39	0,40	0,41	0,42	0,41	0,43
Colina 60%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Prem.vitamínico ²	0,10	0,11	0,11	0,10	0,07	0,07
Prem. Mineral ³	0,15	0,15	0,15	0,16	0,1	0,1
BHT ⁴	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados						
PB	22	22	21	21	19	19
EM (kcal/kg)	3050	3050	3150	3150	3150	3150
Ca	0,99	0,99	0,85	0,85	0,8	0,8
Pdisp	0,44	0,44	0,42	0,42	0,40	0,40
Met	0,54	0,57	0,46	0,47	0,43	0,49
Met + Cist	0,92	0,89	0,83	0,78	0,77	0,77
Lys	1,20	1,19	1,13	1,10	1,00	1,00
FB	3,33	4,77	3,23	4,65	3,08	4,49
Trip	0,46	0,38	0,43	0,35	0,37	0,29
Treo	0,87	0,90	0,83	0,84	0,75	0,76
Arg	1,41	1,35	1,34	1,26	1,20	1,12

¹ Farelo de canola com 88% de matéria seca, 37 % de Proteína Bruta; 2.103 kcal/kg de EM, 12%de Fibra Bruta e 1,7% de Extrato Etéreo

² Suplementou-se por kg da dieta: vitamina A 10.000.000 UI; vitamina D₃ 2.500.000 UI; vitamina E 3500 mg; vitamina K 3.000 mg; tiamina (B₁) 2200 mg; riboflavina (B₂) 6000 mg; niacina 50.000 mg; ácido pantotênico 12.000 mg; piridoxina 4.000 mg; ácido fólico 1.000 mg; biotina 100 mg; vitamina B₁₂ 20.000 mcg.

³ Suplementou-se por kg da dieta:sulfato de manganês (31%) 70.000 mg; óxido de zinco (31%) 50.000 mg; sulfato de ferro (28%) 60.000 mg; sulfato de cobre (25%) 8.000 mg; iodato de cálcio (62%) 500 mg; selenito de sódio (45%) 250 mg, Tylan 40, ELANCO, Coxistac 1.000.000 mg.

⁴ Butil-Hidroxi-Tolueno (antioxidante).

Tabela 13 - Composição percentual das rações utilizando farelo de canola¹ na fase de produção de poedeiras comerciais.

Ingredientes	Fase de produção (18-44 semanas de idade)	Fase de Produção c/canola
Milho	56,00	52,00
Farelo de soja	27,99	20,93
Farelo de canola ¹	0,00	10,00
Óleo de soja	3,46	4,68
Calcário	9,67	9,61
Fosfato bicálcico	2,00	1,91
DL-metionina	0,15	0,14
Sal	0,42	0,42
Colina 60%	0,10	0,10
Prem. Vitamínico ²	0,10	0,10
Prem. Mineral ³	0,10	0,10
BHT ⁴	0,01	0,01
Total	100,00	100,00
Valores calculados		
PB	17,5	17,5
EM (kcal/kg)	2860	2860
Ca	3,9	3,9
Pdisp	0,46	0,46
Met	0,41	0,41
Met + Cist	0,72	0,69
Lys	0,92	0,91
FB	2,80	3,52
Trip	0,35	0,31
Treo	0,70	0,70
Arg	1,11	1,07

¹ Farelo de canola com 88% de matéria seca, 37 % de Proteína Bruta; 2.103 kcal/kg de EM, 12% de Fibra Bruta e 1,7% de Extrato Etéreo.

² Suplementou-se por kg da dieta: vitamina A 10.000.000 UI; vitamina D₃ 2.500.000. UI; vitamina E 3500 mg; vitamina K 3.000 mg; tiamina (B₁) 2200 mg; riboflavina (B₂) 6000 mg; niacina 50.000 mg; ácido pantotênico 12.000 mg; piridoxina 4.000 mg; ácido fólico 1.000 mg; biotina 100 mg; vitamina B₁₂ 20.000 mcg.

³ Suplementou-se por kg da dieta:sulfato de manganês (31%) 70.000 mg; óxido de zinco (31%) 50.000 mg; sulfato de ferro (28%) 60.000 mg; sulfato de cobre (25%) 8.000 mg; iodato de cálcio (62%) 500 mg; selenito de sódio (45%) 250 mg, Tylan 40, ELANCO.

⁴ Butil-Hidroxi-Tolueno (antioxidante).

6. Referências bibliográficas

- ANDERSON-HAFERMANN, J.C.; ZHANG, Y.; PARSONS, C.M. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal, **Poultry Science**, v.72, p.326-333,1993.
- ATTEH, J. O.; LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Role of soap formation in utilization of full-fat canola by laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**, v.67, p.501-507,1987.
- BAIDOO, S.K.; McINTOSH, M.K.; AHERNE, F.X. Selection preference of starter pigs fed canola meal and soybean meal supplemented diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, n.4, p.1039-1049, 1986.
- BAIDOO, S.K.; MITARU, B.N.; AHERNE, F.X.; BLAIR, R. The nutritive value of canola meal for early-weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.18, n.1, p.45-53, 1987.
- BAIER, A.C. **Informações sobre a cultura da "canola" para o Sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993.
- BAILEY, H.S.; HILL, D.C. Nutritional evaluation of low and high fibre fractions of rapeseed meal using chickens and pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.55, p.223-232. 1975.
- BELL, J.M. Nutrients and toxicants in rapeseed meal: a review. **Journal of Animal Science**, v.58,n.4,p.996-1010,1984.
- BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73,p.679-697, 1993.
- BELL, J.M.; ANDERSON, D.M; SHIRES, A. Evaluation of Candle rapeseed meal as a protein supplement for swine. **Canadian Journal Animal Science**, v.61, n.2, p.453-461,1981.
- BELL, J.M.; KEITH, M.O. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.24,p.253-265,1989.
- BELL, J.M. ; KEITH, M.O. Feeding value for pigs of canola meal derived from Westar and triazine-tolerant cultivars. **Canadian Journal Animal Science**, v.67,n.3,p.811-819,1987.
- BELL, J.M.; KEITH, M.O.; HUTCHESON, D.S. Nutritional evaluation of very low glucosinolate canola meal. **Canadian Journal Animal Science**, v.71,p.497-506,1991.

- BELL, J.M.; SHIRES, A; McCUAIG, L.W. Effects of supplementary iodine, iodinated casein, lysine, methionine and copper on growing pigs fed canola meal. **Nutrition Reports International**, v.37, n.5, p.1135-1146,1988.
- BERTOL, T.M.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D. Valores de composição química e de digestibilidade de alguns alimentos para suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza:SBZ, 1996.p.182-184
- BERTOL, T.M.; ZANOTTO, D.L. Determinação do balanço de energia e nitrogênio de alguns alimentos para suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1997. p.345-346.
- BLAIR, R.; REICHERT, R.D. Carbohydrate and phenolic constituents in a comprehensive range of rapeseed and canola fractions: Nutritional significance for animals. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.35, p.29-35,1984.
- BOURDON, D.; AUMAITRE, A. Low-glucosinolate rapeseeds and rapeseed meals: effect of technological treatments on chemical composition, digestible energy content and feeding value for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.30,n.3-4,p.175-191,1990.
- BUTLER, E. J.; FENWICK, G.R. Trimethylamine and fishy taint in eggs. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.38-51, 1984.
- CASTELL, A.G.; SPURR, D.T. Responses of growing-finishing pigs to canola-supplemented diets based on barley, spring or winter wheats. **Canadian Journal Animal Science**, v.64,n.2,p.459-469,1984.
- CASTELL, A.G.; CLIPLEF, R.L. Evaluation of pea screenings and canola meal as a supplementary protein source in barley-based diets fed to growing-finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73,p.129-139,1993.
- CHERIAN, G.; SIM, J.S. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos, and newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.70, p.917-922, 1991.
- CLANDININ, D.R; ROBBLEE, A.R. Apparent and true metabolizable energy values for low glucosinolate type rapeseed meal. **Feedstuffs**, v.55,n.5,p. 20, 1983.

- DANICKE, S.; ZACHMANN, R.; BOTTCHEER, W.; JEROCH, H. Influence of graded levels of rapeseed in laying hen diets on the fatty acid composition of yolk fat. **Fett Wissen Technology**. v.97,p.194-199, 1995.
- DRANSFIELD, E.; NUTE, G.R.; MOTRAM, B.S.; ROWAN, T.G.; LAWRENCE, T.L.J. Pork quality from pig feed on low glucosinolate rapessed meal: influence of level in the diet, sex and ultimate pH. **Journal Science Food Agriculture**, v.36,p.546-556, 1985.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: 1991. 97p. (EMBRAPA-CNPASA. Documentos, 19).
- FRANZOI, E.E. **Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de canola**. Pelotas: UFPel, 1996. 88p.Tese Mestrado.
- GOH, Y.K.; MUELLER, M.M.; CLANDININ, D.R.; ROBLEE, A.R. The effects of choline and sinapine bisulfate in a laying ration on the incidence of fishy odor in eggs from brown-shelled egg layers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.59,p.545-549, 1979.
- GOH,Y.K.; REBOLLEDO, M.; ROBBLEE, A.R.; CLANDININ, D.R. Effect of ammoniation of canola meal on the fishy odor and trimethylamine contents of eggs produced by brown-egg layers. **Poultry Science**, v.63,p.706-709, 1984.
- GOMES, P.C.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. de. Utilização do farelo de canola em rações de suínos na fase de terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33.,1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.145-146.
- GRANDHI, R.R., NARENDRAN, R.; BOWMAN, G.H.; SLINGER, S.J. A comparison of soybean meal and Tower rapeseed meal as supplements to corn in diets of growing-finishing and heavy weight pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.60,n.1,p.123-130,1980.
- HOBSON-FROHOC, A.; FENWICK, G.R.; HEANEY, R.K.; LAND, D.G.; CURTIS, R.F. Rapeseed meal and egg taint: association with sinapine. **British Poultry Science**, v.18,p.539-541,1977.

- HULLAN, H.W.; PROUDFOOT, F.G. The nutritional value of rapeseed meal for caged layers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.139-147, 1990.
- INTERNATIONAL MINERALS & CHEMICAL CORPORATION (Mundelein, IL) **Feed ingredient analysis table and recommendations**. Mundelein, IL: 1982. 2p.
- KEITH, M.O.; BELL, J.M. Composition and digestibility of canola press cake as a feedstuff for use in swine diets. **Canadian Journal Animal Science**, v.71, p.789-885, 1991.
- LEE, K.; QI, G.; SIM, J.S. Metabolizable energy and amino acids availability of full-fat seeds, meals and oils of flax and canola. **Poultry Science**, v.74, n.8, p.1341-1348, 1995.
- LEESON, S.; ATTEH, J.O.; SUMMERS, J.D. Effects of increasing dietary levels of full-fat canola on performance, nutrient retention and bone mineralization. **Poultry Science**, v.66, p.875-880, 1981.
- LEESON, S.; SLINGER, S.J.; SUMMERS, J. D. Utilization of whole Tower rapeseed by laying hens and broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, v.58, p.55-61, 1978.
- MARANGONI, I.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. Farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento (61-107 dias). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1995, Blumenau. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1995. p.161.
- McINTOSH, M.K.; BAIDOO, S.K.; AHERNE, F.X.; BOWLAND, J.P. Canola meal as a protein supplement for 6-20 kg pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.66, p.1051-1056, 1986.
- McKINNON, P.J.; BOWLAND, J.P. Comparisom of low glucosinolate-low erucic acid rapeseed meal (cv. Tower), commercial rapeseed meal and soybean meal as sources of protein for starting, growing and finishing pigs and young rats. **Canadian Journal of Animal Science**, v.57, n.4, p.663-678, 1977.
- MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A. E. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase inicial (42 a 63 dias). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.417-427, 1995a
- MOREIRA, I.; MARANGONI, I.; SCAPINELLO, C. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento-terminação (61-141 dias). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS,7.,1995, Blumenau.
Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA,1995b. p.162.

- MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A.E. 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...** Concórdia:EMBRAPA-CNPSA, 1993.p.143.
- MURAKAMI, A.E., FURLAN, A.C., SCAPINELLO, C. Composição química e valor energético da semente e do farelo de canola para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995 Curitiba. **Anais...** Campinas: APINCO, 1995.p.17-18.
- MURAKAMI, A.E.; KIRA, K.C.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. Farelo de canola na alimentação de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS,1994, Santos. **Anais...** Campinas: APINCO, 1994a, p.49-50.
- MURAKAMI, A.E.; OKAMOTO, E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO,C.; FURLAN, A.C.; CARDOSO, A. Farelo de canola na alimentação de frangos de corte, In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas:APINCO,1994b. p.47-48.
- MUTZAR, A.J; SLINGER, S.J. Apparent aminoacid availability and apparent metabolizable energy values of Tower and Candle rapeseeds and rapeseed meals determined in two laboratories. **Canadian Journal of Animal Science**, v.58, p.485-492, 1980.
- NARENDRAN, R.; BOWMAN, G.H.; LEESON, S.; PFEIFFER, W.Effect of different levels of Tower rapeseed meal in corn-soybean meal based diets on growing-finishing pig performance. **Canadian Journal Animal Science**, v.61,n.1,p.213-216,1981.
- NÄSI, M.; SILJANDER-RASI, H. Effects of thermal processing on digestibility and protein utilization of rapessed meal of medium and low glucosinolate type in diets for growing pigs. **Journal of Agricultural Science in Finland**, v.63, p.475-482, 1991.
- NASSAR, A.R.; GOEGER, M.P.; ARSCOTT, G.H. Effect of canola meal in laying hen diets. **Nutrition Reports International**, v.31, n.6, p.1349-1355,1985.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 9. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1988. 93p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**, 9.rev.ed. Washington, DC: National Academy Press, 1994. 155p.
- NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: Application to low protein, amino acid supplemented diets. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE: SWINE ENERGETICS, 1996, Urbana-Champaign. **Proceedings...** Urbana:University of Illinois, 1996. p.15-25.
- NOVUS INTERNATIONAL, Brussels. Oil Meals/rapeseed-safflower. In: NOVUS INTERNATIONAL, Brussels. **Raw material compendium**, 2. ed. Brussels: 1994. p.336-337.
- NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full fat canola seed in broiler diets. **Poultry Science**, v.68, n.10, p.1374-1380, 1989a.
- NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full fat canola seed in layer diets. **Poultry Science**, v.68, n.4, p.1485-1489, 1989b.
- OCHODZK, P.; RAKOWSKA, M.; REK-CIEPLY, B.; BYERGEGAARD, C.; SORENSEN, H. Studies on enzymatic fractionation chemical composition and biological effects on dietary fibre in rape seed (*Brassica napus* L.). 3. Degradation of dietary components of rape seed by microbial enzymes and its influence on nutrient utilization by rats and chickens. **Journal of Animal Science**, v.4, p.153-160, 1995.
- PAIK, I.K.; ROBLEE, A.R.; CLANDININ, D.R. Products of the hydrolisis of rapeseed glucosinolates. **Canadian Journal Animal Science**, v.60, p.481-493, 1980.
- PAPAS, A.; CAMPBELL, L.D.; CANSFIELD, P.E. A study of the association of glucosinolates to rapeseed meal iduced hemorrhagic liver in poultry and the influence of supplemental vitamin K. **Canadian Journal of Animal Science**, v.59, p.133-144, 1979.
- PEARSON, A.W.; BUTLER, E.J.; CURTIS, R.F.; FENWICK, G.R.; HOBSON-FROHOCK, A.; LAND, D.G.; HALL, S.A. Effects of rapeseed meal on laying hens (*Gallus domesticus*) in relation to fatty liver-haemorrhagic syndrome and egg taint. **Research in Veterinary Science**, v.25, p.307, 1978.
- PROUDFOOT, F.G.; HULAN, H.W.; McRAE, K.B. The effect of diets supplemented with Tower or Candle rapeseed meals on performance of meat chicken breeders. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, p.239-247, 1982.

- RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A.; ORDONEZ, G.; BOHAC, C.E. Fatty acids profiles of the total lipid oxidation in pork muscles as affected by canola oil on the animal diet and muscle location. **Meat Science**, v.23, p.201-210, 1988.
- RHÔNE POULENC ANIMAL NUTRITION (Commentry, France). **Nutrition guide: feed formulation with digestible amino acids**. Commentry: 1989. 34 p.
- ROSSING, A.C. Situação mundial das oleaginosas. **Informe econômico CNPSo**, v.2, n.3, p.5-18, 1996.
- ROTH-MAIER, D.A.; KIRCHGESSNER, M. Feeding of zero-rapeseed to fattening chickens and laying hens. **Archiv fur Gelflugelkunde**, v.59, n.4, p.241-46, 1995.
- ROTH-MAIER, D.; KIRCHGESSNER, M. The long range feeding of canola meal to laying hens. **Landwirtschaft Forschung**, v.41, n.1-2, p.140-150, 1988.
- SAUER, W.C.; CICHON, R.; MISIR, R. Amino acid availability and protein quality of canola and rapeseed meal for pigs and rats. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.292-301, 1982.
- SCAIFE, J.R.; MOYO, J.; GALBRAITH, H.; MICHIE, W.; CAMPBELL, V. Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British Poultry Science**, v.35, p.107-118, 1994.
- SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E. 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.1102-1114, 1996 a.
- SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E. Valor nutritivo do farelo e da semente de canola para coelhos em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1115-1123, 1996 b.
- SLOMINSK, B.A.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, W. Oligosaccharides in canola meal and their effect on nonstarch polysaccharide digestibility and true metabolizable energy in poultry. **Poultry Science**, v.73, p.156-162, 1994.
- SLINGER, S.J.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Utilization of meal from a new rapeseed variety Brassica campestris cv. Candle in layer diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.58, p.593-596, 1978.

- SUMMERS, J.D.; BEDFORD, M. Canola meal and diet acid-base balance for broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.335-339, 1994.
- SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Mineral profile of canola and soybean meal. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, p.913-919, 1985.
- SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; BEDFORD, M. Sulphur and calcium supplementation of soybean and canola meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.127-133, 1992.
- SUMMERS, J.D.; BEDFORD, M.; SPRATT, D. Amino acid supplementation of canola meal. **Canadian Journal of Animal Science**, v.69, n.2, p.469-475, 1989.
- SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; LEESON, S. Utilization of calcium in canola meal supplemented laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, p.1315-1317, 1988a.
- SUMMERS, J.D.; LEESON, S.; SPRATT, D. Canola meal and egg size. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, p.907-913, 1988b.
- THACKER, P.A. Canola meal. In: THACKER, P.A.; KIRKWOOD, R.N. **Nontraditional feed sources for use in swine production**. Boston: Butterworths, 1990. p.69-78.
- THOMAS, D.; ROBBLEE, A.R.; CLANDININ, D.R. Dietary phosphorus requirements of laying hens kept in floor pens and feed diets containing canola meal. **Canadian Journal of Animal Science**, v.63, p.225-232. 1983.
- ZANOTTO, D.; GOMES, P.C.; GUIDONI, A.L. Farelo de canola na alimentação de suínos em crescimento-terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1995, Blumenau. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSC, 1995. p.163.
- ZUPRIZAL, M.L.; CHAGNEAU, A.M. Effect of age and sex on true digestibility of amino acids of rapeseed and soybean meals in growing broilers. **Poultry Science**, v.71, p.1486-1492, 1992.
- ZUPRIZAL, M.L.; CHAGNEAU, A.M.; GERAERT, P.A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. **Poultry Science**, v.72, p.289-295, 1993.

*Missao da **Embrapa***

Gerar, promover e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento sustentavel dos segmentos agropecuarios, agroindustrial e florestal, em benef cio da sociedade.

*Missao da **Embrapa** Su nos e Aves*

Gerar e promover conhecimentos, tecnologias, serviços e insumos para o desenvolvimento sustentado da suinocultura e avicultura, em benef cio da sociedade.

Conheça nossa home page:
www.cnpsa.embrapa.br



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Caixa Postal 21, 89.700-000, Concórdia, SC
Telefone (049) 4428555, Fax (049) 4428559
cnpsa@cnpsa.embrapa.br*

