

Avaliação de metabólitos lipídicos e hormônios esteróides em soro de coelhas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de óleos vegetais

Márcia Aparecida Andreazzi^{1*}, Cláudio Scapinello², Gentil Vanini de Moraes², Haroldo Garcia de Faria³, Elisabeth Eiko Aoki⁴ e Andrea Cristiane Michelan²

¹Departamento de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Maringá, Av. Guedner, 1610, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

³Biotério Central, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ⁴Hospital Universitário, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência.

RESUMO. Foram utilizadas 40 matrizes em um delineamento experimental, inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (ração sem óleo e rações contendo 3% de óleo de canola, 3% óleo de milho ou 3% óleo de soja) e 10 repetições. Foram colhidas amostras de sangue das coelhas no 16º dia da primeira e da segunda gestação e no 11º dia após o primeiro parto. Com o soro obtido, foram dosadas as concentrações de triglicerídeos totais, colesterol total, lipoproteínas de alta (HDL), de baixa (LDL) e de muito baixa (VLDL) densidades, progesterona e 17β-estradiol. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. No entanto, os níveis de colesterol-HDL e de 17β-estradiol foram maiores ($P<0,05$) na segunda gestação. A concentração de progesterona foi menor ($P<0,05$) durante a primeira gestação e maior ($P<0,05$) 11 dias após o primeiro parto. Conclui-se que a utilização de ração, contendo 3% de óleo vegetal na ração de coelhas, não promoveu alterações no perfil lipídico sanguíneo nem nos níveis dos hormônios esteróides estudados.

Palavras-chave: coelhas, colesterol, 17β-estradiol, óleo vegetal, progesterona, triglicerídeos.

ABSTRACT. Evaluation of lipid metabolic and steroid hormones in serum of rabbit does fed on rations containing different sources of vegetable oil. Forty rabbit does were distributed in a completely randomized experimental design, with four treatments (oil-free ration and rations with 3% canola oil, 3% corn oil or 3% soybean oil) and 10 replications. Blood samples were collected on the 16th day of their first and second pregnancies, and on the 11th day after the first birth. Concentrations of total triglyceride, total cholesterol, high (HDL), low (LDL) and very low (VLDL) density lipoprotein (HDL), progesterone and 17β-estradiol were analyzed in serum. No difference was reported among treatments ($p>0.05$). However, levels of HDL-cholesterol and 17β-estradiol were higher in the second pregnancy ($p<0.05$). Progesterone concentration was lower ($p<0.05$) during the first pregnancy and became higher 11 days after the first birth. It may be suggested that rations with 3% vegetable oil failed to cause any changes in serum lipid profiles and in steroid hormone levels.

Key words: rabbit does, cholesterol, 17β-estradiol, vegetable oil, progesterone, triglycerides.

Introdução

Estudos realizados com animais ruminantes demonstraram um efeito benéfico da inclusão de óleos vegetais ricos em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) sobre o desempenho reprodutivo (Stanko *et al.*, 1997, Thomas *et al.*, 1997) por meio de mudanças metabólicas e hormonais, que compreendem aumento nos níveis séricos do hormônio do crescimento (GH), fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) e

insulina. Esta, por sua vez, promove aumento no número de receptores para o hormônio foliculo estimulante (FSH), estimula a mitogênese e a esteroidogênese, resultando em aumento dos níveis séricos dos hormônios esteróides (Wehrman *et al.*, 1991, Ryan *et al.*, 1992, Lammoglia *et al.*, 1997).

De acordo com Andrade (1994) e Vianni e Braz-Filho (1995), nos ratos e nos humanos, o consumo de rações ricas em AGPI ($\omega 3$ e $\omega 6$) diminui os níveis séricos de colesterol total e de lipoproteínas de baixa

densidade (LDL) e de muito baixa densidade (VLDL) e do triglicerídeos e aumenta as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

No entanto, vários trabalhos conduzidos com eqüinos demonstraram que a adição de óleo vegetal ou de gordura animal nas rações pode aumentar os níveis séricos de colesterol total. Bowman (1977) observou que eqüinos em crescimento, recebendo ração com 5% de óleo de milho, apresentaram maiores níveis séricos de colesterol total quando comparados aos animais que receberam ração controle sem adição de óleo. Resultados semelhantes foram relatados por Rich (1980), que alimentou eqüinos com rações contendo 10% de óleo de milho, de gordura animal ou de uma mistura de óleo de milho e gordura animal e observou altos níveis de colesterol sanguíneo nos três tratamentos. Manzano *et al.* (1995) incluíram 5% de óleo de soja e 5,5% de gordura animal em ração para potras e também obtiveram resultados que mostraram a elevação do colesterol sérico.

Loo *et al.* (1991) avaliaram os níveis de lipoproteínas plasmáticas em coelhos em crescimento alimentados com ração contendo 3% de óleo de milho ($\omega 6$), óleo de coco ($\omega 3$) ou óleo de peixe ($\omega 6$), e encontraram maiores níveis de colesterol-VLDL e LDL nos animais que receberam óleo de milho.

Em trabalho realizado com ratos alimentados com ração contendo 280g de óleo de canola ($\omega 3$)/ kg, dos 21 dias aos 15 meses de idade, Águila *et al.* (1997) reportaram aumento nas concentrações séricas de colesterol-HDL e diminuição de colesterol-LDL, porém, sem diferenças nos níveis de triglicerídeos.

Chiericatto *et al.* (2000) avaliaram 30 coelhas Grimaud, no período de 36 a 119 dias de idade, e observaram que a concentração de colesterol diminuiu com a idade (2,65 a 2,11 nmol/ L), porém, os níveis de triglicerídeos não variaram (1,13 a 0,89 nmol/ L). Franchini *et al.* (1990) reportaram que a diminuição dos níveis de colesterol total em função da idade já foi relatada em outras espécies animais, e que essa redução talvez possa ser atribuída à maior utilização do colesterol na síntese dos hormônios esteróides sexuais.

Segundo Cupps (1991) e Knobil e Neill (1994), a progesterona, a testosterona e o 17 β -estradiol são esteróides intimamente relacionados e são sintetizados a partir do colesterol, que pode ser oriundo da síntese “de novo”, do colesterol intracelular armazenado ou do colesterol lipoprotéico. Contudo, evidências têm mostrado claramente que o colesterol lipoprotéico, principalmente o LDL e o HDL, são as principais fontes de colesterol para a síntese dos hormônios gonadais (Knobil e Neill, 1994).

Vários pesquisadores sugeriram uma relação direta entre as concentrações de colesterol e de

hormônios esteróides plasmáticos. Velásquez *et al.* (1996), trabalhando com fêmeas caprinas, verificaram aumento nas concentrações séricas de colesterol total e colesterol-HDL e relacionaram esse achado à maior produção de progesterona no início da gestação. Talavera *et al.* (1985) e Mâncio (1994) verificaram declínio nas concentrações de colesterol total durante a fase luteal em novilhas, explicado, segundo Grummer e Carrol (1988), pela maior captação de colesterol pelo tecido luteal para a síntese de progesterona.

Porém, poucos são os trabalhos realizados em coelhos que objetivaram estudar os aspectos fisiológicos, principalmente no que diz respeito às variações do padrão de alguns metabólitos sanguíneos, durante as diferentes fases.

Alguns trabalhos envolvendo estudos de coelhos, desde a desmama até a maturidade sexual, têm reportado dados bioquímicos sanguíneos (Younglai, 1986, 1989, Chiericatto *et al.*, 2000; Rizzi *et al.*, 2000). Outras pesquisas têm demonstrado as concentrações séricas de alguns hormônios, em coelhas adultas (Kriesten e Murawski, 1988; Gadsby, 1989). Contudo, pesquisas sobre a influência da alimentação rica em AGPI sobre as concentrações séricas de diferentes metabólitos lipídicos e hormônios, ainda são escassas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de 3% de óleo de canola (baixa concentração de AGPI), óleo de milho (média concentração de AGPI) ou óleo de soja (alta concentração de AGPI) em rações para coelhas Nova Zelândia Branco, sobre as concentrações séricas de metabólitos lipídicos e dos hormônios progesterona (P4) e 17 β -estradiol (E2).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, de maio a outubro de 2000.

Foram utilizadas 40 matrizes Nova Zelândia Branco, nulíparas, com idade média inicial de 5 meses, durante dois partos consecutivos, e 10 reprodutores da mesma raça, com idade média de 6 meses.

Os animais foram alojados, individualmente, em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semi-automático de chapa galvanizada.

As matrizes foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (ração sem óleo e rações contendo 3% de óleo de canola, óleo de milho ou óleo de soja) e 10 repetições. As rações foram formuladas de forma a apresentarem-se isocalóricas, isoprotéicas, isoaminoácídicas para metionina+cistina e lisina, isocálcicas e isofosfóricas, com base nas

exigências do AEC (1987) para coelhas em reprodução (Tabela 1). O fornecimento da ração e a ingestão de água foram à vontade, tendo iniciado 30 dias antes da primeira cobertura.

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais.

Ingredientes	Unidade	Controle	Rações com óleo vegetal		
			Canola	Milho	Soja
Milho	Kg	20,54	15,37	15,37	15,37
Farelo de soja	Kg	15,50	14,00	14,00	14,00
Farelo de trigo	Kg	22,00	28,50	28,50	28,50
Feno de alfafa	Kg	17,00	24,00	24,00	24,00
Feno de aveia	Kg	18,00	10,00	10,00	10,00
Óleo vegetal	Kg	0,00	3,00	3,00	3,00
Amido	Kg	3,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	Kg	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico	Kg	0,30	0,20	0,20	0,20
Calcário	Kg	1,20	0,95	0,95	0,95
DL-Metionina	Kg	0,06	0,07	0,07	0,07
Mist. Vit+Min1	Kg	0,50	0,50	0,50	0,50
Casca de arroz	Kg	1,50	2,00	2,00	2,00
Caulim	Kg	0,00	1,00	1,00	1,00
Antioxidante (BHT)	Kg	0,00	0,01	0,01	0,01
Total	Kg	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição analisada com base na matéria natural					
Matéria seca	%	90,07	90,44	91,58	91,20
Amido2	%	17,04	14,12	14,05	14,20
Extrato etéreo2	%	3,65	7,25	7,23	7,12
Proteína bruta2	%	16,95	17,48	17,05	17,28
FDN2	%	35,97	34,12	35,49	34,20
FDA2	%	17,79	18,34	18,39	18,15
Cálcio2	%	1,00	0,98	0,98	0,98
Fósforo2	%	0,56	0,60	0,60	0,60
Metionina+Cistina3	%	0,60	0,60	0,60	0,60
Lisina3	%	0,84	0,82	0,82	0,82
Energia Digestível2	Kcal/kg	2.599	2.586	2.631	2.622

¹Nuvital, composição por kg do produto: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8.000mg; Vit K3, 200mg; Vit B1, 400mg; Vit B2, 600mg; Vit B6, 200mg; Vit B12, 2.000mg; Ac. Pantotênico, 2.000mg; Colina, 70.000mg; Ferro, 8.000mg; Cobre, 1.200mg; Cobalto, 200mg; Manganês, 8.600mg; Zinco, 12.000mg; Iodo, 64mg; Selênio, 16mg; Metionina, 120.000mg; Antioxidante, 20.000 mg. ²Composição analisada, ³Composição calculada.

As análises de matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido (método não sequencial), cálcio e fósforo foram realizadas de acordo com as descrições de Silva (1990) e amido, pelo método enzimático de Poore *et al.* (1989), adaptado por Pereira e Rossi (1995). Também foi determinada a composição dos principais ácidos graxos, de acordo com a International Organization for Standardization (ISO 5509, 1978) (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de extrato etéreo e de ácidos graxos (AG) saturados e insaturados nas rações experimentais.

Lípidios (%)	Controle	Rações com óleo vegetal		
		Canola	Milho	Soja
Extrato Etéreo	3,65	7,25	7,23	7,12
AG Saturado	0,54	0,75	1,07	1,11
AG Insaturado	3,11	6,50	6,16	6,01
AG Monoinsaturado	0,96	3,92	2,40	2,06
AG Poliinsaturado	2,15	2,58	3,76	3,95
Total de ω3	0,15	0,36	0,18	0,32
Total de ω6	2,00	2,22	3,58	3,63
Relação ω6:ω3	13,33	6,17	19,89	11,34

Para o segundo ciclo reprodutivo, as fêmeas foram cobertas 12 dias após o primeiro parto, levadas à gaiola do macho; quando necessário, foi realizada cobertura forçada.

No 16º dia da primeira e da segunda gestação, foi colhido, de todas as matrizes, 10mL de sangue, sem anticoagulante, por meio de punção cardíaca, o qual foi centrifugado a 2500rpm por 10 minutos (827g). Com o soro obtido, foram dosados triglicerídeos totais, colesterol total e colesterol-HDL, por meio de análises enzimático-colorimétricas, utilizando-se kits comerciais (Lab-Test ®). Para obtenção das concentrações de colesterol-VLDL e do colesterol-LDL, empregaram-se as equações de Friedewald (1972), nas quais colesterol-VLDL = (triglicerídeos/5), e colesterol-LDL = [colesterol total - (colesterol-HDL + colesterol-VLDL)]. As dosagens dos níveis séricos dos hormônios esteróides 17β-estradiol e progesterona foram feitas com o soro resfriado, por meio da técnica de fluorimetria, em coletas realizadas no 16º dia da primeira e da segunda gestação e também no 11º dia após o primeiro parto.

A análise estatística do lipidograma foi realizada por meio do método dos quadrados mínimos, utilizando-se o sistema de análise estatística e genética (Saeg) (UFV, 1997). O modelo estatístico empregado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + C_j + RC_{ij} + e_{ijk}; \text{ em que}$$

Y_{ijk} : observação relativa ao indivíduo k , referente à coleta de sangue j , de coelhas alimentadas com a ração i ;

μ : média geral das características;

R_i : efeito da ração i ($i=1, \dots, 4$), e i_1 = ração sem óleo vegetal, i_2 = ração com 3% de óleo de canola, i_3 = ração com 3% de óleo de milho e i_4 = ração com 3% de óleo de soja;

C_j : efeito da coleta de sangue j ($j=1,2$), j_1 =1ª gestação e j_2 = 2ª gestação;

RC_{ij} : interação entre a ração i e a coleta de sangue j ;

e_{ijk} : erro aleatório associado a cada observação.

Para a análise dos valores hormonais, foi empregado o mesmo modelo, porém, consideraram-se três coletas de sangue: 16º dia da primeira e da segunda gestação e 11º dia após o primeiro parto.

As médias das características estudadas foram comparadas por meio do teste de Tukey ($P<0,05$).

Resultados e discussão

Não foi observado efeito ($P>0,05$) de interação ração *versus* coleta de sangue para qualquer das características avaliadas.

A utilização de rações contendo 3% de diferentes fontes de óleo vegetal não influenciou ($P>0,05$) as concentrações séricas de triglicerídeos e de colesterol total e suas frações. Porém, houve efeito ($P<0,05$) de período de coleta sobre a concentração de colesterol-

HDL, a qual foi maior na segunda gestação (Tabela 3).

Tabela 3. Níveis séricos médios de triglicerídeos, colesterol total e de suas frações HDL, LDL e VLDL em coelhas alimentadas com rações contendo diferentes fontes de óleos vegetais.

Coletas	Controle	Rações com óleo vegetal			Médias	CV%
		Canola	Milho	Soja		
Triglicerídeos (ng/mL)						
1ª Gestação	98,36	86,80	105,45	92,40	95,75	
2ª Gestação	101,10	94,36	106,50	93,82	93,82	
Médias	99,73	90,58	105,97	93,11		24,75
Colesterol total (ng/mL)						
1ª Gestação	62,50	59,82	61,82	53,36	59,37	
2ª Gestação	58,54	57,08	53,92	55,09	56,15	
Médias	60,52	58,45	57,86	54,23		24,71
Colesterol-HDL (ng/mL)						
1ª Gestação	11,58	14,54	16,36	12,09	13,64 ^b	
2ª Gestação	15,45	14,41	15,83	16,36	15,54 ^a	
Médias	13,54	14,48	16,09	14,22		30,68
Colesterol-LDL total (ng/mL)						
1ª Gestação	26,90	27,71	24,37	16,91	23,97	
2ª Gestação	22,66	24,88	19,00	20,87	21,86	
Médias	24,78	26,30	21,68	18,89		29,90
Colesterol-VLDL total (ng/mL)						
1ª Gestação	18,87	17,67	21,09	21,50	19,78	
2ª Gestação	20,45	18,33	21,50	18,72	19,69	
Médias	19,66	18,00	21,17	20,12		40,09

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste Tuckey P(<0,05).

Montoudis *et al.* (1999) afirmaram que a gestação em coelhas está associada a um estado hipercolesterolêmico e hiperlipidêmico. Contudo, nesta pesquisa observaram-se, independente dos tratamentos, valores médios de triglicerídeos inferiores aos citados por Harkness e Wagner (1993) (124 a 156ng/mL) para coelhas gestantes. As concentrações séricas médias de colesterol total foram ligeiramente maiores aos valores citados por Harkness e Wagner (1993) e por Montoudis *et al.* (1999), os quais se situaram entre 35 a 53ng/mL. Porém, Kaneco *et al.* (1997) relataram que a concentração de colesterol total em coelhos pode chegar até 71ng/mL.

Loo *et al.* (1991) avaliaram os níveis das lipoproteínas plasmáticas em coelhos em crescimento, alimentados com ração contendo 3% de óleo de milho, óleo de coco ou óleo de peixe, e observaram aumento na concentração de colesterol total nos animais que receberam ração com óleo de peixe, menores níveis de colesterol-VLDL, LDL e HDL nos animais que receberam óleo de coco e maiores níveis de colesterol-VLDL e LDL nos animais que receberam óleo de milho. Bowman (1977), no entanto, não encontrou diferenças nos níveis sanguíneos de triglicerídeos em equinos em crescimento que receberam ração com a adição de 5% de óleo de milho, embora os níveis séricos de colesterol total tenham aumentado significativamente.

Rich (1980), trabalhando com equinos em crescimento, recebendo ração basal e 3 rações contendo 10% de óleo de milho, gordura animal e uma mistura de óleo de milho e gordura animal,

também verificou maiores níveis de colesterol sanguíneo nos tratamentos contendo óleos ou gordura. Manzano *et al.* (1995), utilizando potras, não encontraram diferenças significativas nos parâmetros de desempenho; porém, as rações suplementadas com 5% de óleo de soja e com 5,5% de gordura elevaram a concentração sanguínea de colesterol total.

Em trabalho realizado com fêmeas caprinas, alimentadas com rações hiperlipídicas, Velásquez *et al.* (1996) verificaram aumento nas concentrações séricas de colesterol total e de colesterol-HDL e relacionaram esse achado à maior concentração de P4 no início da gestação.

Embora vários pesquisadores sugiram uma relação direta entre as concentrações de colesterol e hormônios esteróides plasmáticos ou performance reprodutiva, os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a adição de 3% de diferentes fontes de óleo vegetal não teve influência (P>0,05) nos níveis séricos de progesterona e 17 β -estradiol. Contudo, foram observadas diferenças (P<0,05) quanto às fases das coletas (Tabela 4).

De acordo com Alvarino (1998), a concentração plasmática de P4 em coelhas gestantes aumenta linearmente até o 10º dia de gestação, atingindo níveis que oscilam entre 15 e 17ng/mL, e, após o 20º dia, inicia-se um sensível declínio nos níveis, o qual se estende até o parto. Os resultados encontrados neste experimento se apresentam dentro dos padrões citados por aquele autor. Também foi observado que os níveis de P4 no 16º dia da segunda gestação foram maiores (P<0,05) do que nessa mesma fase na primeira gestação. Esse fato também foi relatado por Boiti *et al.* (1996), que encontraram maiores valores de P4 durante a gestação de coelhas múltiparas, quando comparadas às primíparas. Os autores afirmaram que isso se deve à maior quantidade de corpos lúteos presentes nos ovários das coelhas múltiparas.

Tabela 4. Níveis séricos médios de progesterona e de 17 β -estradiol, no 16º dia da primeira e da segunda gestações e no 11º dia pós-parto (pp), em coelhas alimentadas com rações contendo diferentes fontes de óleos vegetais.

Coletas	Controle	Rações com óleo vegetal			Médias	CV%
		Canola	Milho	Soja		
		Progesterona (ng/mL)				
1ª Gestação	11,76	11,75	11,70	11,79	11,75 ^c	
11º Dia pp	14,18	14,15	14,17	14,16	14,17 ^a	
2ª Gestação	12,10	12,16	12,12	12,19	12,14 ^b	
Médias	12,68	12,69	12,67	12,71		1,17
		17β-estradiol (ng/ml)				
1ª Gestação	3,17	2,85	2,82	2,82	2,92 ^b	
11º Dia pp	12,17	12,42	12,37	14,60	12,89 ^a	
2ª Gestação	11,23	12,73	11,02	12,98	11,99 ^a	
Médias	8,86	9,33	8,74	10,13		21,64

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tuckey P(<0,05).

No 11º dia após o primeiro parto, um dia antes da cobertura, as coelhas apresentaram maiores níveis séricos de P4 (14,17ng/mL) (P<0,05) em relação aos

valores obtidos no 16º dia da primeira e da segunda gestações. Diferentemente desses resultados, Elmarimi *et al.* (1989) e Alvarinho (1998) afirmaram que as concentrações plasmáticas de P4 em coelhas, após o parto, decrescem para níveis entre 0,4 e 0,6 ng/mL. Considerando que as coelhas foram cobertas no 12º dia após o parto, esse resultado se revela prejudicial nos aspectos reprodutivos. Em coelhas, a concentração de P4 durante a gestação e a pseudogestação é relacionada ao número de corpos lúteos (Holt, 1989).

De acordo com Boiti *et al.* (1996), níveis elevados de P4 no período da cobertura em coelhas multiparas em lactação estão associados à baixa taxa de fertilidade.

Contudo, Boiti *et al.* (1996), avaliando a concentração sérica de P4 em coelhas, durante 18 dias após o parto, verificaram que 30% dos animais estudados apresentaram valores superiores a 5ng/mL. Esse aumento foi explicado pela maior quantidade de corpos lúteos presentes nessas coelhas, o que sugeriu que algumas coelhas apresentaram ovulação espontânea após o parto. Além disso, os autores não descartaram a possibilidade de a ovulação ter sido induzida pelas constantes manipulações dos animais, o que também pode ter ocorrido neste experimento.

Ubilla *et al.* (2000) não observaram diferenças nos níveis séricos de progesterona em coelhas multiparas, Califórnia x Nova Zelândia Branco, normais ou bioestimuladas durante o 9º, 10º e 11º dia de lactação. Os valores foram inferiores aos observados neste experimento e variaram de $0,21 \pm 0,03$ ng/mL a $0,36 \pm 0,08$ ng/mL, sugerindo, nesse caso, ausência de atividade do corpo lúteo nesse período.

Em relação à concentração sérica de E2, Ubilla e Rebollar (1995) e Alvarinho (1998) afirmaram que durante a fase de gestação, ela decresce para valores em torno de 3 ng/mL. Assim, os dados observados durante a primeira gestação estão dentro dos limites esperados para o estado fisiológico. Porém, as concentrações de E2, observadas na segunda gestação, revelam-se extremamente elevadas (11,99ng/mL), sugerindo atividade folicular anormal para a referida fase fisiológica.

É interessante ressaltar que na mesma cleta de sangue, as coelhas revelaram os maiores níveis de colesterol-HDL. De acordo com Veldhuis (1987), Cupps (1991) e Knobil e Neill (1994), tanto o colesterol-HDL como LDL são substratos para o tecido esteroideogênico ovariano. Porém, existem diferenças na anatomia vascular ovariana que influenciam o grau em que as lipoproteínas circulantes podem servir como precursores esteroideogênicos. Sendo assim, o colesterol-HDL tem maior importância para bovinos e para roedores, enquanto o colesterol-LDL é o principal substrato para as outras espécies, inclusive os humanos. Dessa forma, sugere-se que os coelhos se assemelhem aos

roedores ou aos ruminantes quanto à utilização do colesterol-HDL como precursor da síntese dos hormônios esteróides, o que explicaria os resultados desta pesquisa.

Alvarinho (1998) também relatou que os níveis de E2 aumentam entre o 9º e o 11º dias pós-parto, atingindo valores que oscilam entre 12 e 18ng/mL, valores que se assemelham aos encontrados neste estudo (12,89ng/mL) no soro das coelhas no 11º dia após o primeiro parto.

Ubilla e Rebollar (1995), avaliando os níveis plasmáticos de E2 em 12 coelhas multiparas, Nova Zelândia Branco x Califórnia, durante a lactação, observaram concentrações de 16 pg/mL no primeiro dia, de 17 a 18pg/mL do quinto ao sétimo dias, de 7pg/mL dos 13 aos 23 dias e de 14 a 18pg/mL dos 23º aos 30º dias. Deve ser destacado que as coelhas não foram cobertas nesse período.

Ubilla *et al.* (2000) avaliaram as concentrações séricas de E2 em coelhas em lactação, cobertas no 11º dia após o parto, e também encontraram aumento nos níveis de E2 no 18º dia de lactação. Os autores atribuíram esse resultado a diferenças na atividade secretória dos folículos maiores, porque em coelhos a depleção temporária dos folículos maiores ocorre 6 dias após a ovulação (Osteen e Mills, 1980). O aumento da concentração de E2, em coelhas, no primeiro e no oitavo dia após o parto, também foi descrito por Ubilla e Rebollar (1995). Esse achado pode estar relacionado ao incremento da atividade esteroideogênica folicular (Osteen e Mills, 1980), essencial para a manutenção da meia vida do corpo lúteo, sendo o E2 o principal hormônio luteotrófico (McLean e Miller, 1985).

Conclusão

Com base nos resultados, conclui-se que a inclusão de 3% de óleo de canola, de milho ou de soja nas rações não influenciou os níveis séricos de triglicerídeos e de colesterol total, ou de suas frações, em coelhas de primeiro e de segundo ciclos reprodutivos, assim como os níveis de progesterona e 17 β -estradiol. Foram observados maiores níveis séricos de colesterol-HDL e de 17 β -estradiol durante a segunda gestação.

Referências

- AEC. *Recomendações para nutrição animal*. 5.ed. France: Rhône-Poulenc. 1987, 86p.
- ÁGUILA, M.B. *et al.* Comparação morfológica e bioquímica entre ratos envelhecidos alimentados com ração hiperlipídica e com óleo de canola (rica em ácido graxo n-3). *Arq. Bras. Cardiol.*, Rio de Janeiro, v.68, n.3, p.1-15, 1997.
- ALVARINO, J.R.M. *Inseminación artificial como base de la cunicultura industrial*. Leon: Overejo, 1998.
- ANDRADE, A. D. *Ácidos graxos ômega-3 em peixes*,

- óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis. 1994. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1994.
- BOITI, C. *et al.* Effect of postpartum progesterone levels on receptivity, ovarian response, embryo quality and development in rabbits. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 6, 1996, Toulouse. *Proceedings...* Toulouse: ACAF, p. 45-49, 1996.
- BOWMAN, U.A. *Digestion and palatability of corn oil by equine*. 1977. Dissertação (Master in Animal Science) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blackburg, 1977.
- CHIERICATTO, G. M. *et al.* Circulating levels of metabolites, enzymes and minerals of grimaud female rabbits from weaning to 120 days of age. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 7, 2000, Valencia. *Proceedings...* Valencia: ACAF, p.111-116, 2000.
- CUPPS, P.T. *Reproduction in domestic animal*. 4.ed. San Diego: Academic Press, p.81-118, 1991.
- ELMARIMI, A. A. *et al.* Preliminary study on the of vitamin A and beta-caroteno on growth and reproduction on female rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, Corvallis, v.12, p. 163-168, 1989.
- FRANCHINI A. *et al.* Andamento di taluni parametri ematocimici di tacchini in accrescimento. *Zoot. Nutr. Anim.* Bologna, v.16, p.145-151, 1990.
- FRIEDEWALD, W.T. *et al.* Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, Washington, DC., v.18, p.499, 1972.
- GADSBY, J.E. Control of corpus luteum function in the pregnant rabbit. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, Cambridge, v. 37, p. 45-54, 1989.
- GRUMMER, R.R.; CARROL, D.J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.66, p.3160-3173, 1988.
- HARKNESS, J.E.; WAGNER, J.E. *Biologia e clínica de coelhos e roedores*. 3 ed. São Paulo: Roca, 1993. 238p.
- HOLT, J.A. Regulation of progesterone production in the rabbit corpus luteum. *Biol. Reprod.*, Madison, v.40, p.201-208, 1989.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION – ISO, Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509. Switzerland, 1978. 6p.
- KANECO, J. J.; HERVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5. ed. San Diego: Academic Press, p. 896, 1997.
- KNOBIL, E.; NEILL, J.D. *The Physiology of Reproduction*. 2.ed. New York: Raven Press, p. 571-628, 1994.
- KRIESTEN, K.; MURAWSKI, U. Concentration of serum cortisol, progesterone, estradiol 17 beta, cholesterol ester in the doe during the reproductive stadium, in the fetal serum, in the amniotic fluid an the milk of rabbits, as well as correlactions between these parameters. *Comp. Biochem. Physiol.*, Oxford, v. 90, p. 413-420, 1988.
- LAMMOGLIA, M.A. *et al.* Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17- β , 13,14dihydro-15-keto-prostaglandin f α lfa, and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.75, p. 1591-1600, 1997.
- LOO, G. *et al.* Effect of dietary corn, coconut, and menhaden oils on lipoprotein, liver, and heart membrane composition in the hypercholesterolemic rabbit. *J. Nutr. Biochem.*, New York, v.2, p.594-603, 1991.
- MÂNCIO, A.B. *Plano nutricional, gonadotrofina coriônica humana (hCG) e amamentação na função reprodutiva e metabólica de fêmeas bovinas*. 1994. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- MANZANO, A. *et al.* Óleo de soja e gordura animal na alimentação de eqüinos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.24, n.5, p.788-799, 1995.
- McLEAN, M.P.; MILLER, J.B. Steroidogenic effect of 17b-estradiol on rabbit luteal cells in vitro: estrogens-induced maintenance of progesterone production. *Biol. Reprod.*, Madison, v.33, p.459-469, 1985.
- MONTOUDIS, A. *et al.* Impact of a cholesterol enriched diet on maternal and foetal plasma lipidis and foetal deposition in pregnant rabbits. *Life Sci.*, New York, v.64, n.26, p.2439-2450, 1999.
- OSTEEN, K. G.; MILLS, T.M. Changes in the size, distribution and steroid content of rabbit ovarian follicles during early pseudopregnancy. *Biol. Reprod.*, Madison, v. 22, p. 1040-1046, 1980.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 1995.
- POORE, J.R. *et al.* Total starch and relative starch availability of grain. In: BIENAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION. 10, 1989, Chicago. *Abstract...*Chicago, 1989. p.35.
- RICH, V.A.B. *Digestibility and palatability of animal, vegetable and animal-vegetable blended fats by the equine*. 1980. Tese (Doctor in Animal Science) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blackburg, 1980.
- RIZZI, C. *et al.* Plasma endocrine profile of restricted female rabbits during prepubertal age. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 7, 2000, Valencia. *Proceedings...* Valencia: ACAF, p.245-250, 2000.
- RYAN, D. P. *et al.* Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *J. Anim. Sci.* v.70, p. 3505-3513, 1992.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166p.
- STANKO, R.L. *et al.* Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 75, Supplement 1, 1997.
- TALAVERA, F. *et al.* Relationship among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.60, p.1045, 1985.
- THOMAS, M. G. *et al.* Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.75, p. 2512-2519, 1997.
- UBILLA, E.; REBOLLAR, P.G. Influence of the postpartum day on plasma estradiol- 17 β levels, sexual

behaviour, and conception rate, in artificially inseminated lactating rabbits. *Anim. Reprod. Sci.*, Amsterdam, v.38, p. 337-344, 1995.

UBILLA, E. *et al.* Influence of doe-litter separation on sexual receptivity, fertility, plasma progesterone and oestradiol concentrations in lactating rabbits. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 7, 2000, Valencia. *Proceedings...* Valencia: ACAF, p. 267-272, 2000.

UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de dados (UFV/CPD). Manual de utilização do Programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: UFRV, 1997, 59p.

WERHMAN, M.E. *et al.* Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biol. Reprod.*, Madison, v.45, p.514-522, 1991.

VELÁSQUEZ, L.F.U. *et al.* Concentrações séricas de progesterona e colesterol em cabras mestiças alimentadas

com dietas hiperlipídicas no início da gestação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* Viçosa, v.25, n.5, p.1017-1025, 1996.

VELDHIUS, J.D. *et al.* The insulin-like growth factor, somatomedin-C, modulates low density lipoprotein metabolism by swine granulosa cells. *Endocrinology*, Bethesda, v.121, p.340-345, 1987.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. *Química Nova*, São Paulo, v.19, n.4, p. 400-407, 1996.

YOUNGLAI E.V. Age related changes in the concentrations of serum gonadotrophins and cholesterol in the female rabbit. *J. Endocrinol.*, Bristol, v.109, p.287-290, 1986.

YOUNGLAI E. V. *et al.* Effects of in vivo administration of GnRH on the release of gonadotrophins in the female rabbit. *J. Reprod. Fert.*, Cambridge, v.85, p. 325-329, 1989.

Received on December 01, 2003.

Accepted on August 30, 2004.