

Variações em metabólitos no plasma e hormônios no soro sanguíneo de coelhas alimentadas com farelo de canola em substituição gradual ao farelo de soja

Ivanor Nunes do Prado*, Lígia Vieira Lage e Cláudio Scapinello

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Author for correspondence. e-mail: inprado@uem.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis variações dos níveis plasmáticos de glicose, triglicérides, colesterol total, uréia e os níveis do soro sanguíneo de estradiol, progesterona, insulina, T₃ e T₄ em coelhas alimentadas com dietas em que o farelo de canola substituiu em 00%, 33%, 66% e 100% o farelo de soja, no período de 43 aos 225 dias de idade (final da primeira lactação). Foram utilizadas quarenta coelhas da raça Nova Zelândia Branca, em um delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 10 repetições. As coelhas foram cobertas aos 150 dias de idade. Aos 43, 80, 150, 184 e 225 dias, foram realizadas as coletas de sangue por punção cardíaca. Os níveis plasmáticos de glicose, triglicérides, colesterol total e uréia não foram alterados pelos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. No entanto, houve efeito quadrático em relação à idade dos animais. Os níveis no soro sanguíneo de estradiol, progesterona, insulina, T₃ e T₄ não apresentaram efeito de tratamento. Os níveis de progesterona e T₄ apresentaram efeito quadrático em relação à idade das coelhas. As variações encontradas em função da idade dos animais poderiam ser atribuídas às variações ambientais ou fisiológicas durante o período de realização do experimento.

Palavras-chave: canola, coelha, hormônios, metabólitos plasmáticos.

ABSTRACT. Changes in metabolic plasma and serum hormones in female rabbits fed on diets with canola meal gradually replacing soybean meal. Possible changes in plasma levels of glucose, triglycerides, total cholesterol, urea, serum levels of estradiol, progesterone, insulin, T₃ and T₄ in female rabbits are evaluated. Rabbits were fed on soybean meal in a gradual substitution (00%, 33%, 66% and 100%) by canola meal. Rabbits aged 43 to 225 days, on completing first pregnancy and lactation. Forty White New Zealand rabbits female were used in a completely randomized design, with four treatments and 10 replications. At 43, 80, 150, 184 and 225 days old the animals underwent heart puncture for blood collection. Females were mated at 150 days. Levels of glucose plasma, triglycerides, total cholesterol and urea failed to show any significant variations with regard to treatment. However, a quadratic effect was reported with regard to time. There was no significant change in serum levels of estradiol (E₂), progesterone, insulin, T₃ and T₄ attributed to treatment. Progesterone and T₄ showed a quadratic behavior with regard to time. Feeding did not interfere in parameters. Changes recorded might be attributed to environmental and/or physiological variations experimented by animals during the period.

Key words: canola, rabbit, serum hormones, plasma metabolites.

No início dos anos 90, a cultura da canola foi introduzida no Brasil com objetivo maior de produzir óleo de qualidade para o consumo humano, e o farelo, como subproduto, para alimentação animal. Na Europa e no Canadá, a canola é utilizada desde algum tempo para alimentação animal em substituição ao farelo de soja (Aherne *et al.*, 1986). A canola (palavra derivado de CANadian Oil Low Acid) foi produzida no Canadá

com objetivo de desenvolver variedades derivadas da colza, com baixos fatores antinutricionais, tais como o ácido erúico e glicosinolatos. Desta forma, as variedades que apresentam menos de 2% de ácido erúico e 3 mg de glicosinaloto por grama de óleo ou farelo são conhecidos como canola (Sorrel e Shurson, 1990). Quando os fatores anti-nutricionais são reduzidos, a semente da canola é uma fonte de alta qualidade para produção de óleo para o consumo

humano, rico em ácidos graxos poliinsaturados e sem a presença do colesterol.

Com o crescente uso do óleo de canola para consumo humano e farelo para alimentação animal, uma discussão tem sido realizada sobre as possibilidades de que a redução dos teores de substâncias antitiroídicas não seria suficiente o bastante para interferir no funcionamento da glândula da tireóide e conseqüentemente sobre os hormônios produzidos por esta glândula (T_3 e T_4), assim como sobre os hormônios reprodutivos, haja vista suas inter-relações.

Ochetim *et al.* (1980) citados por Bell *et al.* (1991) observaram uma hiperplasia da tireóide e uma hipertrofia do epitélio folicular em suínos alimentados com farelo de canola. No entanto, Christison e Laarveld (1981) encontraram níveis normais de tiroxina em animais alimentados com farelo de canola. No entanto, a capacidade de armazenamento do hormônio estava obstruída. Norton *et al.* (1989) observaram que os níveis de T_3 e T_4 em ovinos alimentados com uma ração com 6% de óleo de canola eram inferiores em comparação aos animais alimentados com semente de canola. Da mesma forma, os autores observaram que a enzima do fígado a de-iodinase 5'-tiroxina apresentava atividade reduzida nos animais alimentados com semente de canola. Deve ser salientado que os hormônios da tireóide são importantes no funcionamento geral do organismo, haja vista suas influências em quase todos os tecidos e órgãos (Aires, 1991). Dentre suas funções, estão, entre outras, estímulo à secreção da insulina, perda total de libido em machos e fêmeas, quando ausente, ou impotência nos machos, quando em excesso (Gyton, 1992). Estas mesmas informações foram encontradas em experimentos realizados com bovinos (Petersen *et al.*, 1941, citado por McDonald (1980); Swanson e Boatman, 1983, citados por McDonald, 1980). Da mesma forma, a insulina que é estimulada pelos hormônios da tireóide tem influência direta no desempenho reprodutivo dos animais. Em razão disso, vários trabalhos têm demonstrado a necessidade de insulina no ciclo reprodutivo dos animais (Siegel e Wade, 1979; Kirckick *et al.*, 1982).

Animais diabéticos apresentam uma reduzida capacidade de produção de progesterona (Vomachka e Johnson, 1982; Garris *et al.*, 1984) que pode ser parcialmente revertida com a aplicação exógena de insulina (Garris *et al.*, 1984). A identificação de receptores de insulina no estroma ovariano (Poretsky *et al.*, 1985; Jarret *et al.*, 1985) e a correlação entre insulina identificada no líquido folicular e maturação folicular (Diamond *et al.*, 1985) têm

demonstrado a importância da insulina nas funções reprodutivas. Ainda, efeitos diretos da insulina sobre a atividade ovariana têm sido mostrados, incluindo a ativação da produção progesterona pela granulosa (May e Schomberg, 1981; Veldhuis *et al.*, 1983) e pelas células do corpo lúteo (Ladenhein *et al.*, 1984). Khorasani *et al.* (1992) observaram que a concentração de insulina no plasma sanguíneo diminuiu de forma linear em vacas de leite alimentadas com diferentes níveis de canola na ração.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da substituição gradativa (00, 33, 66 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de coelhas, dos 43 aos 223 dias de idade, sobre as concentrações de hormônios da tireóide (T_3 e T_4) e suas conseqüências sobre hormônios endócrinos (insulina, progesterona e estradiol). Ainda, foram determinados os teores sanguíneos de glicose, colesterol total, triglicérides e uréia.

Material e métodos

Animais e instalações. O experimento foi realizado no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná. Foram utilizadas 40 coelhas da raça Nova Zelândia Branca, dos 43 aos 225 dias de idade. Os animais foram distribuídos em gaiolas individuais em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 10 repetições.

Tratamentos. Foram formuladas quatro diferentes rações, onde a proteína bruta do farelo de soja (FS) foi substituída gradualmente (00, 33, 66 e 100%) pela proteína bruta do farelo de canola (FC). As dietas foram formuladas de forma a se apresentarem isoenergéticas, isoprotéicas, isoaminoácídicas para metionina + cistina e lisina, isocálcicas e isofosfóricas (Tabela 1).

Coleta de sangue. O sangue foi coletado, pela manhã, de cinco animais de cada tratamento, definidos ao acaso na primeira coleta, através de uma punção cardíaca. A partir da primeira coleta, os mesmos animais foram usados para as coletas subseqüentes. Aproximadamente 5 mL de sangue foram coletados de cada animal e divididos em dois tubos identificados de 2,5 mL: um tubo com EDTA para obtenção do plasma; e o outro, sem EDTA, para obtenção do soro. O plasma e o soro sanguíneo foram congelados e estocados a -20°C até as análises laboratoriais. As coletas de sangue foram realizadas aos 43 (início do experimento), 80, 150 (quando as coelhas foram

cobertas), 185 (3 dias após o parto) e aos 225 dias de idade dos animais (final do experimento).

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola			
	0	33	66	100
Farelo de soja	14,00	9,333	4,667	-
Farelo de canola	-	5,392	10,675	15,986
Milho	23,432	23,432	23,432	23,432
Farelo de trigo	24,00	24,00	24,00	24,00
Feno de coast cross	5,16	5,16	5,16	5,16
Feno de alfafa	28,00	28,00	28,00	28,00
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico	0,80	0,684	0,567	0,45
Calcário Calcítico	1,00	1,014	1,027	1,040
Mistura Vit.+Min. ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Coccidiostat	0,08	0,08	0,08	0,08
Bacitracina de zinco	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina 99	0,11	0,074	0,038	0,002
Óleo de soja	0,468	0,312	0,156	-
L-Lisina HCl 78%	-	0,0162	0,0324	0,0486
Palha de arroz	1,50	1,00	0,50	-
Inerte	-	0,0528	0,216	0,3514
Composição calculada com base na matéria natural				
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00
Fibra bruta (%)	13,00	13,00	13,00	13,00
Energia Digestível (kcal/kg)	2600	2600	2600	2600
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina+Cistina (%)	0,60	0,60	0,60	0,60
Lisina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80

1- Mistura Vit.+Min. Composição por kg: Vit.A,300000 UI; Vit.D, 5000 UI; Vit.E, 500 mg; Vit.K, 100 mg; Vit.B1, 200 mg; Vit. B2, 300mg; Vit. B6, 100mg; Vit. B12,1000 mcg; ácido nicotínico, 1500mg; ácido pantotênico, 980 mg; Colina, 35000mg; Ferro, 4000 mg; Cobre, 600 mg; Cobalto, 100 mg; Zinco, 6000 mg; Manganês, 4300 mg; Iodo, 32mg; Selênio, 8 mg; Metionina, 30000 mg; Promotor crescimento, 3000 mg; coccidiostat, 12500 mg; sínox, 10000 mg

Análises laboratoriais. Os níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos e colesterol total foram dosados pelo método de colorimetria enzimática, de acordo com Trinder (1969). Os níveis de uréia foram dosados pelo método da Glutamina Dehydrogenase (UV) (Bergmeyer, 1985). Os níveis de progesterona e estradiol (Hemmila *et al.*, 1984; Lovgren *et al.*, 1985), insulina, tri-iodotironina (T₃) e tiroxina (T₄) (Hemmila *et al.*, 1984) foram dosados no soro sanguíneo por radioimunoensaio (RIA).

Análises Estatísticas. O programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética), desenvolvido por Euclides (1983), foi usado para as análises. Quando as médias apresentavam diferenças entre si, o teste de Dunett foi usado para comparação entre os diferentes níveis de canola na ração e a ração com farelo de soja.

Resultados e discussão

Os níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia das coelhas alimentadas com diferentes níveis de farelo de canola (FC) em substituição ao farelo de soja (FS) estão apresentados

na Tabela 2. Os crescentes níveis de substituição do FS pelo FC não alteraram ($P>0,05$) os níveis plasmáticos destes quatro metabólitos. Por outro lado, a idade ao momento da amostragem do sangue apresentou uma curva quadrática para os níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia. Os níveis de glicose aumentaram até aos 80 dias de idade. Ainda os níveis de triglicerídeos, colesterol total e uréia aumentaram dos 43 aos 150 dias de idade. Após este aumento, ocorreu uma redução dos mesmos até o período final do experimento. Embora a idade dos animais não tenha sido o objetivo principal deste trabalho, os diferentes níveis de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia, observados em diferentes idades, poderiam ser atribuídos às diferenças individuais, pelo fato de os animais não se encontrarem em jejum no momento de coleta de sangue. Nos animais monogástricos ou pré-ruminantes o jejum tem efeito determinante sobre os níveis sanguíneos de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia (Prado *et al.*, 1991, 1994a, 1994b). Da mesma forma, variações similares observadas para os níveis de triglicerídeos, colesterol total e uréia poderiam ser esperados, visto que durante a realização do experimento os animais passaram por diferentes condições climáticas e fisiológicas.

O experimento, sendo realizado em 182 dias, sofreu o efeito de 3 diferentes estações climáticas: primavera (fase inicial), outono e inverno (fase final). Deve ser salientado que as variações climáticas (temperatura, umidade, luminosidade...) causam efeitos pronunciados sobre o metabolismo animal. Da mesma forma, durante este período, os animais passaram por diferentes fases fisiológicas (crescimento, puberdade, cobertura e primeiro parto), que determina um comportamento dinâmico dos metabólitos sanguíneos. É reconhecido ainda que durante a vida, sobretudo durante a gestação, ocorre uma reserva de nutrientes, e a produção de hormônios esteróides (derivados do colesterol) está elevada (Gyton, 1992). Na realidade, foi observado, desde o desmame (43 dias de idade e início da fase experimental) até a idade adulta e de reprodução (150 dias de idade, momento da cobertura e gestação), um acúmulo de reservas energéticas, haja vista o aumento de triglicerídeos e colesterol. Após a cobertura, ao final da gestação e no momento do nascimento houve um decréscimo nos níveis de triglicerídeos e colesterol total, demonstrando o uso da energia acumulada durante a gestação no momento do parto. Na seqüência, para uma lactação ótima é necessário que grandes quantidades de nutrientes sejam drenados da corrente sanguínea para as glândulas mamárias para produção de leite. Em mulheres, aproximadamente 50 g de gordura e 100 g de

lactose, a partir da glicose, são necessárias para a síntese do leite ao dia (Gyton, 1992). Na coelha, a glândula mamária é o local do uso de lipoproteínas para síntese do leite (Guesnet e Demarne, 1987).

Tabela 2. Níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos, colesterol total e uréia em coelhas alimentadas com níveis crescentes de farelo de canola em substituição ao farelo de soja em diferentes idades

Idade (dias)	Níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (%)				Média
	00	33	66	100	
Glicose (mg/dl)					
43	107.4	112.4	103.0	109.4	108.08
80	147.0	106.4	126.8	124.0	126.05
150	107.8	97.8	105.0	101.6	103.05
184	113.0	106.6	107.6	112.2	109.85
225	117.0	97.0	109.8	84.2	102.05
Média*	118.4	104.0	110.4	106.3	109.8
Triglicerídeos (mg/dl)					
43	108.8	101.0	127.6	105.6	110.7
80	137.2	86.4	118.2	106.2	112.0
150	151.4	149.6	114.6	174.4	147.5
184	86.8	64.2	60.8	101.2	78.2
225	83.6	63.0	143.2	85.4	98.8
Média*	113.6	96.8	112.9	114.6	109.5
Colesterol Total (mg/dl)					
43	78.8	86.0	73.4	90.6	82.2
80	76.6	73.0	71.6	74.0	73.8
150	109.4	113.6	102.2	135.2	115.1
184	71.4	64.4	62.8	56.8	63.6
225	79.2	76.2	77.2	72.8	76.3
Média*	83.1	82.4	77.4	85.9	82.2
Uréia (mg/dl)					
43	25.8	29.4	30.2	27.0	28.1
80	34.6	33.8	35.8	36.6	35.2
150	47.0	49.0	49.2	49.4	48.6
184	39.8	42.4	38.4	39.6	40.0
225	49.6	46.8	52.2	52.2	50.2
Média*	39.4	40.3	41.2	41.0	40.4

*P<0.05

Os resultados dos níveis do soro dos hormônios sexuais (estradiol e progesterona e metabólicos (insulina, T₃ e T₄) das coelhas estão apresentados na Tabela 3. Os resultados mostraram que a substituição gradativa do FS pelo FC não teve efeito (P>0,05) sobre estes hormônios. Não há dados na literatura com coelhas para maiores comparações. No entanto, em um experimento com bovinos, com substituição de 00, 33, 67 % e 100% do FS pelo FC, os níveis de T₄ apresentaram uma decréscimo linear, com aumento dos níveis de canola (Lardy e Kerley, 1994). No entanto, deve ser salientado que a composição da semente e do farelo de canola apresenta variações significativas nos fatores antinutricionais, em função das diversas variedades.

Por outro lado, os níveis de progesterona e T₄ apresentaram comportamento quadrático (P<0,05). Os níveis de progesterona mostraram um aumento entre 80 e 150 dias de idade. Isto ocorreu em função da maturidade sexual das coelhas. Na realidade, a partir dos 80 dias de vida, as coelhas podem apresentar consecutivas maturações foliculares de forma

continuada (Leonart et al., 1981), ou ainda apresentar uma atividade cíclica normal. As coelhas foram cobertas aos 150 dias de idade. Aos 184 dias (2 dias após o parto) os níveis de progesterona estavam reduzidos. Na realidade, no momento do parto os níveis de progesterona são baixos para possibilitar as contrações uterinas. Desta forma, a ativação do sistema adrenal-hipófise-hipotálamo do feto tem lugar, aumentando a produção de corticóides. Os corticóides aumentam a atividade das enzimas 17 α -hydroxylases; 17,20 demolase e aromatase, transformando a progesterona em E₂. O aumento dos níveis de E₂ estimula a síntese de prostaglandina e o sistema neurohipofisário hipotalâmico que determinam a liberação de oxitocina. Estes fatores são necessários para a contração uterina (Aires, 1991; Gyton, 1992). Após o nascimento, o corpo lúteo atresico e a ausência da placenta não contribuem mais para a produção de progesterona. Isto poderia explicar os baixos níveis de progesterona aos 184 dias de vida das coelhas (2 dias após o parto). No entanto, em coelhas o ciclo estral é rapidamente estabelecido, mesmo no período de lactação. Embora não seja recomendada, a cobertura das coelhas pode ser realizada 48 horas após o parto (Leonart et al., 1981), mostrando que os níveis de progesterona estariam próximos ao normal.

Tabela 3. Níveis plasmáticos de estradiol, progesterona, insulina, T₃ e T₄ em coelhas alimentadas com níveis crescentes de farelo de canola em substituição ao farelo de soja em diferentes idades

Idade (dias)	Níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (%)				Média
	00	33	66	100	
Estradiol (pg/ml)					
80	28,5	50,2	17,7	18,0	28,6
150	26,6	20,7	16,6	26,8	22,7
184	22,7	26,6	35,4	18,7	26,1
225	29,8	26,1	16,4	27,7	25,0
Média	27,1	30,9	21,5	22,8	25,6
Progesterona (ng/ml)					
80	11,52	20,54	18,11	19,84	17,50
150	11,89	23,43	21,51	19,26	19,02
184	7,70	25,84	20,76	9,79	16,07
225	21,57	29,04	30,52	45,40	31,63
Média *	13,17	24,71	22,72	23,62	21,06
Insulina (μ U/ml)					
80	6,84	5,24	6,94	5,44	6,14
150	5,02	7,30	5,08	6,42	5,95
184	4,87	5,80	3,48	7,10	5,31
225	4,76	7,22	6,00	5,96	5,99
Média	5,40	6,39	5,37	6,23	5,85
T ₃ (ng/ml)					
80	1,16	1,12	1,22	1,16	1,16
150	1,12	1,07	1,16	1,04	1,10
180	1,20	1,05	1,12	1,16	1,13
225	1,16	1,12	1,15	1,10	1,13
Média	1,16	1,09	1,16	1,11	1,13
T ₄ (μ g/100ml)					
80	2,90	2,76	2,78	2,80	2,81
150	3,12	2,87	2,88	3,20	2,97
184	2,93	2,92	2,52	2,74	3,57
225	3,32	3,72	3,30	3,92	2,90
Média*	3,36	3,02	2,87	3,16	3,03

*P<0.05

Os níveis plasmáticos de T_4 aumentaram dos 80 aos 184 dias de vida das coelhas. Após este período ocorreu um decréscimo nos níveis de T_4 ; este comportamento pode ser descrito por uma curva do 3º grau ($P < 0,05$). Como mencionado anteriormente, a estação do ano é um fator importante, visto que os fatores ambientais têm influência na atividade endócrina das glândulas relacionadas à reprodução. Lardy e Kerley (1994) também observaram variações nos níveis de T_3 e T_4 no soro sanguíneo, em função do período do ano. Os autores atribuíram estas variações às mudanças do meio ambiente.

Além do fator de meio ambiente, a gestação, em mulheres, aumenta a função da tireóide em aproximadamente 5%, provavelmente em razão da secreção de TSH (Thyroid stimulating hormone) pela placenta e pela ação da HCG (Human Chorionic Gonadotrophin), determinando um aumento de aproximadamente 15% no metabolismo basal na fase final de gestação (Gyton, 1992). Estes fatores poderiam explicar o aumento nos níveis de T_4 encontrados antes do nascimento (aos 150 dias de idade das coelhas) e seu posterior decréscimo após o nascimento (aos 184 dias de idade das coelhas), que retornaram aos níveis metabólicos normais. No entanto, variações semelhantes não foram observadas nos níveis circulantes de T_3 . Isto poderia ser em função do fato de que mais de 90% dos hormônios liberados consistem em tiroxina (T_4) e menos de 10% são de tri-iodotironina (T_3). Estudos recentes têm mostrado que o hormônio T_4 seria um pro-hormônio, enquanto que T_3 seria liberado na forma de hormônio ativo. Chegando em determinados tecidos, o T_4 penetra na célula e pode ser deiodizado e transformado em T_3 . Desta forma, os níveis de T_3 seriam mantidos estáveis (Aires, 1991; Gyton, 1992). Talvez por essas razões, os níveis de T_4 teriam sido os únicos que mostraram variações significativas na corrente sanguínea.

Embora os níveis circulantes de insulina não tenham apresentado variações significativas durante toda fase experimental, uma variação poderia ser esperada em função dos diferentes estágios fisiológicos que as coelhas experimentaram. A secreção da insulina é estimulada pelos hormônios da tireóide (Aires, 1991). Um estado diabético materno é observado em animais gestantes produzido pelo hormônio lactogênico da placenta (Gyton, 1992). Estes fatores poderiam explicar as variações plasmáticas dos níveis sanguíneos de glicose. Apesar destas alterações, os níveis sanguíneos de insulina não apresentaram variações significativas.

O farelo de canola tem sido usado com frequência como substituto de farelo de soja na alimentação de animais de interesse zootécnico. No entanto, poucas informações estão disponíveis sobre as atividades goiterogênicas da canola e seus derivados sobre o metabolismo de vários animais que receberam produtos na canola na ração: bovinos (Zinn, 1993; Lardy e Kerley, 1994), suíno (Sorrel e Shurson, 1990; Moreira *et al.*, 1996), ovinos (Matras *et al.*, 1990; Lough *et al.*, 1991), potros (Baudet *et al.*, 1988) e coelhos (Scapinello *et al.*, 1994, 1996).

Em conclusão, a substituição do FS pelo FC para coelhas, dos 43 dias até a primeira parição, não alterou o metabolismo animal e a função de hormônios relacionados à reprodução. As diferenças observadas com a idade seriam determinadas pelas diferentes fases fisiológicas e pelas condições ambientais às quais os animais foram submetidos durante o período experimental. No entanto, novos estudos deveriam ser realizados com uso de canola na alimentação de coelhos para melhor definir os efeitos dos fatores antinutricionais presentes em algumas variedades de canola. Pode-se salientar ainda que novas variedades de canola estão sendo disponibilizadas no mercado, o que poderia contribuir para a redução dos efeitos antinutricionais.

Referências

- AIRES, M.M. *Fisiologia*. Rio de Janeiro: Ed Guanabara Koogan, 1991.
- BAUDET, J.J. *et al.* Cahier technique colza - Tourteau et basse teneur en glucosinolates (BTG). *Cetion*, Paris, 1988.
- BELL, J.M. *et al.* Nutritional evaluation of very low glucosinolate canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 71, p. 497-506, 1991.
- BERGMEYER, H.U. *Methods of enzymatic analysis*, 3. ed., v.8, Deerfield Beach: VCH, 1985.
- CHRISTISON, G.I.; LAARVELD, D.B. Thyroid hormone response to thyrotropin releasing hormone by pigs fed canola, rapessed and soybean meals. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 61, p. 1023-1029, 1981.
- COX, N.M. *et al.* Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 64, p. 507-516, 1987.
- DIAMOND, M.P. *et al.* Human follicular fluid insulin concentration. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Le Raincy, v. 61, p. 990, 1985.
- EUCLYDES, R.F. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- GARRIS, D.R. *et al.* Effect of alloxan-induced diabetes on corpus luteum function in the pseudopregnant rat. *Diabetes*, Le Raincy, v. 33, p. 611, 1984.

- GUESNET, P.; DEMARNE, Y. La regulation de la lipogenese et de la lipolyse chez les mammiferes. Paris: INRA, 1987.
- GYTON, A.C. *Tratado de Fisiologia Médica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 864p. 1992.
- HEMMILA, I. et al. Europium as a label in time-resolved immunofluorometric assays. *Anal. Biochem.*, New Delhi, v. 137, p. 335-343, 1984.
- JARRET, J.C. II et al. Insulin binding to human ovaries. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Oxford, v. 60, p. 460, 1985.
- KHORASANI, G.R. et al. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones and metabolites in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 75, p. 492-501, 1992.
- KIRCKICKI, H.J. et al. Restoration of the LH surge and ovulation by insulin in alloxan-diabetic immature rats treated with pregnant mare's serum gonadotropin. *Neuroendocrinology*, Basel, v. 29, p. 200-205, 1982.
- LADENHEIN, R.G. et al. Insulin action and characterization of insulin receptors in rat luteal cells. *Endocrinology*, Baltimore, v. 115, p. 752, 1984.
- LARDY, G.P.; KERLEY, M.S. Effect of increasing the dietary level of rapessed meal on intake by growing beef steers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 72, p. 1936-1942, 1994.
- LLEONART, F. et al. *Tratado de Cunicultura: principios basicos, mejoray seleccion alimentacion*. Barcelona: Ed. Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura, v.1, 1981.
- LOUGH, D.S. et al. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on performance, serum lipids, and carcass characteristics of growing rams lambs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 69, p. 3292-3298, 1991.
- LOVGREN, T. et al. Determination of hormones by time-resolved fluoroimmunoassay. *Talanta*, Oxford, v. 31, p. 909-916, 1984.
- MATRAS, J. et al. Effects of ruminal escape proteins and canola meal on nitrogen utilization by growing lambs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 68, p. 2546-2555, 1990.
- MAY, J.V.; SCHOMBERG, D.W. Granulosa cell differentiation in vitro: effect of insulin on growth and functional integrity. *Biol. Reprod.*, Champaign, v. 25, p. 421, 1981.
- McDONALD, L.E. The thyroid gland. In: McDONALD, L.E. (Ed.). *Veterinary endocrinology and reproduction* Philadelphia: Lea & Febiger, 1941.
- MCDONALD, L.E. (Ed.). *Veterinary endocrinology and reproduction*, 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980.
- MOREIRA, I. et al. Utilização do farelo de canola na alimentação de suínos na fase de crescimento. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 25, p. 103-112, 1996.
- NORTON, S.A. et al. Growth performance, digestibility and thyroid hormone concentrations of rams fed diets containing canola oil, protected canola oil and whole canola seed. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 67 (Suppl.1), p. 549A, 1989.
- PORETSKY, L. et al. Specific insulin binding sites in human ovary. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Cidade, v. 59, p. 809, 1984.
- PRADO, I.N. et al. Influência da substituição do leite de cabra pelo leite de vaca ou proteínas de soja sobre a absorção de nutrientes pelo cabrito pré-ruminante. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Cidade, v. 20, p. 181-192, 1991.
- PRADO, I.N. et al. Influência do leite semi-desnatado de vaca ou proteínas de soja sobre a absorção de nutrientes pelos cabritos pré-ruminantes. *Revista Unimar.*, Maringá, v. 16, n. 1, p. 123-136, 1994a.
- PRADO, I.N. et al. Efeito do leite de vaca e proteínas da soja sobre níveis plasmáticos de glicose, lipídeos, triglicérides, colesterol e uréia em cabritos pré-ruminantes. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, v. 37, p. 91-107, 1994b.
- SCAPINELLO, C. et al. Utilização do farelo de canola em substituição parcial e total da proteína bruta do farelo de soja em ração para coelhos em crescimento. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v. 25, p. 1002-1014, 1996.
- SCAPINELLO, C. et al. Substituição parcial e total da proteína bruta do farelo de soja pelo farelo de canola, para coelhos em crescimento. *Revista Unimar*, Maringá, v. 16, p. 49-58, 1994.
- SORREL, E.R.; SHURSON, G.C. Use of canola and canola meal in swine diets reviewed. *Feedstuffs*, Minneapolis, v. 62, p. 13-14, 1990.
- TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, London, v. 6, p. 24-27, 1969.
- VELDHUIS, J.D. et al. Mechanisms subserving the tropic actions of insulin on ovarian cells. *J. Clin. Investig.*, New York, v. 72, p. 1046, 1983.
- VOMACHKA, M.S.; JOHSON, D.C. Ovulation, ovarian 17 α -hydroxylase activity, and serum concentrations of luteinizing hormone, estradiol and progesterone in immature rats with diabetes mellitus induced by streptozotocin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, New York, v. 171, p. 207, 1982.
- ZINN, R.A. Characteristics of ruminal and total tract digestion of canola meal and soybean meal in a high-energy diet for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 71, p. 796-801, 1993.

Received on June 06, 2001.

Accepted on July 30, 2001.