

NADJA GOMES ALVES

**EFEITO DE URÉIA NA DIETA SOBRE CARACTERÍSTICAS
REPRODUTIVAS E CONCENTRAÇÃO DE PROGESTERONA E
METABÓLITOS EM CABRAS DA RAÇA ALPINA**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A474e Alves, Nadja Gomes, 1975-
2005 Efeito de uréia na dieta sobre características repro-
 dutivas e concentração de progesterona e metabólitos
 em cabras da raça Alpina / Nadja Gomes Alves. – Viçosa :
 UFV, 2005.

xvii, 150f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cabra - Reprodução - Efeito da uréia. 2. Cabra -
Nutrição. 3. Cabra - Embrião. 4. Embrião - Morfologia.
5. Progesterona. 6. Microscopia eletrônica de transmissão.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.39082

NADJA GOMES ALVES

**EFEITO DE URÉIA NA DIETA SOBRE CARACTERÍSTICAS
REPRODUTIVAS E CONCENTRAÇÃO DE PROGESTERONA E
METABÓLITOS EM CABRAS DA RAÇA ALPINA.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

APROVADA: 31 de março de 2005.

Prof. José Domingos Guimarães
(Conselheiro)

Prof. Álan Maia Borges

Prof. Eduardo Paulino da Costa

Prof. Adilson Ariza Zacaro

Prof. Ciro Alexandre Alves Torres
(Orientador)

Ao meu pai, José Maria Alves, pela educação, pelo carinho, pelos ensinamentos de dignidade e honestidade. À minha mãe, Eleonora Gomes Castanheira Alves (in memoriam), por sua dedicação à família, pelo seu amor, pela sua simplicidade e pelos momentos que deixei de passar ao seu lado.

AGRADECIMENTOS

Ao professor **Ciro Alexandre Alves Torres**, pela orientação, pela amizade, pelo incentivo, pelos sábios conselhos, pela alegria e esperança que nos transmite.

Aos meus queridos irmãos, **Daniela** e **José Henrique Gomes Alves**, pelo carinho e por estarem sempre presentes na minha vida, dividindo as alegrias e as incertezas.

A **Rodrigo Michelini Coelho**, pelo auxílio na realização deste trabalho, pelo companheirismo, pela paciência, pelo otimismo e, acima de tudo, pelo imenso carinho.

À **Universidade Federal de Viçosa**, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos conselheiros **José Domingos Guimarães** (Departamento de Veterinária da UFV) e **Marcelo Teixeira Rodrigues** (Departamento de Zootecnia da UFV), pelas valiosas sugestões e pelo tempo despendido na elaboração e execução do projeto de pesquisa.

Aos professores **Álan Maia Borges** (Escola de Veterinária da UFMG) e **Eduardo Paulino da Costa** (Departamento de Veterinária da UFV), pela amizade, por estarem sempre dispostos a auxiliar-me e por participarem da banca examinadora.

Ao Prof. **Adilson Ariza Zacaro** (Departamento de Biologia da UFV), pela amizade, por ter se prontificado a orientar-me e auxiliar-me no estudo morfológico dos embriões e por participar da banca examinadora.

Ao Professor **Paulo Roberto Cecon** (Departamento de Estatística da UFV), pela sua presteza em realizar as análises estatísticas e pela orientação durante a redação da tese.

À Prof^a **Fernanda da Cruz Landin-Alvarenga** (Departamento de Veterinária - UNESP de Botucatu), pela atenção com que me recebeu em Botucatu e por ter me auxiliado no estudo morfológico dos embriões.

À Prof^a **Elisa A. Gregório** (Instituto de Biocências de Botucatu –

Departamento de Morfologia), por disponibilizar a utilização dos equipamentos do Núcleo de Microscopia Eletrônica da UNESP de Botucatu para processamento e análise preliminar da ultra-estrutura dos embriões.

À Dra. Alice Andrioli (EMBRAPA – Caprinos) e ao Prof. Alberto Lopes Gusmão (Escola de Medicina Veterinária – UFBA), pelo treinamento oferecido na técnica de coleta de embriões em caprinos.

Ao Núcleo de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Viçosa, pela utilização do microscópio eletrônico de transmissão.

Aos alunos dos cursos de graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia: Bruno Barcelos Lucchi, Fábio Dias Luns, Gledson Carvalho Reis, Fabiana Lana de Araújo, José Francisco Massoneto, Luciana Maia Lana, Luciene Lignani Bitencourt, Luiz Gustavo Bruno Siqueira, Patrícia dos Santos Guimarães, e Paula de Zorzi Balbinot, que me auxiliaram, e sem os quais não seria possível a realização deste experimento.

Aos amigos Amélia Cristina Mendes de Magalhães, Anselmo Domingos Ferreira Santos, Elenice Andrade Moraes e Lincoln da Silva Amorim, pela convivência e pelo auxílio durante a realização do experimento. Tenho certeza de que os laços de amizade construídos nestes anos não serão desfeitos pela distância que, inevitavelmente, irá nos separar.

Aos funcionários do Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da UFV, pela boa vontade e presteza em auxiliar-me em tudo o que foi necessário.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial a Fernando e Monteiro, pela orientação e ajuda na realização das análises bromatológicas.

Aos colegas e amigos do curso de pós-graduação Charles, Cláudio Proserpi, Dawson, Fabienne, Francisco Rennó, Karine, Hebert (Lafon), Laura, Lígia, Luciano Melo, Márcia, Patrícia, Pedro, Renata, Renius, Robson, Rogério Fürst e Vinício, pela convivência e troca de experiências.

A Adilson, Celeste, Márcia, Rosana, Venâncio e demais funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, pela amizade e disposição em ajudar.

À Schering-Plough Veterinária, pela doação dos frascos de Banamine®.

À Coopers, pela doação dos frascos de Ciosin®.

À Tecnopec, pela doação de frascos dos hormônios Folltropin® e Novormon®.

Aos animais experimentais, pelos sacrifícios que lhes foram impostos, e muitas vezes pela impaciência e por não compreender seu medo e sua dor.

À cidade de Viçosa, minha segunda casa, pela forma receptiva com que me acolheu, pelas oportunidades que me ofereceu, pelas pessoas queridas que passaram a fazer parte da minha vida, pelos amigos que conquistei.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação e para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Nadja Gomes Alves, filha de José Maria Alves e Eleonora Gomes Castanheira Alves, nasceu em Bom Sucesso, Minas Gerais, em 23 de fevereiro de 1975.

Em março de 1999, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em março de 2001, obteve o título de Magister Science em Medicina Veterinária, na área de Reprodução Animal, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Em abril de 2001, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, na área de Fisiologia e Reprodução Animal, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Em 31 de março de 2005, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Doctor Scientiae.

CONTEÚDO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | ix |
| ABSTRACT..... | xiii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Nitrogênio uréico no soro ou plasma e fertilidade..... | 4 |
| 2.2. Ambiente uterino, tubárico e folicular..... | 5 |
| 2.3. Hormônios gonadotróficos e esteróides sexuais..... | 6 |
| 2.4. Qualidade e estágio de desenvolvimento embrionário..... | 7 |
| 2.5. Desenvolvimento folicular ovariano..... | 11 |
| 2.6 Distúrbios metabólicos..... | 12 |
| REFERÊNCIAS..... | 13 |
| Dinâmica folicular ovariana e concentração de progesterona plasmática em cabras da raça Alpina, alimentadas com diferentes concentrações de uréia na dieta..... | 17 |
| Resumo..... | 19 |
| Abstract..... | 21 |
| Introdução..... | 22 |
| Material e Métodos..... | 22 |
| Resultados e Discussão..... | 29 |
| Conclusões..... | 60 |
| Referências..... | 61 |
| Efeito do fornecimento de uréia na dieta de cabras da raça Alpina sobre a qualidade e o estágio de desenvolvimento embrionário..... | 67 |
| Resumo..... | 67 |
| Abstract..... | 69 |
| Introdução..... | 71 |
| Material e Métodos..... | 72 |
| Resultados e Discussão..... | 77 |
| Conclusões..... | 88 |
| Referências..... | 89 |

| | |
|--|-----|
| Ultra-estrutura de embriões de cabras (<i>Capra hircus</i>) da raça Alpina suplementadas com diferentes concentrações de uréia na dieta..... | 94 |
| Resumo..... | 94 |
| Abstract..... | 96 |
| Introdução..... | 98 |
| Material e Métodos..... | 99 |
| Resultados e Discussão..... | 102 |
| Conclusões..... | 118 |
| 3. CONCLUSÕES GERAIS..... | 123 |
| 4. APÊNDICE..... | 124 |

RESUMO

ALVES, Nadja Gomes. D. S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2005.
Efeito de uréia na dieta sobre características reprodutivas e concentração de progesterona e metabólitos em cabras da raça Alpina. Orientador: Ciro Alexandre Alves Torres. Conselheiros: José Domingos Guimarães e Marcelo Teixeira Rodrigues

O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o efeito do fornecimento de concentrações crescentes de uréia nas dietas de cabras da raça Alpina sobre a dinâmica folicular ovariana e a concentração de uréia, glicose e progesterona no plasma. Foram utilizadas 29 cabras, distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos, que receberam 0,0% (T1 – Controle, n=7); 0,73% (T2, n=7); 1,46% (T3, n=7); e 2,24% (T4, n=8) de uréia na matéria seca (MS) da dieta. A dinâmica folicular ovariana foi monitorada diariamente durante um, dois ou três períodos interovulatórios consecutivos. As concentrações de uréia e de glicose no plasma foram analisadas semanalmente. A concentração de progesterona plasmática foi analisada no dia do estro (dia 0) e nos dias três, sete, 11, 15 e 19 após o estro nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração normal (17 a 25 dias). Análises adicionais de progesterona plasmática no 25º dia após o estro e a intervalos semanais após o 25º dia foram realizadas nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração longa (>25 dias). Nas que apresentaram ciclos estrais de duração curta (<17 dias), a concentração de progesterona plasmática foi analisada no dia do estro e nos dias três e sete após o estro. Foram observados 28 (59,57%) ciclos estrais de duração normal, sete (14,89%) de duração curta e 12 (25,53%) de duração longa. Os ciclos estrais de duração curta tiveram 6,14(0,69 dias e uma única onda folicular. Os de duração longa tiveram entre 26 e 79 dias, com duas a nove ondas foliculares. Nos ciclos estrais de duração normal ocorreram duas (n=6), três (n=13), quatro (n=8) ou cinco ondas foliculares (n=1). Nas cabras com duas ondas foliculares, o dia de emergência ($P<0,05$) da primeira onda folicular, o comprimento ($P<0,06$) da primeira onda folicular e o dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular ($P<0,05$) apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Nas cabras com três ondas foliculares, observou-se que o comprimento da terceira onda ($P<0,01$), o

diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda ($P<0,01$) e o número de ovulações ($P<0,06$) apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Em relação às cabras com quatro ondas foliculares, observou-se que o dia de emergência da terceira onda ($P<0,05$) e o dia de emergência do maior folículo da terceira onda ($P<0,06$) reduziram linearmente em função da concentração de uréia nas dietas, enquanto o diâmetro do segundo maior folículo da primeira ($P<0,05$) e da quarta ($P<0,01$) ondas foliculares aumentou linearmente em função da concentração de uréia nas dietas. Os períodos interestro e interovulatório, a duração das fases lútea e folicular e as demais características da dinâmica folicular ovariana não foram influenciados pela concentração de uréia nas dietas. As concentrações de uréia e de glicose no plasma não diferiram entre os animais dos tratamentos e nem entre as semanas de coleta. Observou-se comportamento quadrático da concentração de progesterona plasmática no dia do estro e no dia 11 após, em função da concentração de uréia nas dietas. No dia 15 após o estro, a concentração deste hormônio reduziu linearmente à medida que a concentração de uréia nas dietas aumentou. No segundo experimento, avaliou-se o efeito das mesmas concentrações de uréia testadas no primeiro experimento sobre o número, a qualidade e o estágio de desenvolvimento embrionário e sobre a concentração de uréia e de glicose no plasma, no dia do estro e no da coleta dos embriões. Vinte e duas cabras da raça Alpina foram superovuladas e os embriões foram coletados pela técnica transcervical entre o sétimo e o oitavo dia após a primeira cobertura. Dezoito (81,82%) cabras manifestaram estro após a sincronização. A duração do estro e o intervalo remoção da esponja-início do estro não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos. Quatorze cabras (77,77%) responderam à superovulação. Os números de estruturas e de embriões não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, sendo representados pelas equações $y = 9,64x - 1,2$ e $y = 8,50x - 0,5$, respectivamente. O número ($P<0,10$) e a percentagem ($P<0,07$) de embriões viáveis e o número ($P<0,08$) e a percentagem ($P<0,05$) de embriões excelentes e bons apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Com exceção de um embrião de quatro células, os demais foram coletados em estágio de desenvolvimento compatível com o esperado. A concentração de uréia no

plasma, antes e quatro horas após a alimentação, nos dias do estro e da coleta dos embriões, não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. No dia do estro, a concentração de glicose no plasma, antes da alimentação, aumentou linearmente com o aumento da concentração de uréia nas dietas ($P<0,05$). A concentração de glicose no plasma após a alimentação, no dia do estro e antes e após a alimentação no dia da coleta dos embriões não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos. No terceiro experimento, dois blastocistos expandidos de grau I do tratamento T1, quatro blastocistos expandidos de grau I de cada um dos tratamentos T2 e T4 e três blastocistos expandidos de graus I ($n=1$) e II ($n=2$) do tratamento T3 foram submetidos à análise ultra-estrutural. Nos embriões do tratamento T1 foram observados: células trofoblásticas (CT) achatadas, pouco eletrondensas, polarizadas e com abundantes microvilosidades na sua superfície apical; citoplasma com inclusões lipídicas associadas às mitocôndrias maduras ou imaturas; complexos juncionais bem desenvolvidos entre as CTs; espaço perivitelínico (EPV) estreito e preenchido pelas microvilosidades das CTs; e baixa ocorrência de material extrudado em degeneração no EPV. Nos embriões do tratamento T1 as células da massa celular interna (MCI) não foram identificadas. A ultra-estrutura das CTs dos embriões coletados das cabras do tratamento T2 foi similar àquela observada nos embriões do tratamento T1, exceto pela presença de estruturas muito eletrondensas em contato com a zona pelúcida (ZP); poucos filamentos de actina e intermediários e maior ocorrência de fagossomos no citoplasma. As células da MCI, nos embriões do tratamento T2, apresentaram-se mais eletrondensas quando comparadas às CTs e, no seu citoplasma, foram verificadas organelas similares àquelas observadas nas CTs, vacúolos contendo material eletrondenso e corpos residuais. No interior de algumas células da MCI foram observados grandes vacúolos contendo células em processo de degeneração. O contato entre as células da MCI e as da MCI com as CTs ocorreu em pontos específicos, por aposição de suas membranas. Um dos embriões do tratamento T3 apresentou ultra-estrutura similar àquelas dos embriões dos tratamentos T1 e T2, exceto pela disposição das organelas e dos filamentos de actina e intermediários no citoplasma das CTs e pela maior ocorrência de vacúolos autofágicos e de figuras mielínicas. Os outros dois embriões do

tratamento T3 apresentaram intensa modificação morfológica da célula: as CTs apresentaram aspecto globular com poucas microvilosidades, ou apresentaram-se como porções citoplasmáticas muito delgadas, desprovidas de microvilosidades; no citoplasma foram observados muitos vacúolos, fagossomos, inclusões lipídicas e poucas organelas e elementos do citoesqueleto; o EPV mostrou-se dilatado, com fragmentos celulares e blastômeros extrudados e, na blastocele, foram observados fragmentos celulares. Em um dos embriões do tratamento T3 os espaços entre as células apresentaram-se aumentados. As células em degeneração foram mais comuns no epitélio trofoblástico nos embriões do tratamento T3. Todos os embriões coletados das cabras do tratamento T4 foram perdidos durante o processamento para a microscopia. Os resultados sugerem diferenças ultra-estruturais entre os embriões coletados das cabras do tratamento-controle e os das suplementadas com 0,73% e 1,46% de uréia na dieta, principalmente com relação ao aumento de estruturas morfológicas relacionadas com processos de reorganização e/ou degeneração celular.

ABSTRACT

ALVES, Nadja Gomes. D. S. Universidade Federal de Viçosa, march of 2005.
Effect of urea in the diet on reproductive characteristics and progesterone and metabolic concentration in the Alpine goats breed. Adviser: Ciro Alexandre Alves Torres. Committee Members: José Domingos Guimarães and Marcelo Teixeira Rodrigues.

In the first experiment the effect of different concentrations of urea in the diets of Alpine goats on the ovarian follicular dynamics and the plasma urea, glucose and progesterone profile were evaluated. Twenty nine (29) goats were randomly assigned into four treatments that received: 0.0% (T1 - Control, n=7); 0.73% (T2, n=7); 1.46% (T3, n=7) and 2.24% (T4, n=8) of urea in the dry matter (DM) of the diet. The ovarian follicular dynamics was monitored daily during one, two or three consecutive interovulatory periods. The plasma urea and glucose concentration were analyzed weekly. The plasma progesterone concentration was analyzed at estrus (day 0) and on days 3, 7, 11, 15 and 19 after estrus in the goats that showed estrous cycles of normal length (17 to 25 days). Additional blood samples were taken at the 25th day after the estrus and at weekly intervals after the 25th day in the goats which showed long length estrous cycles (>25 days). In the goats with short length estrous cycles (<17 days), the collections were done on the estrus day and in days 3 and 7 after. There were 28 goats (59.57%) with estrous cycles of normal length, seven (14.89%) with estrous cycles of short length and 12 (25.53%) with estrous cycles of long length. The short length estrous cycles had 6.14 ± 0.69 days and one follicular wave. The long length estrous cycles had between 26 to 79 days, with 2 to 9 follicular waves. From the normal length estrous cycles, six, thirteen, eight and one were characterized by the occurrence of two, three, four and five follicular waves, respectively. In the goats with two follicular waves, the emergence day of the first follicular wave ($P < 0.05$), the length of the first follicular wave ($P < 0.06$), and the emergence day of the largest follicle of the first follicular wave ($P < 0.05$) showed quadratic behavior related to the urea concentration in the diet. In the goats with three waves, the quadratic behavior of the third wave length ($P < 0.01$), of the maximum diameter of largest follicle of third wave ($P < 0.01$) and the ovulation number ($P < 0.06$) were related to

the urea concentration in the diets. In the goats with four waves, it was observed that the emergency day of the third follicular wave ($P < 0.05$) and the emergency day of the largest follicle of the third wave ($P < 0.06$) decreased linearly with the urea concentration in the diets, as long as the diameter of the second largest follicle of the first ($P < 0.05$) and of the fourth waves increased ($P < 0.01$) linearly with the urea concentration in the diets. The interestrus and interovulatory periods, the luteal and follicular phases length and the other ovarian follicular dynamic characteristics were not influenced by the urea concentration in the diets. The plasma urea and glucose concentration did not differ among the animals from the treatments and among weekly blood collections. It was observed quadratic behavior of progesterone plasma concentration in the estrus day and on the 11th day after estrus, related to the urea concentration in the diets. In the 15th day after estrus, the progesterone plasma concentration reduced linearly when the urea concentration in the diets increased. In the second experiment, the effect of the same urea levels in the diet, tested in the first experiment were evaluated on the number, quality and development state of the embryo; plasma urea and glucose concentration at estrus day and on the embryos collection day. Twenty-two Alpine goats were superovulated and the embryos were collected by the transcervical technique between the 7th and the 8th day after the first mount. Eighteen (81.82%) goats showed estrus after the synchronization. The estrus length and the interval from the removal of the sponge to the beginning of estrus were not influenced ($P > 0.05$) by the treatments. Fourteen goats (77.77%) were responsive to the superovulation protocol. The structure and embryo numbers did not differ ($P > 0.05$) among the animals from the treatments, and were represented by the equations $y = 9.64x - 0.0001x^2$ and $y = 8.50x - 0.0001x^2$, respectively. The number ($P < 0.10$) and the percentage ($P < 0.07$) of viable embryos and the number ($P < 0.08$) and the percentage ($P < 0.05$) of excellent and good embryos showed quadratic behavior related to the urea concentration in the diet. All embryos were collected at the development stage compatible with the expected one, but an embryo of four cells. The plasma urea concentration before and four hours after feeding at the estrus and at the embryo recovery days were not influenced ($P > 0.05$) by the treatments. At estrus day, the plasma glucose level before feeding increased linearly with the

increase of the urea concentration in the diets ($P < 0,05$). The plasma glucose concentration after feeding, at estrus day and, before and after feeding at the embryos recovery days did not differ ($P > 0,05$) among the animals from the treatments. In the third experiment, two grade I expanded blastocysts of the treatment T1, four grade I expanded blastocysts from each T2 and T4 treatments and three expanded blastocysts of grades I ($n=1$) and II ($n=2$) of the treatment T3 were submitted to ultra-structural analysis. The T1 embryos showed: flattened trophoblast cells (TC), minor electron-dense, polarized and with abundant microvilli in their apical surface; cytoplasm with lipid droplets associated to the mature or immature mitochondria; junctional complex well developed among TCs; perivitelline space (PVS) narrow and filled out with the microvilli of TCs; small occurrence of extruded material in the EPV. The inner cell mass (ICM) from these embryos were not identified. The ultrastructure of TCs of the collected embryos from treatment T2 goats was similar to that observed in the embryos of the treatment (T1), except by the presence of structures more electron-dense in contact with the zona pellucida (ZP) and in the cell cytoplasm; few actin and intermediate filaments and more phagosomes in the cytoplasm. The cells of IMC in these embryos were more electron-dense when compared to TCs and their cytoplasm showed similar organelles to those observed in TCs, vacuoles containing electron-dense material, residual bodies and degenerating cells. The contact between IMC cells and between IMC and TCs cells occurred in specific points by of their membranes apposition. One treatment T3 embryo showed similar morphology to those observed in the embryos from treatments T1 and T2, except for the disposition of the organelles, cytoskeleton architecture (actin and intermediate filaments), occurrence of autophagocytic vacuoles and myelinic figures in the cytoplasm of TC. The two other embryos of treatment T3 showed intense morphologic modifications of their cells: TCs showed globular shape with few microvilli, or with their cytoplasm portions very thin depleted of microvilli; in the cytoplasm many vacuoles, phagosomes, lipid droplets, few organelles and cytoskeleton elements were observed. The PVS were enlarged, containing cell debris and extruded blastomeres; in the blastocoele, debris and cell fragments were also observed. In one treatment T3 embryo the spaces among the TCs were

enlarged. The cells in degeneration process were more common in the trophoblast epithelium of the embryos of the treatment T3. All embryos from treatment T4 were lost during the electron microscopy technique procedure. The results shown in this paper suggest the occurrence of ultra-structural differences among the embryos from goats receiving high level of urea in the diet, mainly those related to increasing morphological structures related to the cell reorganization and/or degeneration.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A caprinocultura é uma atividade econômica explorada em todos os continentes, presente em ecossistemas com os mais diversos climas, solos e vegetação, porém de baixa expressão econômica na maioria dos países, visto ser uma atividade desenvolvida em sistemas extensivos e com baixo nível tecnológico. O Brasil possui um rebanho caprino estimado em 12,2 milhões de cabeças, representando 2,0% do efetivo mundial (PRODUCTION YEARBOOK, 1994). Do rebanho caprino nacional, 90% estão na região Nordeste, onde a maioria dos animais é criada em condições precárias, sendo explorados principalmente para a produção de carne e pele (RIBEIRO, 1998). Por outro lado, as regiões Sul e Sudeste, apesar de deterem apenas 4,5% do efetivo nacional, destacam-se pela representatividade de seus estados no agronegócio caprino leiteiro, respondendo por 68% da produção nacional de leite de cabra (SILVA, 1998).

A introdução de raças especializadas para a produção de leite no Brasil ocorreu na década de 1970 e foi de fundamental importância na melhoria dos índices de produção, tanto pelo uso de raças puras quanto pelo melhoramento das raças nativas (GUIMARÃES, 2003). Na região Sudeste, as principais raças exploradas para a produção de leite são a Saanen, Alpina e Toggenburg, ou mestiças destas, sendo os sistemas de produção tecnificados, com os animais mantidos confinados em áreas restritas ou galpões e a alimentação fornecida no cocho diariamente.

Um dos aspectos mais importantes a ser considerado neste sistema de produção é a alimentação, visto ser este o principal fator que influencia nos custos de produção animal. Considerando as características morfofisiológicas do sistema digestivo e a presença de microrganismos no rúmen, os ruminantes são capazes de utilizar compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), dentre os quais a uréia, como fonte de nitrogênio (N) para síntese de proteína microbiana, permitindo assim a substituição parcial dos concentrados protéicos das rações. Entretanto, o fornecimento de uréia na alimentação de bovinos e ovinos tem sido relacionado a problemas reprodutivos.

O excessivo consumo de proteína bruta (PB) ou de proteína degradada no rúmen (PDR) foi relacionado à baixa taxa de concepção ao primeiro serviço em vacas leiteiras de alta produção (FERGUSON e CHALUPA, 1989) e ao aumento do período de serviço, do número de serviços por concepção e do intervalo de partos (JORDAN e SWANSON, 1979a; CHALUPA, 1984; CANFIELD et al., 1990).

O excesso de PB ou de PDR e o fornecimento de uréia na dieta foram associados ainda à elevada concentração de N-uréico no soro (SUN) ou plasma (PUN) de ovelhas (BISHONGA et al., 1994) e vacas (GATH et al., 1999), alteração da composição iônica do fluido uterino (JORDAN et al., 1983) e redução do pH uterino (ELROD et al., 1993; ELROD e BUTLER, 1993) de vacas, elevação da concentração de uréia e amônia no fluido útero-tubárico de ovelhas (McEVOY et al., 1997) e de amônia no fluido folicular de novilhas (SINCLAIR et al., 2000). Somando a estes efeitos, menor concentração de progesterona no sangue foi observada em vacas alimentadas com alto teor de PB na dieta (JORDAN e SWANSON, 1979b; JORDAN et al., 1983; SONDERMAN e LARSON, 1989). Falhas de fertilização e degeneração de embriões bovinos foram relacionadas ao excesso de PDR na dieta (BLANCHARD et al., 1990). Em ovelhas, o fornecimento de uréia na dieta ocasionou redução da viabilidade (BISHONGA et al., 1994; McEVOY et al., 1997) e do desenvolvimento embrionário (FAHEY et al., 2001; PAPADOPOULOS et al., 2001). Embriões coletados de vacas com alta concentração de PUN, apesar de visualmente normais, resultaram em reduzida taxa de gestação (BODE et al., 2001), sugerindo alterações não detectadas ao estereomicroscópio. Pesquisas recentes demonstraram que os ovócitos coletados de novilhas com alta concentração de amônia plasmática (SINCLAIR et al., 2000) ou cultivados em meios com elevada concentração de uréia (OCÓN e HANSEN, 2003) resultaram em reduzido desenvolvimento embrionário *in vitro*. Sabe-se que a nutrição, no período pré-ovulatório, afeta a fertilidade (SINCLAIR et al., 2000), porém o excesso de proteína (GARCIA-BOJALIL et al., 1994) ou de uréia (OLIVEIRA, 2001) na dieta não influenciou o padrão de crescimento folicular ovariano de vacas.

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos do fornecimento de uma dieta-controle e de dietas com até 2,24% de uréia na MS a cabras da raça Alpina, sobre a dinâmica folicular ovariana; a concentração de uréia, de glicose e de progesterona no plasma; e a qualidade, o estágio de desenvolvimento e a ultraestrutura dos embriões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As proteínas disponibilizam aminoácidos necessários para as funções vitais do organismo, como manutenção, reprodução, crescimento e lactação. A ótima utilização de PB na dieta depende da seleção de alimentos protéicos e suplementos nitrogenados não-protéicos que forneçam quantidades de PDR que satisfaçam, mas não excedam, o requerimento de N necessário para a máxima síntese de proteína bruta microbiana e, em determinadas situações, a utilização de fontes adequadas de proteína não degradada no rúmen (PNDR) para o fornecimento de aminoácidos absorvíveis no intestino delgado (NRC, 2001).

As fontes de N que chegam ao rúmen compreendem o N protéico e o NNP. Considera-se que o NNP é totalmente degradado e convertido a amônia. As fontes de proteína verdadeira podem escapar da degradação rumenal ou serem degradadas a peptídeos, aminoácidos e amônia. Parte da amônia é utilizada na síntese de proteína microbiana e o restante é absorvido pela parede rumenal e convertido a uréia no fígado, com gasto de energia (PIRES e SUSIN, 1994). A uréia também é produzida a partir de deaminação e metabolismo de aminoácidos provenientes da PNDR, proteína microbiana e reservas corporais (BUTLER, 1998).

2.1 Nitrogênio uréico no soro ou plasma e fertilidade

A concentração de uréia plasmática em ruminantes está diretamente relacionada com o consumo e a eficiência de utilização da proteína da dieta e tem sido utilizada na tentativa de monitorar a adequação da dieta dos animais (PERES, 2001).

Alguns autores verificaram que o excesso de PB da dieta ou a suplementação direta com uréia como fonte de nitrogênio resultou em elevada concentração de SUN (SONDERMAN e LARSON, 1989; GATH et al., 1999) ou PUN (JORDAN et al., 1983; ELROD et al., 1993; BISHONGA et al., 1994; McEVOY et al., 1997; FAHEY et al., 2001). Porém, Blauwiekel et al. (1986) e Oliveira (2001) não observaram diferença na concentração de N-uréico sanguíneo

em vacas que receberam diferentes proporções de PB e de uréia na dieta, respectivamente.

As concentrações de PUN ou SUN têm sido associadas à fertilidade. Canfield et al. (1990) relataram menor concentração de PUN em vacas que conceberam no primeiro serviço no pós-parto, comparadas às que não conceberam, e Ferguson et al. (1993) observaram redução na taxa de concepção de vacas leiteiras quando a concentração de SUN excedeu a 20 mg/dL. Da mesma forma, Elrod e Butler (1993) verificaram taxas de concepção de 42,0%; 72,5%; e 87,5% em novilhas, quando a concentração de PUN foi superior a 16 mg/dL, entre 9,9-16,0 mg/dL e inferior a 9,9 mg/dL, respectivamente, e Butler et al. (1996) relataram menor taxa de concepção nas vacas com concentração de PUN superior a 19,0 mg/dL no dia da inseminação artificial (IA).

2.2 Ambiente uterino, tubárico e folicular

A reduzida taxa de concepção observada em vacas e novilhas com elevada concentração de SUN ou PUN pode estar relacionada a alterações nos ambientes uterino, tubárico ou do fluido folicular. O fornecimento excessivo de proteína dietética, especialmente de PDR, pode causar danos às células e ter efeito direto no ambiente uterino, por meio de subprodutos tóxicos do metabolismo do nitrogênio, o que pode influenciar a viabilidade de espermatozóides, ovócitos e embriões (VISEK, 1984).

Jordan e Swanson (1979a) observaram menor intervalo parto-primeiro estro, maior número de serviços por concepção e maior período de serviço em vacas leiteiras que receberam dietas com 19,3% vs 12,7% e 16,3% de PB, sugerindo que a maior ingestão de proteínas pode ter alterado o ambiente uterino, tornando-o desfavorável à fertilização. Também foi verificado por Jordan et al. (1983) que o fornecimento de 23% de PB na dieta a vacas leiteiras no pós-parto resultou em maior concentração de uréia (16,8 vs 4,8 mg/100 mL) e de amônia (8,0 vs 6,3 µg/mL) no sangue e de uréia (17,2 vs 6,4 mg/100 mL) na secreção uterina, em comparação ao fornecimento de 12% de PB.

McEvoy et al. (1997) observaram maior concentração plasmática de uréia (5,2 vs 2,4 mmol/L, respectivamente) e maiores concentrações de uréia (0,6 vs 0,2 mmol/L, respectivamente) e amônia (79 vs 37 μ mol/L, respectivamente) no fluido útero-tubárico de ovelhas suplementadas com 30 g de uréia/kg de alimento do que nas suplementadas com 2,5 g de uréia/kg de alimento. Em relação às alterações no microambiente do ovócito, maior concentração de amônia no fluido folicular (267 vs 205 nmol/mL) foi observada em novilhas com alta concentração deste metabólito no plasma, comparadas às com baixa concentração (SINCLAIR et al., 2000).

Redução do pH uterino durante a fase lútea do ciclo estral de novilhas que receberam dietas com excesso de PDR e de PNDR foi relatado por Eroid e Butler (1993) e Eroid et al. (1993). Esta observação pode estar relacionada à redução na concentração dos íons Mg, K e P na secreção uterina durante a fase lútea do ciclo estral em vacas alimentadas com excesso de PB na dieta (JORDAN et al., 1983). Alternativamente, o menor pH uterino poderia resultar da inibição da anidrase carbônica endometrial, que é sensível às alterações na composição iônica (Rowlett et al., 1991, citados por ELROD et al., 1993).

Alguns autores não verificaram relação entre o ambiente uterino e a fertilidade de vacas leiteiras alimentadas com 23% de PB (WILLIAMS et al., 1987). Oliveira (2001), trabalhando com vacas mestiças Holandês x Zebu que receberam dietas com 0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1% de uréia, não observou diferença no pH uterino no dia do estro (7,13; 6,67; 6,81; e 6,64, respectivamente) e no diestro (7,13; 6,73; 6,97; e 6,98, respectivamente) do segundo ou terceiro ciclo estral pós-parto. Também Kane et al. (2002) não observaram diferença no pH uterino, na 11^a semana após o parto, em vacas mestiças Hereford x Angus suplementadas com 1,05%; 0,70%; e 0,54% de uréia na dieta (pH = 7,0).

2.3 Hormônios gonadotróficos e esteróides sexuais

O excesso de amônia ou uréia no sangue pode alterar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal pelo decréscimo da amplitude e frequência dos pulsos de hormônio luteinizante (LH) (KAUR e ARORA, 1995) e por interferir com a

ligação de LH aos receptores ovarianos (Haour et al., 1974, citados por JORDAN et al., 1983), ocasionando redução da secreção de progesterona (PIRES e SUSIN, 1994) e, conseqüentemente, da fertilidade, uma vez que esse hormônio é essencial ao desenvolvimento embrionário inicial e à posterior manutenção da gestação.

Maior concentração de progesterona sérica em vacas que receberam 12,7% de PB na dieta, em comparação às que receberam 16,3% e 19,3% de PB, no 14º dia do primeiro ciclo estral pós-parto, foi observada por Jordan e Swanson (1979b). Jordan et al. (1983) verificaram que a concentração de progesterona plasmática no 15º dia do ciclo estral foi 19% maior nas vacas que receberam 12% de PB na dieta, em comparação às que receberam 23% de PB. Da mesma forma, Sonderman e Larson (1989) relataram que a concentração de progesterona sérica no 12º dia do ciclo estral foi maior nas vacas que consumiram dietas com 14% de PB do que naquelas que consumiram dietas com 20% de PB (4,91 vs 3,47 ng/mL). Contudo, Sinclair et al. (2000) verificaram que o fornecimento de dietas que ocasionaram elevação da concentração de amônia plasmática resultou em maior concentração de progesterona plasmática entre os dias quatro e 11 do ciclo estral e maior pico de progesterona plasmática (8,9 vs 6,8 µg/L) no 14º dia do ciclo estral, em novilhas.

Entretanto, Blauwiel et al. (1986) não observaram diferença na concentração de progesterona sérica no dia do estro e durante a fase lútea do ciclo estral em vacas não-lactantes que consumiram dietas com 15% ou 25% de PB. Também Elrod e Butler (1993) não observaram diferença na concentração de progesterona plasmática em novilhas que receberam quantidade adequada ou excesso de PDR na dieta. Segundo Butler et al. (1996), a concentração de progesterona plasmática e sua taxa de aumento nos cinco dias subseqüentes à IA não diferiram entre vacas com concentração de PUN inferior ou superior a 19 mg/dL.

2.4 Qualidade e estágio de desenvolvimento embrionário

O fornecimento excessivo de PDR ocasionou falhas de fertilização ou degeneração dos embriões, como observado pela maior percentagem de ovócitos

fertilizados (79,2% vs 54,8%) e de embriões viáveis (66,9% vs 44,2%) em vacas que receberam 64% de PDR na dieta, comparado às que receberam 73% durante 84 dias (BLANCHARD et al., 1990). O fornecimento de uréia na dieta também foi prejudicial ao desenvolvimento inicial e à sobrevivência de embriões ovinos (BISHONGA et al., 1994). Estes autores não verificaram diferença na taxa de ovulação de ovelhas que não foram suplementadas com uréia ou que foram com 15 g ou 30 g de uréia/kg de alimento durante 72 dias (4,1; 2,9; e 2,4 corpos-lúteos - CL, respectivamente), mas observaram menor proporção de embriões viáveis coletados no quarto dia após a IA (80%, 66% e 25%, respectivamente) e menor taxa de gestação (75%, 71% e 33%, respectivamente) nas ovelhas suplementadas com maior teor de uréia.

Resultados similares foram observados por McEvoy et al. (1997), em ovelhas. A suplementação da dieta de manutenção com 15 g ou 30 g de uréia/kg de alimento não influenciou a taxa de ovulação e a produção de embriões; no entanto, apenas 43% dos embriões coletados de ovelhas suplementadas com 30 g de uréia foram classificados como viáveis, enquanto essa proporção foi de 91% nas ovelhas do grupo-controle e naquelas suplementadas com 15 g de uréia. No quarto dia após a IA, os embriões coletados das ovelhas suplementadas com 30 g de uréia apresentaram menor desenvolvimento que os das demais, e, após três dias de cultivo *in vitro*, nenhum destes embriões desenvolveu-se a mórula ou blastocisto, sugerindo efeito direto do excesso de uréia ou amônia sobre a proliferação de células embrionárias. Baseado na concentração de progesterona plasmática, as taxas de gestação no dia 18 após transferência de um único embrião foram de 75%, 71% e 33% e no dia 68, de 63%, 43% e 33% nas ovelhas do grupo-controle e nas suplementadas com 15 g ou 30 g de uréia, respectivamente.

Em bovinos, a concentração de PUN inferior ou superior a 19 mg/dL não foi relacionada à diferença na quantidade, qualidade ou estágio de desenvolvimento dos embriões coletados no sétimo dia após IA. Todavia, os embriões coletados de vacas com concentração de PUN inferior a 19 mg/dL resultaram maior taxa de gestação (35,1% vs 11,1%), sugerindo que a alta concentração de PUN até o sétimo dia de gestação foi prejudicial à viabilidade embrionária (BODE et al., 2001). Segundo Dawuda et al. (2002), o efeito tóxico

da uréia sobre os embriões pode estar relacionado ao período de seu fornecimento, visto que a suplementação com uréia (250 g/vaca/dia), por curto período (sete dias), reduziu o número de embriões recuperados por vaca e a qualidade embrionária, como observado pela menor percentagem de embriões muito bons e bons e maior percentagem de embriões ruins e degenerados, comparado à suplementação por longo período (17 dias).

Em ovelhas que receberam uma dieta-controle ou que foram suplementadas com 50 g de uréia/dia, Fahey et al. (2001) não observaram diferença na taxa de ovulação (6,35 vs 5,66 CL) e no número de embriões coletados por doadora no quarto dia após a cobertura (3,68 vs 3,83 embriões); contudo, o desenvolvimento embrionário foi reduzido pela ingestão de uréia, como observado pelo menor número médio de células por embrião (10,27 vs 8,17 células) e menor percentagem de embriões com ≥ 10 células (73% vs 42%). A dieta oferecida às receptoras não influenciou as taxas de ovulação (1,9 vs 1,7 CL) e de gestação (75% vs 82%), assim como não houve diferença na taxa de gestação das receptoras inovuladas com embriões coletados de doadoras suplementadas ou não com uréia (87% vs 71%). Foi sugerido que os efeitos de elevada concentração de uréia na dieta sobre a qualidade embrionária são, provavelmente, relacionados a alterações no ambiente da tuba uterina e a prejuízo na qualidade do ovócito, mais do que a mudanças no ambiente uterino.

Em estudo realizado por Sinclair et al. (2000), menor proporção de ovócitos coletados de novilhas com alta concentração de amônia plasmática clivou após a fertilização (47,4% vs 62,4%) e produziu blastocistos após cultivo *in vitro* (10,9% vs 20,6%). Os resultados sugerem que a exposição à alta concentração de amônia e/ou uréia *in vivo* pode comprometer a capacidade dos ovócitos se desenvolverem a blastocistos *in vitro* e demonstram a importância da nutrição no período pré-ovulatório sobre a fertilidade. Todavia, Papadopoulos et al. (2001) não verificaram efeito da suplementação com 50 g de uréia/ovelha/dia durante 28 dias sobre o número de folículos puncionados (103 vs 125 folículos), a proporção de ovócitos recuperados (66% vs 71,2%), a taxa de clivagem após a fertilização (39,7% vs 48,3%) e a produção de blastocistos *in vitro* (36,8% vs 41,6%), comparadas às ovelhas não-suplementadas com uréia. Em experimento *in*

vivo, observaram que a recuperação dos embriões não foi influenciada pelo fornecimento de uréia (77,8% e 80,7% nas ovelhas suplementadas ou não com uréia, respectivamente), mas houve redução na taxa de clivagem de 93,5% no grupo-controle para 61,9% no grupo-tratado. Alterações na tuba uterina e/ou no ambiente uterino, incluindo efeitos sobre o transporte dos gametas, poderiam explicar o desenvolvimento reduzido dos embriões coletados de ovelhas suplementadas com uréia.

Ocon e Hansen (2003) avaliaram o efeito da adição de uréia ao meio de maturação do ovócito sobre a taxa de clivagem após a fertilização e o subsequente desenvolvimento do embrião. A maturação de ovócitos em meios contendo 0; 5; 7,5; e 10 mM de uréia, equivalentes a 0; 14; 21; e 28 mg/dL de N-uréico plasmático, respectivamente, não influenciou a taxa de clivagem no terceiro dia após a fertilização; contudo, reduzida proporção de ovócitos maturados em meio contendo 7,5 mM de uréia desenvolveu-se a blastocistos no oitavo dia de cultivo *in vitro*. Segundo os autores, a alta concentração de uréia pode desencadear algum mecanismo compensatório no ovócito que aumenta sua resistência à toxicidade, como, por exemplo, alterações no transporte de uréia pela membrana, inibindo a sua entrada na célula ou aumentando sua remoção do citoplasma. Por outro lado, o cultivo de embriões em meios contendo 0; 5; 7,5; e 10 mM de uréia após a fertilização não influenciou seu desenvolvimento até o estágio de blastocisto, sendo possível que o embrião adquira algum mecanismo que o proteja dos efeitos tóxicos da uréia ou que a uréia altere alguns processos no ovócito que não ocorrem no embrião.

Garcia-Bojalil et al. (1994) não observaram diferença no número de CL formados após a superovulação (15,6 vs 15,9 CL), na percentagem de ovócitos não fertilizados (24,6% vs 31,1%) e de embriões viáveis (49,7% vs 54%) ou inviáveis (25,7% vs 14,9%), coletados de vacas que receberam dietas com 12,3% ou 27,4% de PB. Em novilhas, Gath et al. (1999) não verificaram efeito do fornecimento de uma dieta-controle e de dietas de alta ou baixa energia suplementadas com 250 g de uréia sobre o número de CL formados após a superovulação (5,2; 5,8; e 6,8 CL, respectivamente), o número de embriões coletados no terceiro dia após a IA (2,7; 3,4; e 4,8 embriões, respectivamente) e a

percentagem de embriões com oito ou mais células (70,0%; 86,9%; e 76,5%, respectivamente). Contudo, a concentração de uréia sérica diferiu entre os animais dos tratamentos (3,2; 4,9; e 7,1 mmol/L, respectivamente).

2.5 Desenvolvimento folicular ovariano

O efeito do excesso de proteína ou do fornecimento de uréia na dieta sobre o desenvolvimento folicular ovariano foi pouco estudado, e as informações disponíveis na literatura consultada são contraditórias.

O fornecimento de dietas com 12,3% ou 27,4% de PB não influenciou as características de desenvolvimento folicular até o 10º dia do ciclo estral (diâmetro do folículo pré-ovulatório; dia de emergência, fase de crescimento e diâmetro máximo do folículo dominante da primeira onda folicular; e número médio de folículos em cada classe de diâmetro) e durante o processo de superovulação (número médio de folículos em cada classe de diâmetro; e número e percentagem de folículos pré-ovulatórios, anovulatórios e ovulatórios) de vacas holandesas não-lactantes (GARCIA-BOJALIL et al., 1994).

Também Oliveira (2001) não verificou efeito do fornecimento de uma dieta-controle (0% de uréia) e de dietas com 0,7%; 1,4%; e 2,1% de uréia nos primeiros 115 dias pós-parto, a vacas mestiças Holandês x Zebu, sobre o período interovulatório, o número de ondas foliculares, o dia de emergência da primeira e da segunda ondas de crescimento folicular, a persistência do folículo ovulatório e o diâmetro máximo do folículo ovulatório. Porém, menor atividade ovariana (redução no número de folículos ovarianos, no diâmetro do maior folículo, no número de CL e no diâmetro do maior CL) nos primeiros 50 a 57 dias pós-parto em vacas que receberam 15,7% de PDR foi relatada por Garcia-Bojalil et al. (1998b), o que foi relacionado à menor concentração de insulina plasmática nesses animais (0,54 vs 0,65 ng/mL), em comparação aos que receberam 11,1% de PDR na dieta (GARCIA BOJALIL et al., 1998a).

2.6 Distúrbios metabólicos

Segundo Visek (1984), o excesso de amônia pode levar a um distúrbio metabólico imediato, alterando as concentrações de uréia, glicose e insulina no sangue. No entanto, outros autores não verificaram diferença na concentração de glicose plasmática de vacas que receberam dietas com 12% ou 23% de PB (JORDAN et al., 1983) e de vacas e novilhas que receberam dietas com 16% ou 19% de PB (CANFIELD et al., 1990). Em ovelhas, a suplementação da dieta basal com 30 g de uréia/kg de alimento (McEVOY et al., 1997) resultou em maior concentração de glicose plasmática, comparado à suplementação com 2,5 g de uréia (4,0 e 3,6 mmol/L, respectivamente), enquanto a concentração de insulina plasmática, embora maior nas ovelhas suplementadas com 30 g de uréia, não diferiu entre os tratamentos (50 e 37 mU/L, respectivamente). Da mesma forma, a concentração de insulina plasmática não diferiu entre vacas que foram suplementadas ou não com 250 g de uréia/dia (DAWUDA et al., 2002) ou que receberam 1,05%; 0,70%; e 0,54% de uréia na dieta (KANE et al., 2002).

REFERÊNCIAS

- BISHONGA, C., ROBINSON, J. J., McEVOY, T. G., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. The effects of excess rumen degradable protein in ewes on ovulation rate, fertilization and embryo survival *in vivo* and during *in vitro* culture. *Animal Production*, v. 58, p.447, 1994. Abstract.
- BLANCHARD, T., FERGUSON, J., LOVE, L., TAKEDA, T., HENDERSON, B., HASLER, J., CHALUPA, W. Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American Journal Veterinary Research*, v.51, p.905-908, 1990.
- BLAUWIEKEL, R., KINCAID, R. L., REEVES, J. J. Effect of high crude protein on pituitary and ovarian function in Holstein cows. *Journal Dairy Science*, v.69, p.439-446, 1986.
- BODE, M. L., GILBERT, R. O., BUTLER, W. R. Effect of high plasma urea nitrogen levels on bovine embryo quality and development. *Journal Animal Science*, v.79, suppl.1, p.116, 2001. Abstract.
- BUTLER, W. R. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v.81, p.2533-2539, 1998.
- BUTLER, W. R., CALAMAN, J. J., BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal Animal Science*, v.74, p.858-865, 1996.
- CANFIELD, R. W., SNIFFEN, C. J., BUTLER, W. R. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v.73, p.2342-2349, 1990.
- CHALUPA, W. Discussion of protein symposium. *Journal Dairy Science*, v.67, p.1134-1146, 1984.
- DAWUDA, P.M., SCARAMUZZI, R. J., LEESE, H. J., HALL, C. J., PETERS, A. R., DREW, S. B., WATHES, D. C. Effect of timing of urea feeding on the yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.58, p.1443-1455, 2002.

- ELROD, C. C., BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal Animal Science*, v.71, p.694-701, 1993.
- ELROD, C. C., VAN AMBURGH, M., BUTLER, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal Animal Science*, v.71, p.702-706, 1993.
- FAHEY, J., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. The effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on early embryo survival and development in recipient ewes. *Animal Science*, v. 72, p.395-400, 2001.
- FERGUSON, J. D., CHALUPA, W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 72, p.746-766, 1989.
- FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T., BLANCHARD, T., REEVES, M. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal Dairy Science*, v.76, p.3742-3746, 1993.
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., RISCO, C. A., SAVIO, J. D., THATCHER, W. W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. *Journal Dairy Science*, v.81, p.1374-1384, 1998a.
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., RISCO, C. A., SAVIO, J. D., THATCHER, W. W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. *Journal Dairy Science*, v.81, p.1385-1395, 1998b.
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., DROST, M. Protein intake and development of ovarian follicles and embryos of superovulated nonlactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.77, p.2537-2548, 1994.
- GATH, V., LONERGAN, P., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. Effects of diet type on establishment of pregnancy and embryo development in beef heifers. *Theriogenology*, v. 51, p.224, 1999. Abstract.
- GUIMARÃES, M. P. M. P. A caprinocultura na Região Sudeste. In: Workshop sobre integração da caprinovinocultura com a bovinocultura de leite na Região

- Sudeste do Brasil, 1, 2003, Juiz de Fora. *Anais... Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL*, 2003. p.141-143.
- JORDAN, E.R., CHAPMAN, T. E., HOLTAN, D. W., SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.66, p.1854-1862, 1983.
- JORDAN, E.R., SWANSON, L. V. Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cow. *Journal Dairy Science*, v.62, p.58-63, 1979a.
- JORDAN, E.R., SWANSON, L. V. Serum progesterone and luteinizing hormone in dairy cattle fed varying levels of crude protein. *Journal Animal Science*, v.48, p.1154-1158, 1979b.
- KANE, K. K., CREIGHTON, K. W., PETERSEN, M. K., HALLFORD, D. M., REMMENGA, M. D., HAWKINS, D. E. Effects of varying levels of undegradable intake protein on endocrine and metabolic function of young post-partum beef cows. *Theriogenology*, v.57, p.2179-2191, 2002.
- KAUR, H., ARORA, S. P. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutrition Research Reviews*, v.8, p.121-136, 1995.
- McEVOY, T. G., ROBINSON, J. J., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. S. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, v.47, p.71-90, 1997.
- NUTRIENT REQUERIMENTS OF DAIRY CATTLE, 7th ed., Washington: National Academy Press, 2001.381p.
- OCON, O. M., HANSEN, P. J. Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acidic pH. *Journal Dairy Science*, v. 86, p.1194-1200, 2003.
- OLIVEIRA, M. M. N. F. *Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: dinâmica folicular e características reprodutivas*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

- PAPADOPOULOS, S., LONERGAN, P., GATH, V., QUINN, K. M., EVANS, A. C. O., O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M. P. Effect of diet quantity and urea supplementation on oocyte and embryo quality in sheep. *Theriogenology*, v.55, p.1059-1069, 2001.
- PERES J. R. Níveis de uréia no sangue (plasma) de vacas mestiças em pastejo rotacionado. <http://www.milkpoint.com.br/mn/radarestecnicos/artigo>
Acessado em 13/12/2001
- PIRES, A. V., SUSIN, I. Relações entre nutrição e reprodução. In: Simpósio sobre produção animal, 9, 1994. *Anais...* p.69-96.
- PRODUCTION YEARBOOK. Roma: FAO, 1994. v. 48, 350p.
- RIBEIRO, S. D. A. *Criação Racional de Caprinos*. São Paulo: Nobel, 1998. 318p.
- SILVA, R. R. *Agribusiness da Caprinocultura de leite no Brasil*. Salvador: Bureau, 1998. 74p.
- SINCLAIR, K. D., KURAN, M., GEBBIE, F. E., WEBB, R., McEVOY, T. G. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal Animal Science*, v.78, p.2670-2680, 2000.
- SONDERMAN, J. P., LARSON, L. L. Effect of dietary protein and exogenous gonadotropin-releasing hormone on circulating progesterone concentrations and performance of Holstein cows. *Journal Dairy Science*, v.72, p. 2179-2183, 1989.
- WISEK, W. J. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. *Journal Dairy Science*, v.67, p.481-498, 1984.
- WILLIAMS, J. S., GARDINER, C. S., SCHULLER, L. S., SWANSON, L. V., MENINO, A. R. Evaluation of uterine flushings collected from dairy cows fed two levels of crude protein. *Journal Animal Science*, v.65, suppl.1, p. 415, 1987. Abstract.

**DINÂMICA FOLICULAR OVARIANA E CONCENTRAÇÃO DE
PROGESTERONA PLASMÁTICA EM CABRAS DA RAÇA ALPINA,
ALIMENTADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE URÉIA NA
DIETA**

RESUMO - Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do fornecimento de concentrações crescentes de uréia na dieta de cabras da raça Alpina sobre a dinâmica folicular ovariana e a concentração de progesterona plasmática, durante a estação reprodutiva. Foram utilizadas 29 cabras, distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos que receberam 0,0% (T1 – Controle, n=7); 0,73% (T2, n=7); 1,46% (T3, n=7); e 2,24% (T4, n=8) de uréia na matéria seca (MS) da dieta. Após o período de adaptação às dietas experimentais, a dinâmica folicular ovariana foi monitorada diariamente por ultra-sonografia transretal durante um, dois ou três períodos interovulatórios consecutivos. Amostras de sangue de todas as cabras foram coletadas uma vez por semana, para dosagem de uréia e de glicose. Para dosagem de progesterona, as amostras de sangue foram coletadas no dia do estro (D0) e nos dias três, sete, 11, 15 e 19 após o estro, nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração normal. Coletas de sangue adicionais no 25º dia após o estro e a intervalos semanais após o 25º dia foram realizadas nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração longa. Nas cabras que apresentaram ciclos estrais de duração curta, as coletas de sangue foram realizadas no dia do estro e nos dias três e sete após o estro. Do total de 47 ciclos estrais avaliados, 28 (59,57%) foram de duração normal (17 a 25 dias), sete (14,89%) de duração curta (<17 dias) e 12 (25,53%) de duração longa (>25 dias). Os ciclos de duração curta tiveram $6,14 \pm 0,69$ dias e uma única onda folicular que emergiu no dia $0,43 \pm 1,13$. Os ciclos de duração longa tiveram entre 26 a 79 dias, com duas a nove ondas foliculares. Os ciclos de duração normal foram caracterizados pela ocorrência de duas (n=6), três (n=13), quatro (n=8) e cinco (n=1) ondas foliculares. Nas cabras com duas ondas foliculares, o dia de emergência ($P < 0,05$) e o comprimento ($P < 0,06$) da primeira onda folicular e o dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular ($P < 0,05$) apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Nas

cabras com três ondas foliculares, observou-se que o comprimento da terceira onda ($P<0,01$), o diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda ($P<0,01$) e o número de ovulações ($P<0,06$) apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Em relação às cabras com quatro ondas foliculares, observou-se que o dia de emergência da terceira onda ($P<0,05$) e o do maior folículo da terceira onda ($P<0,06$) reduziram linearmente em função da concentração de uréia nas dietas, enquanto o diâmetro do segundo maior folículo da primeira ($P<0,05$) e da quarta ($P<0,01$) ondas foliculares aumentou linearmente em função da concentração de uréia nas dietas. Os períodos interestro e interovulatório, duração das fases lútea e folicular e demais características da dinâmica folicular ovariana não foram influenciados pela concentração de uréia nas dietas. As concentrações de uréia e de glicose no plasma não diferiram entre os animais dos tratamentos e entre as semanas de coleta. Observou-se comportamento quadrático da concentração de progesterona plasmática no dia do estro e no dia 11 após o estro, em função da concentração de uréia nas dietas. No dia 15 após o estro, a concentração de progesterona plasmática reduziu linearmente à medida que a concentração de uréia nas dietas aumentou.

Palavras-chave: cabra, ciclo estral, dinâmica folicular, progesterona, uréia.

**OVARIAN FOLLICULAR DYNAMICS AND PLASMA PROGESTERONE
CONCENTRATION IN GOATS OF THE ALPINE BREED, FEEDING
DIFFERENT UREA CONCENTRATIONS IN THE DIET**

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of different urea concentrations in the diets of Alpine goats on the ovarian dynamics and plasma progesterone concentration, during the reproductive season. Twenty nine goats were randomly assigned in to four treatments that received 0.0% (T1 - Controls, n=7), 0.73% (T2, n=7), 1.46% (T3, n=7) and 2.24% of urea in the dry matter of the diet (T4, n=8). After the adaptation period to the experimental diets, the ovarian activity was monitored daily by transrectal ultra-sound during one, two or three consecutive interovulatory periods. Blood samples of all goats were collected once a week for plasma urea and glucose concentration analysis. Blood samples for plasma progesterone analysis were collected on the days 3, 7, 11, 15 and 19 after the estrus in the goats that showed cycles of normal length. Additional blood samples at the 25th day after the estrus and at weekly intervals after the 25th day were taken from the goats with long length estrous cycles. In the goats showing short length estrous cycles, the collections were at estrus day and on days 3 and 7 after estrus. From the 47 estrous cycles evaluated, 28 (59.57%) were of normal length (17 to 25 days), 7 (14.89%) short length (<17 days) and 12 (25.53%) long length (>25 days). The short length estrous cycles had 6.14 ± 0.69 days and one follicular wave that emerged on day 0.43 ± 1.13 . The long length estrous cycles had between 26 to 79 days, with 2 to 9 follicular waves. The normal length estrous cycles were characterized by occurrence two (n=6), three (n=13), four (n=8) and five (n=1) follicular waves. Quadratic effect of urea concentration in the diet was observed on the emergence day of the first follicular wave ($P < 0.05$), the length of the first follicular wave ($P < 0.06$), and on the emergence day of the largest follicle of the first follicular wave ($P < 0.05$) in the goats with two follicular waves showed quadratic behavior in function of urea concentration in the diet. In the goats with three waves, the quadratic effect of the wave length ($P < 0.01$), of the maximum diameter of the largest follicle ($P < 0.01$) and the ovulation number ($P < 0.06$) were related to the urea concentration in the diets. In

the goats with four waves, it was observed that the emergency day of the third follicular wave ($P<0.05$) and the emergency day of the largest follicle of the third wave ($P<0.06$) decreased linearly with the urea concentration in the diets, as long as the diameter of the second largest follicle of the first ($P<0.05$) and of the fourth waves increased ($P<0.01$) linearly with the urea concentration in the diets. The interestrus and interovulatory periods, the luteal and follicular phases length and the others characteristics of the ovarian follicular dynamics were not influenced by the urea concentration in the diets. The plasma urea and glucose concentration did not differ among the treatments animals and among weeks of collection. It quadratic effect of progesterone plasma concentration in the estrus day and on the 11th day after estrus was observed, with the urea concentration in the diets. In the 15th day after estrus, the plasma progesterone concentration reduced linearly when the urea concentration in the diets increased.

Key words: goat, estrous cycle, follicular dynamic, progesterone, urea.

INTRODUÇÃO

A utilização da ultra-sonografia na reprodução permitiu a monitoração diária do desenvolvimento folicular ovariano durante o ciclo estral, demonstrando claro padrão de crescimento e regressão de folículos antrais e possibilitou o perfeito entendimento do processo de recrutamento, seleção e dominância folicular em bovinos (GINTHER et al., 1989; GINTHER et al., 1996) e ovinos (GINTHER et al., 1995; SOUZA et al., 1997; EVANS et al., 2000).

Na espécie caprina, pesquisas iniciais usando laparoscopia (CAMP et al., 1983), laparotomia (AKUSU et al., 1986) ou exame de ovários de abatedouro (SURESHKUMAR e JANAKIRAMAN, 1993) não caracterizaram, de forma consistente, o padrão de crescimento folicular. Posteriormente, as pesquisas que utilizaram a ultra-sonografia para monitorar a dinâmica folicular demonstraram que os folículos desenvolvem-se em padrão tipo ondas, podendo haver de duas a seis ondas foliculares durante o ciclo estral, mas com predominância de quatro ondas (GINTHER e KOT, 1994; CASTRO et al., 1999; SCHAWARZ e WIERZCHÓŚ, 2000; MENCHACA e RUBIANES, 2002). A manifestação de ciclos estrais de duração curta (6,5 dias), caracterizados por regressão prematura do corpo-lúteo (CL) (CAMP et al., 1983), ou de duração longa (>25 dias), com emergência de maior número de ondas foliculares (GINTHER e KOT, 1994), foi relatada nos períodos de transição da estação reprodutiva.

Em bovinos, a restrição alimentar (MURPHY et al., 1991; MACKEY et al., 1997) e o balanço energético negativo (LUCY et al., 1992) alteraram negativamente o padrão de crescimento folicular. Por outro lado, a relação entre o consumo de proteína e a dinâmica folicular ovariana foi pouco estudada, e as informações disponíveis na literatura ainda são contraditórias. Garcia-Bojalil et al. (1998) verificaram redução no número de folículos ovarianos e no diâmetro máximo do maior folículo de vacas holandesas lactantes que receberam 15,7% de PDR na dieta, em comparação às que receberam 11,1% de PDR, no período pós-parto. No entanto, o fornecimento de dietas com 12,3% ou 27,4% de PB (0% e 2,6% de uréia na MS, respectivamente) a vacas holandesas não-lactantes (GARCIA-BOJALIL et al., 1994) ou de 0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1% de uréia na MS

a vacas mestiças Holandês x Zebu lactantes (OLIVEIRA, 2001) não influenciou o padrão de crescimento folicular ovariano.

O excesso de amônia ou uréia também pode alterar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, pelo decréscimo da amplitude e freqüência dos pulsos de hormônio luteinizante (LH) (KAUR e ARORA, 1995) e por interferir com a ligação de LH aos receptores ovarianos (Haour et al., 1974, citados por JORDAN et al., 1983), ocasionando redução da secreção de progesterona (PIRES e SUSIN, 1994) e, conseqüentemente, da fertilidade, uma vez que esse hormônio é essencial ao desenvolvimento embrionário inicial e posterior manutenção da gestação.

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram comparar o efeito do fornecimento de uma dieta-controle e de dietas com concentrações crescentes de uréia na MS sobre a dinâmica folicular ovariana e a concentração de uréia, glicose e progesterona no plasma de cabras da raça Alpina, durante a estação reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a estação reprodutiva, no período de 13 de março a 26 de junho de 2003, no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, situado na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a 20°46'23'' S de latitude e 42°51'10'' WG de longitude, altitude média de 704,84 m, clima CWA pela classificação de Köppen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9 °C e precipitação pluviométrica anual de 1.203 mm³.

Foram utilizadas 29 cabras da raça Alpina, não-gestantes, não-lactantes, nulíparas, primíparas e multíparas, com 50,38±8,96 kg de peso e 35,20±16,80 meses de idade no início do experimento. A relação dos animais e sua paridade, o peso e a idade são apresentados na Tabela 1.

As cabras foram distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos que receberam 0,0% (T1 – Controle, n=7); 0,73% (T2, n=7); 1,46% (T3, n=7); e 2,24% de uréia na matéria seca (MS) da dieta (T4, n=8). Uma cabra do T1 não teve a dinâmica folicular avaliada durante todo o ciclo estral; uma do T2 não

manifestou estro ao longo do experimento e uma do T3 apresentou múltiplos cistos foliculares, e foram excluídas das análises.

As dietas à base de silagem de milho e concentrado foram calculadas para serem isoenergéticas (1,52 Mcal/kg MS no T1 e 1,54 Mcal/kg MS no T2, T3 e T4) e isoprotéicas (14% PB na MS) e conter 28,79%; 38,97%; 49,50%; e 60,85% da proteína total na forma de nitrogênio não-protéico (NNP) nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. As percentagens de NNP advindas da uréia em relação à proteína total da dieta foram 0%, 13%, 26% e 40% nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Detalhes da composição das dietas fornecidas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Relação dos animais experimentais, suas paridades, pesos e idades

| Cabra | Tratamento | Ordem de partos | Peso (kg) | Idade (meses) |
|-------|------------|-----------------|-----------|---------------|
| 1573 | 1 | 5 | 58,5 | 71,4 |
| 1839 | 1 | 2 | 41,8 | 34,9 |
| 1910 | 1 | 2 | 56,0 | 31,3 |
| 1964 | 1 | 0 | 51,0 | 30,2 |
| 1985 | 1 | 2 | 60,4 | 29,6 |
| 1994 | 1 | 0 | 35,8 | 30,7 |
| 2099 | 1 | 0 | 43,4 | 23,4 |
| 1697 | 2 | 2 | 58,5 | 47,2 |
| 1740 | 2 | 1 | 55,6 | 42,9 |
| 1817 | 2 | 1 | 61,3 | 35,1 |
| 1843 | 2 | 1 | 49,6 | 34,8 |
| 2056 | 2 | 0 | 41,6 | 23,9 |
| 2178 | 2 | 0 | 34,4 | 18,1 |
| 2481 | 2 | 0 | 47,6 | 16,4 |
| 1716 | 3 | 2 | 60,0 | 46,8 |
| 1771 | 3 | 1 | 55,2 | 42,2 |
| 1831 | 3 | 2 | 47,2 | 35,0 |
| 1944 | 3 | 0 | 58,2 | 30,7 |
| 1973 | 3 | 0 | 48,1 | 30,0 |
| 2104 | 3 | 1 | 40,6 | 23,4 |
| 2121 | 3 | 0 | 36,9 | 23,2 |
| 1466 | 4 | 6 | 60,4 | 94,5 |
| 1649 | 4 | 2 | 59,0 | 58,8 |
| 1732 | 4 | 1 | 57,5 | 45,3 |
| 1905 | 4 | 1 | 66,0 | 31,3 |
| 1942 | 4 | 0 | 40,3 | 23,4 |
| 2018 | 4 | 0 | 48,2 | 24,0 |
| 2024 | 4 | 0 | 39,7 | 24,0 |
| 2174 | 4 | 0 | 48,8 | 18,2 |

Tabela 2 - Composição porcentual dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (com base na MS)

| Ingredientes | Tratamentos (% de uréia na MS da dieta) | | | |
|--------------------|---|--------|--------|--------|
| | 0,0% | 0,73% | 1,46% | 2,24% |
| Silagem de milho | 81,375 | 75,210 | 72,589 | 69,956 |
| Fubá de milho | - | 10,140 | 16,674 | 23,578 |
| Farelo de soja | 17,625 | 12,920 | 8,280 | 3,274 |
| Uréia | - | 0,730 | 1,456 | 2,240 |
| Calcário calcítico | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,952 |

As cabras foram adaptadas de forma gradual às rações contendo uréia, utilizando-se 0,73% de uréia na primeira semana, no T2; 0,73% e 1,46% de uréia na primeira e segunda semanas, respectivamente, no T3; e 0,73%; 1,46%; e 2,24% de uréia na primeira, segunda e terceira semanas, respectivamente, no T4. Após o período de adaptação, as dietas foram fornecidas até o fim do período experimental.

As cabras de um mesmo tratamento foram mantidas em baia coletiva. O alimento foi fornecido na forma de mistura completa duas vezes ao dia, sendo a quantidade oferecida ajustada diariamente para permitir no mínimo 5% de sobras. Água e sal mineral foram fornecidos *ad libitum*. As sobras de cada baia foram retiradas antes do fornecimento diário do alimento e pesadas, para determinação do consumo. Amostras da silagem fornecida e das sobras foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C. Amostras compostas de cada três semanas para a silagem e de cada nove semanas para as sobras do T1, T2, T3 e T4 e amostras do fubá de milho e do farelo de soja utilizados tiveram a composição bromatológica determinada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, segundo os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). A composição bromatológica da silagem de milho, do fubá de milho e do farelo de soja utilizados é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

| | Ingredientes | | |
|----------------------|------------------|---------------|----------------|
| | Silagem de milho | Fubá de milho | Farelo de soja |
| MS (%) | 26,58 | 88,26 | 88,81 |
| MO ¹ | 94,84 | 98,28 | 93,60 |
| PB ¹ | 6,12 | 8,85 | 49,28 |
| EE ¹ | 3,80 | 4,13 | 1,30 |
| Lignina ¹ | 4,85 | 1,18 | 2,09 |
| FDN ¹ | 54,73 | 12,82 | 11,27 |
| FDA ¹ | 32,26 | 1,92 | 8,81 |
| NIDN (% N total) | 34,21 | 9,96 | 7,00 |
| NIDA (% N total) | 17,78 | 4,23 | 2,60 |
| CHO ¹ | 84,91 | 85,3 | 43,01 |
| NDT ¹ | 64,47 | 86,98 | 79,44 |
| Cinzas ¹ | 5,16 | 1,72 | 6,41 |
| Ca ¹ | 0,31 | 0,03 | 0,30 |
| P ¹ | 0,19 | 0,30 | 0,007 |

¹% na MS.

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido, CHO: carboidratos totais e NDT: nutrientes digestíveis totais.

Os animais foram pesados no primeiro dia do fornecimento das dietas experimentais e, em seguida, semanalmente, durante todo o experimento.

Observações visuais de estro foram conduzidas duas vezes ao dia, às 07 h e 16 h, por um período mínimo de 15 minutos cada, em cada baia, com auxílio de rufiões. Além das características de inquietação, vocalização, micção frequente, descarga vaginal de muco, procura pelo macho, batimento de cauda e hiperemia e edema de vulva, foram caracterizadas em estro as cabras que permaneceram imóveis à monta (FONSECA, 2002). O período interestro foi definido como o número de dias entre dois estros consecutivos.

Os exames ultra-sonográficos dos ovários para monitoramento da dinâmica folicular ovariana foram realizados diariamente a partir do dia do estro, por um único operador, entre 08 h e 12 h. Foram acompanhados um, dois ou três ciclos estrais por animal.

Os exames foram realizados por via transretal, conforme procedimento descrito por Ginther e Kot (1994), com modificações. Utilizou-se um aparelho marca ALOKA, modelo SSD-500, com um transdutor linear de 5 MHz acoplado a

uma extensão rígida (3 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento), que permitiu manipular o transdutor inserido no reto. O animal foi contido em posição de estação, em tronco próprio, as fezes foram removidas e 60 mL de gel de carboximetilcelulose foram inseridos no reto com o auxílio de uma seringa. Após visualização da bexiga e porção caudal do útero, o transdutor foi girado 45° a 90° nos sentidos horário e anti-horário, para a localização dos ovários.

Foram mensurados todos os folículos com ≥ 5 mm de diâmetro de cada ovário, enquanto os diâmetros de folículos de 3-4 mm foram estimados. O diâmetro dos folículos com ≥ 5 mm foi determinado pela média dos dois maiores diâmetros da cavidade antral. A estimativa de diâmetro dos folículos menores foi feita em tempo real, para evitar a perda de identidade dos folículos durante o freqüente congelamento da imagem. A localização ovariana dos folículos foi esquematizada relativa às outras estruturas (folículos e CL), sendo o esquema comparado com o obtido no dia anterior. Cada folículo identificado foi codificado por uma letra, a qual foi mantida por tanto tempo quanto o folículo esteve presente no ovário (GINTHER e KOT, 1994). Os diâmetros dos folículos de ambos os ovários foram tabulados, e os dados plotados em gráficos que mostraram o perfil de crescimento e regressão de cada folículo. A partir da análise dos gráficos, foram registradas as seguintes características de desenvolvimento folicular:

- onda de crescimento folicular: emergência de um grupo de folículos que originou um ou mais folículos com ≥ 5 mm de diâmetro (CASTRO et al., 1999);
- dia de emergência da onda: foi considerado o dia de emergência do maior ou dos dois maiores folículos daquela onda;
- final da onda: dia em que o último folículo em regressão daquela onda atingiu 3 mm de diâmetro;
- comprimento das ondas de crescimento folicular (dias): número de dias entre a emergência e o final da onda;
- intervalo de ondas de crescimento folicular (dias): número de dias entre a emergência de duas ondas sucessivas;
- dia de emergência do maior folículo por onda: dia em que o folículo mediu 3 mm, seguido por um aumento no diâmetro para \geq

4 mm no dia seguinte (CASTRO et al., 1999). Nos casos em que o folículo foi visualizado pela primeira vez com diâmetro superior a 4 mm, o dia de emergência foi determinado retrospectivamente, considerando-se a taxa de crescimento folicular de 1 mm/dia;

- diâmetro máximo do maior e do segundo maior folículos por onda (mm): média dos dois maiores diâmetros da cavidade antral;
- dia do diâmetro máximo do maior folículo por onda (mm);
- fase de crescimento do maior folículo por onda: dias necessários para o folículo crescer de 3 mm (emergência) até seu diâmetro máximo (RUBIANES et al., 1996); e
- taxa de crescimento do maior folículo por onda (mm/dia): calculada como (diâmetro máximo – 3 mm)/fase de crescimento (RUBIANES et al., 1996).

A ovulação foi determinada pelo desaparecimento do(s) maior(es) folículo(s) e subsequente formação de um CL no mesmo local. O início da regressão luteal foi definido como o primeiro dia em que a área do CL apresentou redução progressiva. O número de dias da ovulação ao início da luteólise e deste à próxima ovulação foi usado para definir as fases luteal e folicular, respectivamente (GINTHER e KOT, 1994). O intervalo de ovulações foi definido como o número de dias entre duas ovulações consecutivas, detectadas por ultrasonografia. Quando duas ou três ovulações ocorreram no mesmo período interovulatório, mas em dias distintos, considerou-se o dia da primeira como o último dia deste intervalo. A duração do ciclo estral foi definida com base no período interovulatório, sendo considerados de duração normal os ciclos de 17 a 25 dias, de duração curta os de menos de 17 dias e de duração longa os de mais de 25 dias.

Amostras de sangue de todas as cabras foram coletadas uma vez por semana, por punção da veia jugular, em tubos de vidro de coleta a vácuo contendo anticoagulante EDTA, para dosagem de uréia e anticoagulante fluoreto, para dosagem de glicose. Para dosagem de progesterona, as amostras foram coletadas em tubos de vidro de coleta a vácuo contendo anticoagulante EDTA, no dia do

estro (dia zero) e nos dias três, sete, 11, 15 e 19 após o estro, nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração normal. Coletas de sangue adicionais no 25º dia após o estro e a intervalos semanais após o 25º dia foram realizadas nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração longa. Nas cabras que apresentaram ciclos estrais de duração curta, as coletas foram realizadas no dia do estro e nos dias três e sete após o estro. As amostras de sangue coletadas antes e aproximadamente quatro horas após o fornecimento do alimento foram imediatamente acondicionadas em caixa de isopor com gelo e, em seguida, centrifugadas a 1.000 x G durante 15 minutos, para obtenção do plasma. Este foi armazenado a -20 °C até as análises de progesterona, por radioimunoensaio em fase sólida¹, e de glicose e uréia, pelo método colorimétrico-enzimático². A sensibilidade de detecção do teste de progesterona foi de 0,02 ng/mL. As dosagens foram realizadas no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997). Os dados referentes ao peso dos animais e à concentração de uréia e de glicose no plasma foram analisados por meio da metodologia de superfície de resposta. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade; no coeficiente de determinação; e no fenômeno biológico. Os dados referentes ao consumo médio individual de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria orgânica (MO), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos (CHO) e cinzas, expressos em kg/dia; à dinâmica folicular ovariana; e à concentração de progesterona plasmática foram analisados por meio de análises de variância e regressão.

¹ Coat-a-count progesterone kit, DPC, Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA.

² Glicose enzimática líquida e Uréia 500, Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratórios LTDA, GO, Brasil

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio individual de MS, PB, EE, lignina, FDN, FDA, MO, NDT, CHO e cinzas, expresso em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas do consumo médio individual de MS, PB, EE, lignina, FDN, FDA, MO, NDT, CHO e cinzas, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| | Equações ajustadas | R ² | P | CV (%) |
|----------------------|--------------------|----------------|-------|--------|
| MS ¹ | = 0,82 | - | n.s. | 5,0 |
| PB ¹ | = 0,11 | - | n.s. | 4,5 |
| EE ¹ | = 0,03+0,001***U | 0,99 | 0,001 | 4,8 |
| Lignina ¹ | = 0,03-0,002***U | 0,95 | 0,001 | 6,0 |
| FDN ¹ | = 0,35-0,02***U | 0,89 | 0,001 | 6,4 |
| FDA ¹ | = 0,20-0,01***U | 0,92 | 0,001 | 6,2 |
| MO ¹ | = 0,78-0,01*U | 0,83 | 0,05 | 5,0 |
| NDT ¹ | = 0,57 | - | n.s. | 4,7 |
| CHO ¹ | = 0,63+0,01*U | 0,80 | 0,05 | 5,0 |
| Cinzas ¹ | =0,04-0,005***U | 0,96 | 0,001 | 6,2 |

MS: matéria seca, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, MO: matéria orgânica, NDT: nutrientes digestíveis totais e CHO: carboidratos totais.

n.s.: não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

¹Kg/dia.

A adição de uréia às dietas não influenciou o consumo de MS, PB e NDT. No entanto, o consumo de EE e CHO aumentou linearmente e o de lignina, FDN, FDA, MO e cinzas diminuiu linearmente à medida que a concentração de uréia nas dietas aumentou. O consumo médio individual observado de MS de 0,82 kg/dia foi inferior ao de 1,20 kg/dia recomendado pelo AFRC (1997) para cabras secas. No entanto, pode-se inferir que o consumo foi suficiente para atender às exigências dos animais, visto que os mesmos não perderam peso durante o experimento. Segundo o NRC (1981), a adição de uréia à dieta dos caprinos não deve exceder 1/3 da PB total ou mais que 50% da PB do concentrado. Neste estudo, o fornecimento de até 40% da proteína total na forma de uréia não alterou o consumo de MS. Alguns autores relataram que a uréia pode ser fornecida em quantidades superiores às preconizadas pelo NRC (1981), sem que o consumo de

MS seja reduzido (SINGHAL e MUDGAL, 1980; FERNANDEZ et al., 1997). O consumo inalterado de PB sugere que as cabras não apresentaram comportamento seletivo de ingestão, o que pode ter sido favorecido pela prática de fornecimento diário do concentrado sobre o volumoso. Por outro lado, a redução observada no consumo de fibra pode ser explicada pela relação volumoso:concentrado utilizada nas quatro dietas experimentais, visto que a proporção de volumoso reduziu linearmente, enquanto a de concentrado aumentou linearmente à medida que a concentração de uréia nas dietas aumentou (Tabela 2).

O modelo de regressão que melhor explicou o comportamento do peso vivo dos animais em função do tempo (em dias) foi o linear: $y = 49,62 + 0,02D^{***}$ ($R^2 = 0,87$, $P < 0,001$) no T1, $y = 50,43 + 0,04D^{***}$ ($R^2 = 0,94$, $P < 0,001$) no T2, $y = 49,52 + 0,06D^{***}$ ($R^2 = 0,92$, $P < 0,001$) no T3 e $y = 53,15 + 0,02D^{***}$ ($R^2 = 0,65$, $P < 0,001$) no T4, mostrando que houve ganho de peso diário de 0,02 kg a 0,06 kg durante o período experimental. Desta forma, pode-se inferir que a quantidade de alimento oferecida foi suficiente para atender às exigências nutricionais dos animais.

Foram acompanhados 47 ciclos estrais, sendo 28 (59,57%) de duração normal (17 a 25 dias), sete (14,89%) de duração curta (<17 dias) e 12 (25,53%) de duração longa (>25 dias). Dos 28 ciclos de duração normal, seis (21,43%), nove (32,14%), seis (21,43%) e sete (25%) ocorreram nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Entre os ciclos de duração curta, três (42,86%), dois (28,57%) e dois (28,57%) foram manifestados por cabras dos tratamentos T1, T2 e T4, respectivamente. Em relação aos ciclos de duração longa, observou-se que três (25%), um (8,33%), dois (16,67%) e seis (50%) ocorreram nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Os ciclos estrais de duração curta tiveram $6,14 \pm 0,69$ dias, com apenas uma onda de crescimento folicular, que emergiu no dia $0,43 \pm 1,13$ e cujo comprimento foi de $5,71 \pm 1,25$ dias. Os diâmetros máximos do maior e do segundo maior folículos foram de $8,5 \pm 1,0$ e $6,6 \pm 1,1$ mm, respectivamente. O maior folículo emergiu no dia $0,43 \pm 1,13$ e cresceu por $4,86 \pm 1,77$ dias, alcançando o diâmetro máximo no dia $5,29 \pm 1,70$ do ciclo estral, com taxa de crescimento de $1,30 \pm 0,65$ mm/dia. Em apenas uma das cabras a ovulação não foi detectada por ultra-

sonografia. Nas outras seis foram observadas $1,50 \pm 0,55$ ovulação. Das nove ovulações detectadas por ultra-som, cinco (55,56%) ocorreram no ovário esquerdo e quatro (44,44%) no direito. O folículo ovulatório mediu $7,6 \pm 1,1$ mm. A concentração de progesterona plasmática foi sempre inferior a 1 ng/mL em todas as cabras, sugerindo que a formação de tecido luteal foi inadequada. O crescimento folicular e a concentração de progesterona plasmática em uma das cabras que apresentou ciclo estral de duração curta e uma onda folicular são apresentados na Figura 1.

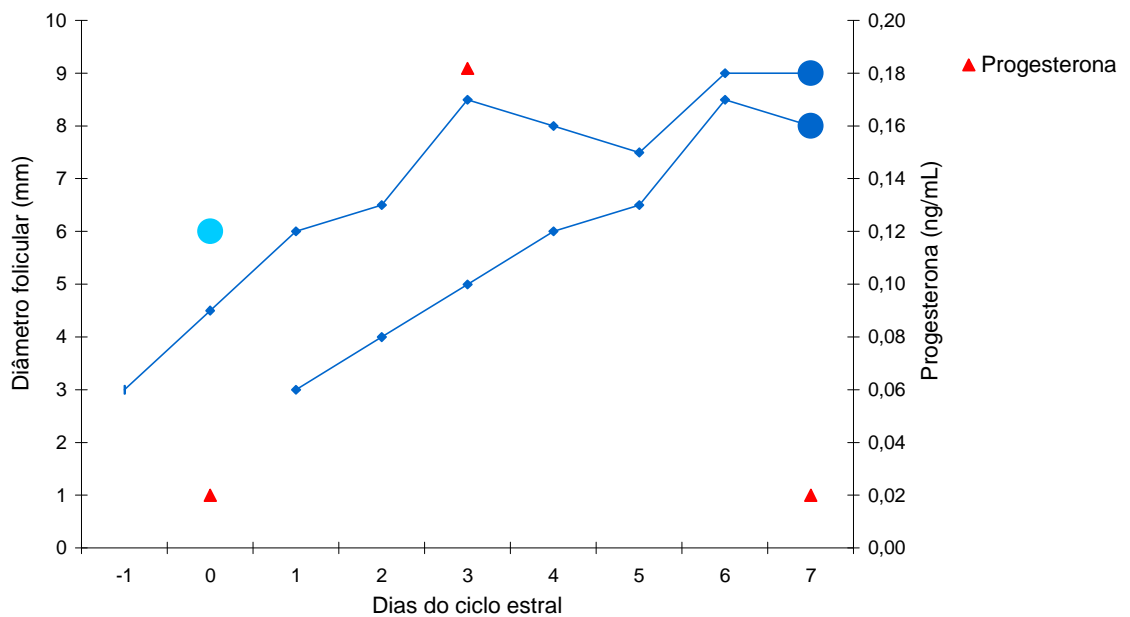


Figura 1 - Crescimento folicular e concentração de progesterona plasmática (ng/mL) durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com uma onda folicular e ovulação simples e dupla. Diâmetro dos folículos dominantes (.) e ovulatórios (.).

Neste estudo, os ciclos estrais de duração curta ocorreram durante a estação reprodutiva e não no período de transição da estação de anestro para a de acasalamento. Entretanto, em cabras da raça Nubiana, Camp et al. (1983) verificaram que a maioria (86%) dos ciclos de duração curta, entre três e 15 dias (média de 6,5 dias), ocorreu no início da estação e foi caracterizada pela regressão prematura do CL, confirmada por laparoscopias sucessivas. Os mecanismos

relacionados à falha funcional e regressão prematura do CL são pouco compreendidos. O *status* folicular imediatamente antes da ovulação pode influenciar a capacidade secretora e a longevidade funcional do CL (CAMP et al., 1983). Da mesma forma, o inadequado suporte gonadotrófico após a ovulação, quando os pulsos de LH são essenciais para o desenvolvimento do CL, pode estar relacionado à sua regressão prematura e à manifestação de ciclos estrais de duração curta (KARSCH et al., 1971). Segundo Camp et al. (1983), a produção de progesterona pelo CL da fase luteal curta pode influenciar o ressurgimento da atividade estral normal durante a estação de acasalamento.

Os ciclos de duração longa tiveram entre 26 e 79 dias, com duas a nove ondas de crescimento folicular e, em sua maioria (83,33%), foram manifestados no período de transição entre a estação de anestro e a de acasalamento. Duas cabras do T4 desenvolveram pseudociese e receberam 125 µg de cloprostenol³, via i. m. Estas apresentaram CL persistente, e o crescimento folicular ocorreu em seis e oito ondas, no intervalo de 53 e 45 dias, respectivamente. Embora as causas da pseudociese não estejam totalmente elucidadas, a liberação inadequada de PGF_{2α} uterina pode estar envolvida (BATTYE et al., 1988). O crescimento folicular e a concentração de progesterona plasmática em um destes animais são apresentados na Figura 2.

³ Ciosin - Coopers

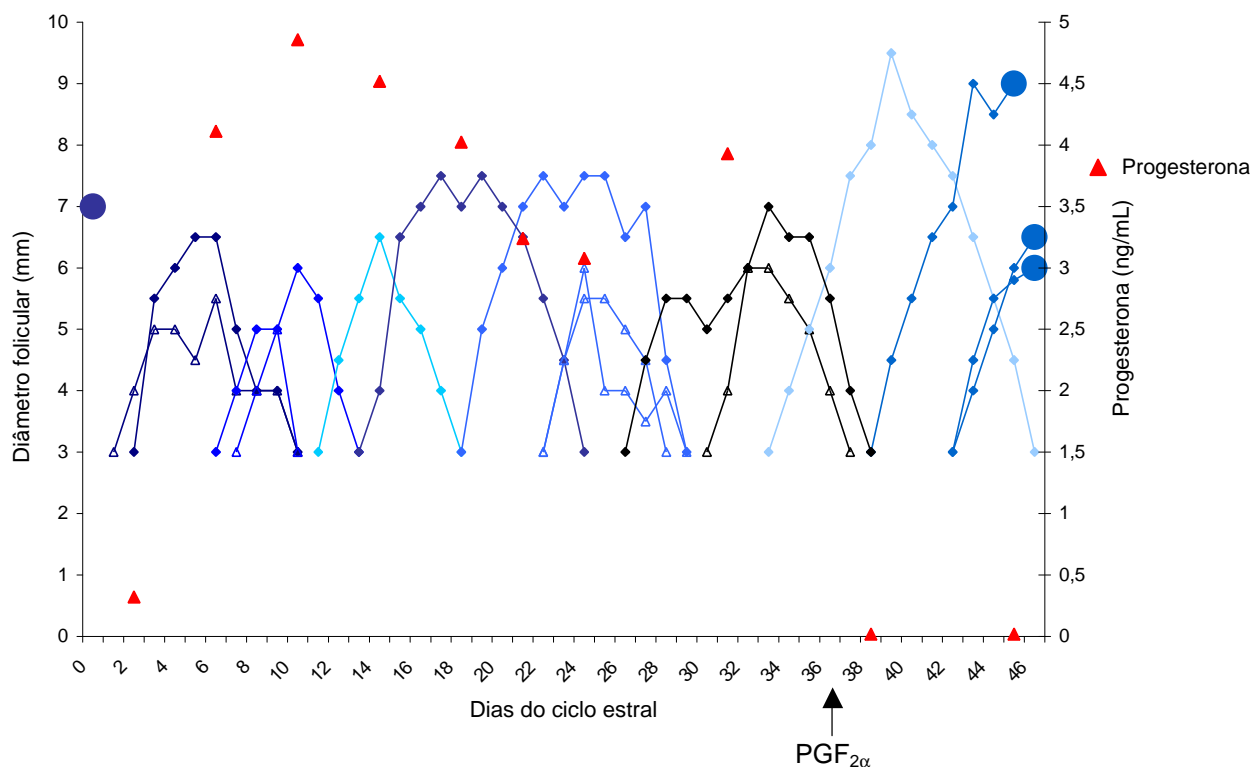


Figura 2 - Crescimento folicular e concentração de progesterona plasmática (ng/mL) durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com oito ondas foliculares e ovulação simples e tripla. Esta cabra desenvolveu pseudociese e ovulou 10 dias após a aplicação de PGF_{2α}. Diâmetro dos folículos dominantes (?), subordinados (?) e ovulatórios (?).

Uma cabra do T3 não teve a ovulação detectada por ultra-sonografia, o que foi confirmado pela concentração de progesterona plasmática inferior a 0,1 ng/mL durante o ciclo estral de 48 dias, no qual foram observadas sete ondas foliculares. Duas cabras do T4, apesar de terem tido a ovulação detectada por ultra-sonografia, não desenvolveram CL ativo e a concentração de progesterona plasmática foi sempre inferior a 1 ng/mL. Nestes animais, o crescimento folicular ocorreu em cinco e nove ondas, nos períodos de 28 e 55 dias, respectivamente. Em uma cabra do T1, a atividade ovariana foi caracterizada pela ocorrência de quatro ondas foliculares no período de 35 dias e pela persistência do CL, o que resultou em elevada concentração de progesterona plasmática (> 4,0 ng/mL) até o 30º dia do ciclo estral (Figura 3).

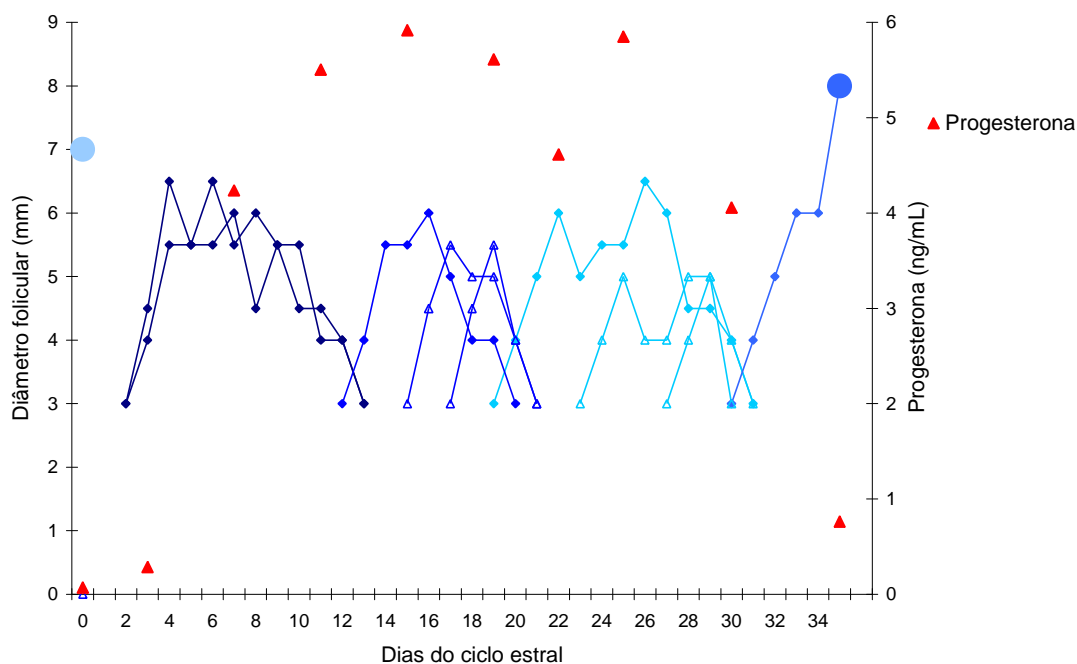


Figura 3 - Crescimento folicular e concentração de progesterona plasmática (ng/mL) durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com quatro ondas foliculares e ovulação simples. Diâmetro dos folículos dominantes (?), subordinados (?) e ovulatórios (?).

O número de ondas foliculares, os intervalos interestro e interovulatório, o número de ovulações e a duração das fases lútea e folicular nas demais cabras que manifestaram ciclos estrais de duração longa são apresentados na Tabela 5. Nestes ciclos, a duração da fase lútea foi similar ao observado nos ciclos de duração normal, mas a fase folicular foi prolongada em cinco das seis cabras (nove a 60 dias). Em geral, a atividade ovariana caracterizou-se pelo desenvolvimento contínuo de ondas foliculares após a luteólise ter ocorrido e a falha de ovulação de folículos potencialmente ovulatórios (Figura 4). Observação semelhante foi relatada por Ginther e Kot (1994). A máxima concentração de progesterona plasmática foi observada no dia 11 ($6,32 \pm 1,33$ ng/mL), seguido por redução para $3,21 \pm 2,53$ ng/mL no dia 19 e manutenção de valores inferiores a 1 ng/mL até a ovulação subsequente. Ciclos estrais longos caracterizados por fase lútea de duração normal, seguido por um período de concentração basal de progesterona, foram também verificados por Llewelyn et al. (1993).

Tabela 5 - Número de ondas foliculares, períodos interestro e interovulatório, número de ovulações e duração das fases lútea e folicular em cabras da raça Alpina que manifestaram ciclos estrais de duração longa

| Cabra | TTO | NO | PIE | PIOV | OV | DFL | DFF |
|-------|-----|----|-----|------|----|-----|-----|
| 1839 | 1 | 2 | 28 | 27 | 2 | 18 | 9 |
| 1573 | 1 | 5 | 40 | 38 | 2 | 19 | 19 |
| 1740 | 2 | 3 | 25 | 26 | 2 | 21 | 5 |
| 1973 | 3 | 8 | 78 | 79 | 1 | 19 | 60 |
| 1466 | 4 | 6 | 44 | 43 | 2 | 20 | 23 |
| 2174 | 4 | 7 | 45 | 44 | 2 | 19 | 25 |

TTO: tratamento, NO: número de ondas, PIE: período interestro (dias), PIOV: período interovulatório (dias), OV: número de ovulações, DFL: duração da fase lútea (dias) e DFF: duração da fase folicular (dias).

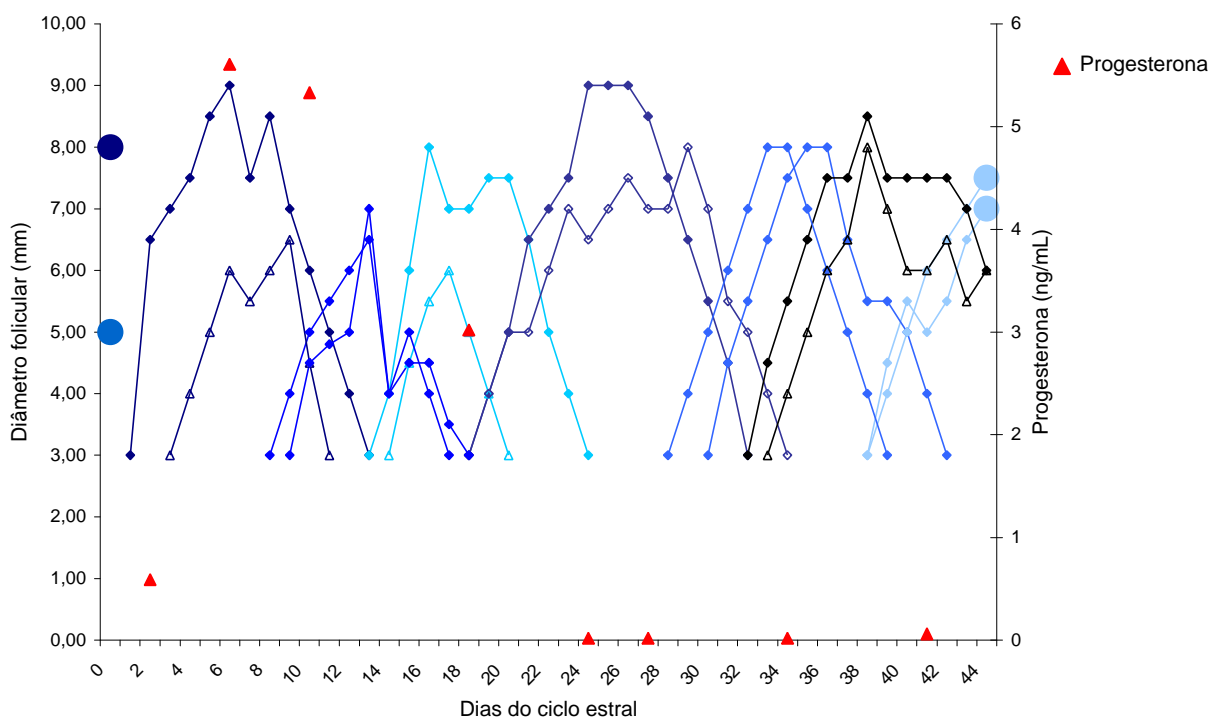


Figura 4 - Crescimento folicular e concentração de progesterona plasmática (ng/mL) durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com sete ondas foliculares e ovulação dupla. Apenas os dois maiores folículos por onda foram representados. Diâmetro dos folículos dominantes (?), subordinados (?) e ovulatórios (?).

Nos ciclos estrais de duração normal (17 a 25 dias), foram observadas duas (n=6), três (n=13), quatro (n=8) ou cinco ondas de crescimento folicular (n=1) (Figuras 5-8). O número de ondas foliculares não foi influenciado pela concentração de uréia nas dietas, sendo representado pela equação $Y = 3,14$ (CV=26). Também Oliveira (2001) não verificou efeito do fornecimento de dietas com 0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1% de uréia sobre o número de ondas foliculares durante o ciclo estral de vacas mestiças Holandês x Zebu, no período pós-parto.

O padrão de crescimento folicular em ondas, na espécie caprina, verificado neste estudo, foi pela primeira vez descrito por Ginther e Kot (1994) em cabras da raça Saanen. Estes autores verificaram o desenvolvimento de quatro ondas foliculares durante o ciclo estral. Posteriormente, a ocorrência de duas a quatro

ondas em cabras da raça Saanen (CASTRO et al., 1999), quatro a seis ondas na raça Polish (SCHWARZ e WIERZCHOS, 2000), três e quatro ondas em cabras mestiças Saanen x Anglo Nubiana (MENCHACA e RUBIANES, 2002) e duas a quatro ondas na raça Toggenburg (MORAES, 2004) foi relatada.

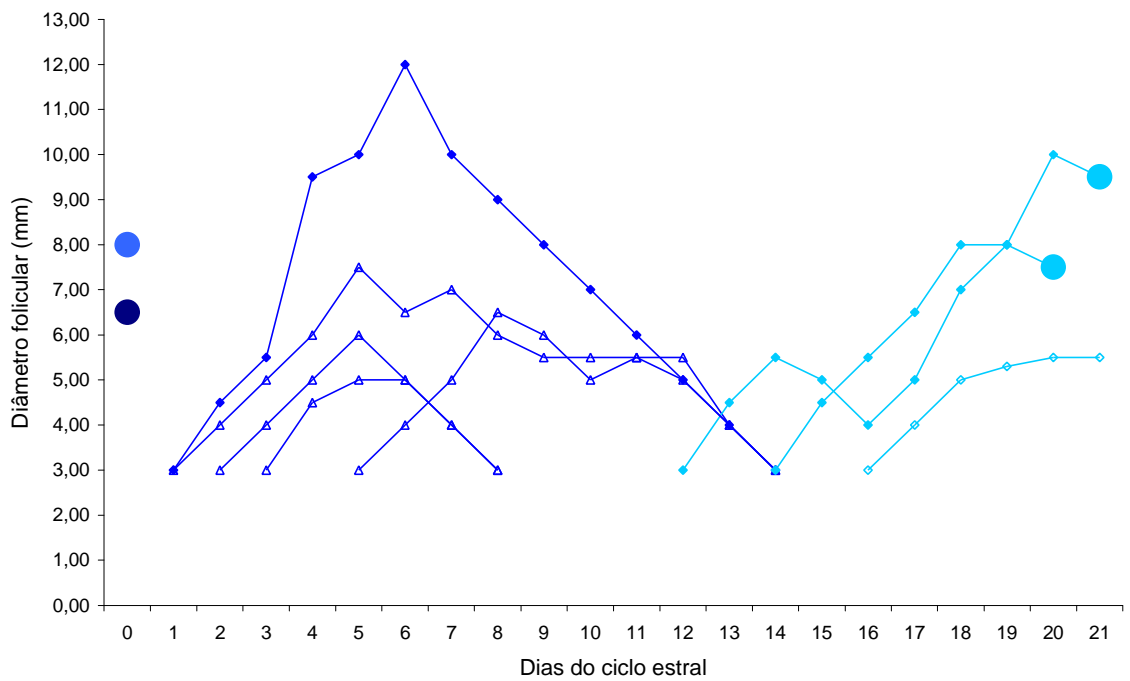


Figura 5 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com duas ondas foliculares e dupla ovulação. Diâmetro dos folículos dominantes (?), subordinados (?) e ovulatórios (?).

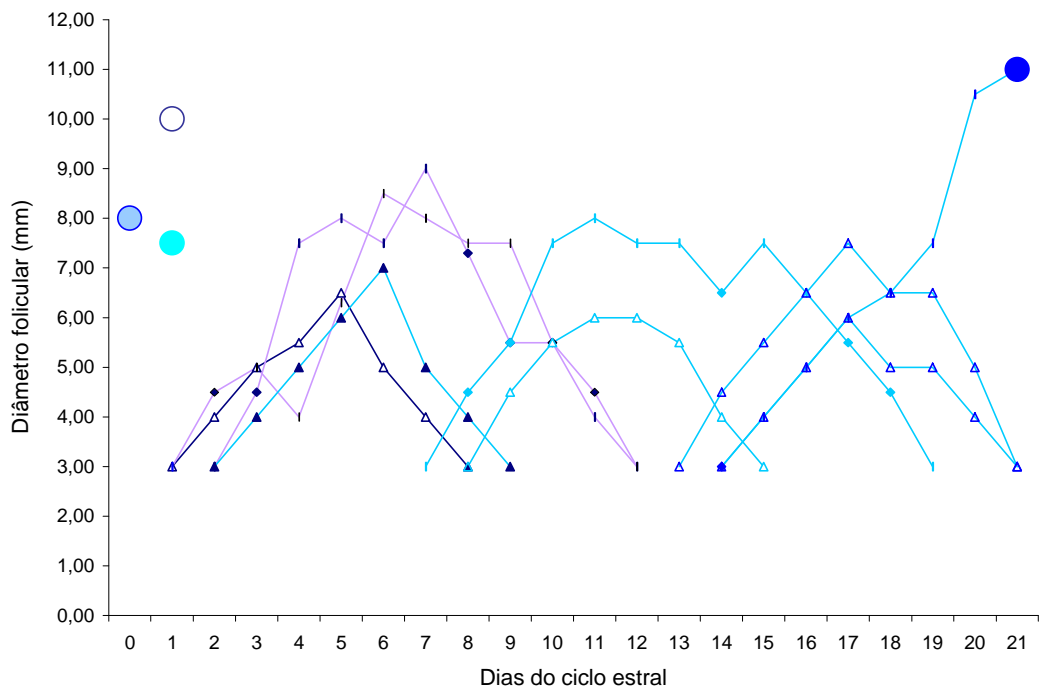


Figura 6 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com três ondas foliculares e ovulação tripla e simples. Diâmetro dos folículos dominantes (.), subordinados (.) e ovulatórios (.).

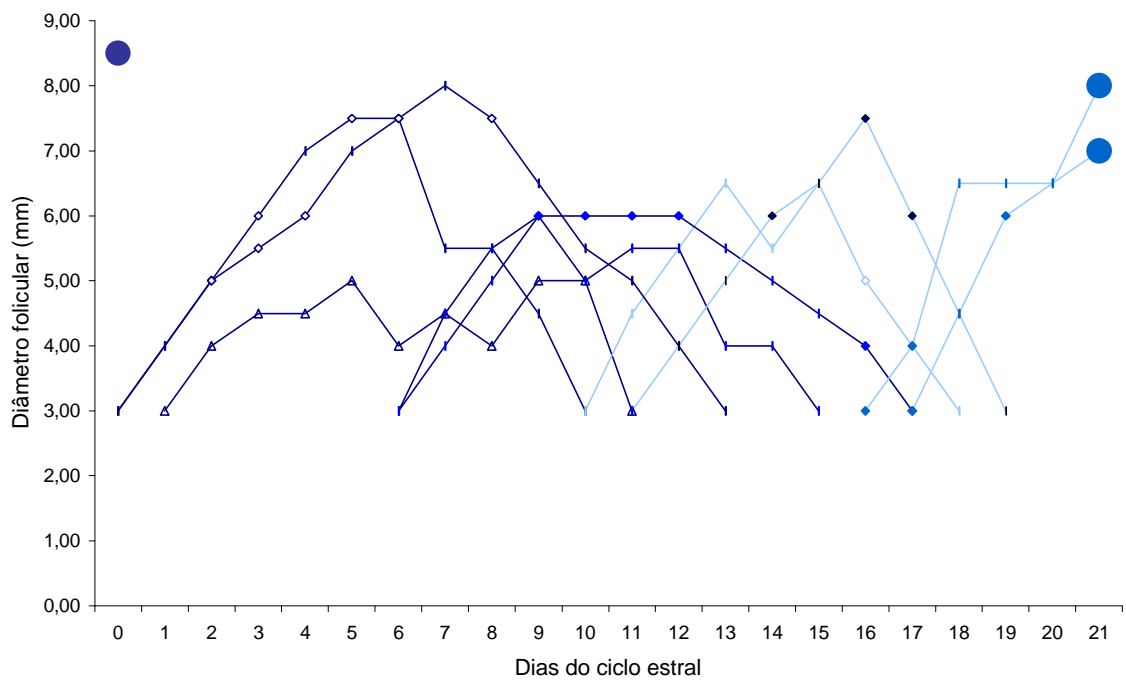


Figura 7 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com quatro ondas foliculares e ovulação simples e dupla. Diâmetro dos folículos dominantes (.), subordinados (.) e ovulatórios (.).

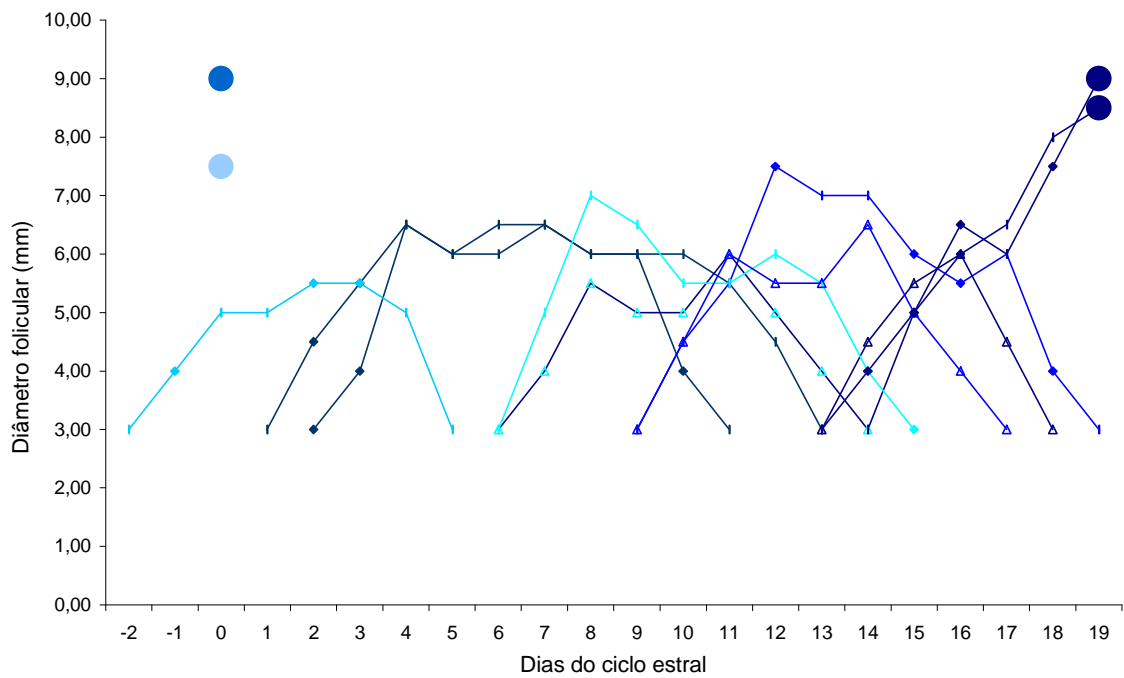


Figura 8 - Crescimento folicular durante o ciclo estral de uma cabra da raça Alpina com cinco ondas foliculares e dupla ovulação. Diâmetro dos folículos dominantes (.), subordinados (.) e ovulatórios (.).

As equações de regressão ajustadas dos intervalos interestro e interovulatório, da duração das fases lútea e folicular e das características da dinâmica folicular ovariana nas cabras com duas, três e quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas, são apresentadas nas Tabelas 6 e 7. Uma única cabra (T2 - 0,73% de uréia na MS da dieta) que apresentou cinco ondas foliculares durante o ciclo estral de 19 dias não foi incluída na análise estatística. As características da dinâmica folicular ovariana neste animal são apresentadas na Figura 8 e na Tabela 8.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas das variáveis período interestro (PIE), período interovulatório (PIOV), duração da fase lútea (DFL), duração da fase folicular (DFF) e características das ondas de crescimento folicular de cabras da raça Alpina, alimentadas com concentrações crescentes de uréia na dieta

| Variáveis | Duas ondas (n=6) | | | | Três ondas (n=13) | | | | Quatro ondas (n=8) | | | |
|---------------------|---|----------------|-------|--------|--|----------------|--------|--------|--------------------|----------------|-------|--------|
| | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) |
| PIE (dias) | =20,50 | - | - | 3,4 | =21,23 | - | - | 9,8 | =21,87 | - | - | 6,4 |
| PIOV (dias) | =20,17 | - | - | 5,5 | =21,38 | - | - | 7,3 | =21,87 | - | - | 6,6 |
| DFL (dias) | =17,83 | - | - | 6,3 | =18,67 | - | - | 6,9 | =18,87 | - | - | 7,3 |
| DFF (dias) | =2,33 | - | - | 30,3 | =2,91 | - | - | 28,0 | =3,00 | - | - | 47,1 |
| EO | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =3,50- 6,12 ^{NS} U+2,29*U ² | 0,72 | *0,05 | 50,0 | =0,38 | - | - | 485,1 | =0,25 | - | - | 862,5 |
| 2 ^a onda | =10,83 | - | - | 33,6 | =7,69 | - | - | 26,7 | =6,12 | - | - | 49,9 |
| 3 ^a onda | | | | | =14,07 | - | - | 15,6 | =13,84-1,62U* | 0,98 | *0,05 | 10,2 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =15,62 | - | - | 13,9 |
| FO | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =13,67 | - | - | - | =12,61 | - | - | 15,4 | =11,75 | - | - | 16,7 |
| 2 ^a onda | =20,17 | - | - | 5,5 | =18,15 | - | - | 11,0 | =16,00 | - | - | 14,5 |
| 3 ^a onda | | | | | =21,46 | - | - | 7,8 | =20,25 | - | - | 16,7 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =21,87 | - | - | 6,6 |
| CO | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =10,90+4,18 ^{NS} U- 1,54*U ² | 0,97 | *0,06 | 3,9 | =12,23 | - | - | 23,7 | =11,50 | - | - | 12,9 |
| 2 ^a onda | =9,33 | - | - | 27,31 | =10,46 | - | - | 15,6 | =9,87 | - | - | 29,6 |
| 3 ^a onda | | | | | =5,77+5,47 ^N ^S U-2,34**U ² | 0,56 | **0,01 | 14,4 | =8,50 | - | - | 29,7 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =6,25 | - | - | 23,7 |

| Variáveis | Duas ondas (n=6) | | | | Três ondas (n=13) | | | | Quatro ondas (n=8) | | | |
|---------------------------------------|------------------|----------------|---|--------|-------------------|----------------|---|--------|--------------------|----------------|---|--------|
| | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) |
| IO | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a e 2 ^a ondas | =9,83 | - | - | 32,16 | =7,31 | - | - | 29,1 | =5,87 | - | - | 34,4 |
| 2 ^a e 3 ^a ondas | | | | | =6,38 | - | - | 16,6 | =5,62 | - | - | 53,0 |
| 3 ^a e 4 ^a ondas | | | | | | | | | =3,87 | - | - | 39,5 |

PIE: período interestro (dias);

PIOV: período interovulatório (dias);

DFL: duração da fase lútea (dias);

DFF: duração da fase folicular (dias);

EO: dia de emergência das ondas;

FO: final das ondas;

CO: comprimento das ondas (dias); e

IO: intervalos de ondas (dias).

Tabela 7 - Equações de regressão ajustadas das características dos folículos dominantes de cabras da raça Alpina, alimentadas com concentrações crescentes de uréia na dieta

| Variáveis | Duas ondas (n=6) | | | | Três ondas (n=13) | | | | Quatro ondas (n=8) | | | |
|---------------------|--|----------------|-------|--------|---|----------------|--------|--------|--------------------|----------------|--------|--------|
| | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) |
| DMMF | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =8,66 | - | - | 26,6 | =7,92 | - | - | 20,8 | =7,50 | - | - | 11,5 |
| 2 ^a onda | =8,58 | - | - | 9,2 | =7,00 | - | - | 14,8 | =7,12 | - | - | 9,5 |
| 3 ^a onda | | | | | =7,61+3,49 ^{NS} U- 1,53**U ² | 0,90 | **0,01 | 10,0 | =6,87 | - | - | 17,6 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =8,19 | - | - | 6,9 |
| DMSMF | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =7,00 | - | - | 29,4 | =6,96 | - | - | 16,9 | =5,92+0,56*U | 0,96 | *0,05 | 4,6 |
| 2 ^a onda | =7,60 | - | - | - | =6,07 | - | - | 19,9 | =5,50 | - | - | 22,9 |
| 3 ^a onda | | | | | =7,16 | - | - | 13,0 | =5,75 | - | - | 14,6 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =6,42+0,51**U | 0,72 | **0,01 | 3,5 |
| DEMF | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =3,57- 6,64 ^{NS} U+2,70*U ² | 0,71 | *0,05 | 37,5 | =0,77 | - | - | 267,1 | =0,25 | - | - | 862,5 |
| 2 ^a onda | =11,33 | - | - | 35,6 | =8,07 | - | - | 23,6 | =6,12 | - | - | 49,9 |
| 3 ^a onda | | | | | =14,84 | - | - | 13,5 | =13,63-1,26*U | 0,79 | *0,06 | 10,0 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =16,25 | - | - | 12,7 |
| DDMMF | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =7,00 | - | - | 16,0 | =5,61 | - | - | 29,5 | =5,25 | - | - | 49,1 |
| 2 ^a onda | =19,16 | - | - | 16,0 | =11,92 | - | - | 20,7 | =10,62 | - | - | 28,4 |
| 3 ^a onda | | | | | =20,61 | - | - | 10,6 | =15,50 | - | - | 15,5 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =21,37 | - | - | 6,2 |

| Variáveis | Duas ondas (n=6) | | | | Três ondas (n=13) | | | | Quatro ondas (n=8) | | | |
|---------------------|------------------|----------------|---|--------|--|----------------|-------|--------|--------------------|----------------|---|--------|
| | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) | Equação | R ² | P | CV (%) |
| FCMF | | | | | | | | | | | | |
| 1 ^a onda | =5,66 | - | - | 24,9 | =4,84 | - | - | 37,2 | =5,00 | - | - | 34,6 |
| 2 ^a onda | =7,83 | - | - | 20,2 | =3,84 | - | - | 51,1 | =4,50 | - | - | 36,2 |
| 3 ^a onda | | | | | =5,77 | - | - | 36,8 | =3,50 | - | - | 38,8 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =5,12 | - | - | 23,9 |
| 1 ^a onda | =1,14 | - | - | 77,9 | =1,06 | - | - | 26,8 | =1,00 | - | - | 31,1 |
| 2 ^a onda | =0,76 | - | - | 37,6 | =1,23 | - | - | 41,1 | =0,98 | - | - | 29,9 |
| 3 ^a onda | | | | | =1,07 | - | - | 35,2 | =1,14 | - | - | 16,2 |
| 4 ^a onda | | | | | | | | | =1,06 | - | - | 26,1 |
| DFO | =7,54 | - | - | 15,3 | =7,94 | - | - | 10,3 | =7,09 | - | - | 11,1 |
| NOV | =2,00 | - | - | 25,0 | =1,57+1,58 ^{NS} U- 0,79*U ² | 0,74 | *0,06 | 34,5 | =2,12 | - | - | 18,2 |

DMMF: diâmetro máximo do maior folículo por onda;

DMSMF: diâmetro máximo do segundo maior folículo por onda;

DEMF: dia de emergência do maior folículo por onda;

DDMMF: dia do diâmetro máximo do maior folículo por onda;

FCMF: fase de crescimento do maior folículo por onda;

TCMF: taxa de crescimento do maior folículo por onda;

DFO: diâmetro do folículo ovulatório; e

NOV: número de ovulações.

Tabela 8 - Dinâmica folicular ovariana em uma cabra da raça Alpina com cinco ondas foliculares durante o ciclo estral

| Variáveis | Ondas foliculares | | | | |
|--|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a | 5 ^a |
| Dia de emergência das ondas | -2 | 2 | 6 | 9 | 14 |
| Final das ondas (dia do ciclo estral) | 5 | 13 | 15 | 19 | 19 |
| Comprimento das ondas (dias) | 7 | 11 | 9 | 10 | 5 |
| Diâmetro do maior folículo (mm) | 5,5 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 9,0 |
| Diâmetro do segundo maior folículo (mm) | - | 6,5 | 6,0 | 6,5 | 8,5 |
| Dia de emergência do maior folículo | -2 | 2 | 6 | 9 | 14 |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo | 2 | 4 | 8 | 12 | 19 |
| Fase de crescimento do maior folículo (dias) | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 |
| Taxa de crescimento do maior folículo (mm/dia) | 0,63 | 1,75 | 2,00 | 1,50 | 1,20 |

Em relação às cabras que apresentaram duas ondas foliculares durante o ciclo estral, observou-se que o dia de emergência e o comprimento da primeira onda folicular e o dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas (Figuras 9 a 11). Conforme a derivação das equações, os menores valores para o dia de emergência da primeira onda folicular (dia -0,59) e para o dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular (dia -0,51) ocorreram com o consumo de 1,34% e 1,23% de uréia na MS da dieta, respectivamente. O maior comprimento da primeira onda folicular (13,7 dias) coincidiu com o consumo de 1,35% de uréia na MS da dieta.

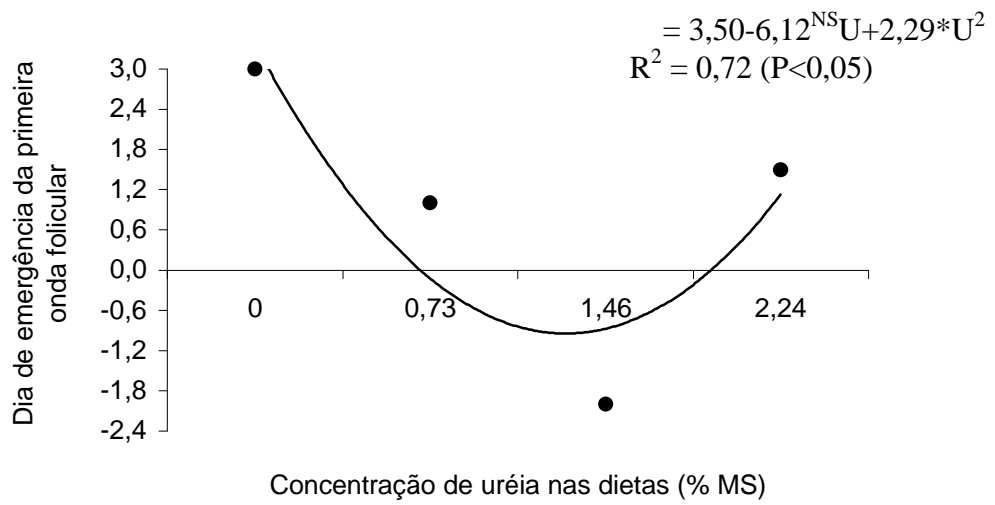


Figura 9 - Dia de emergência da primeira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram duas ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

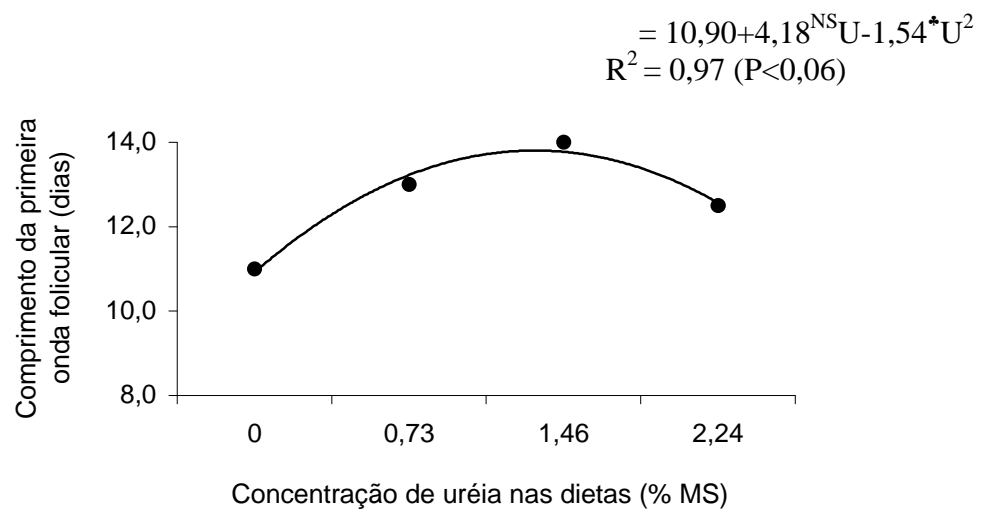


Figura 10 - Comprimento da primeira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram duas ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

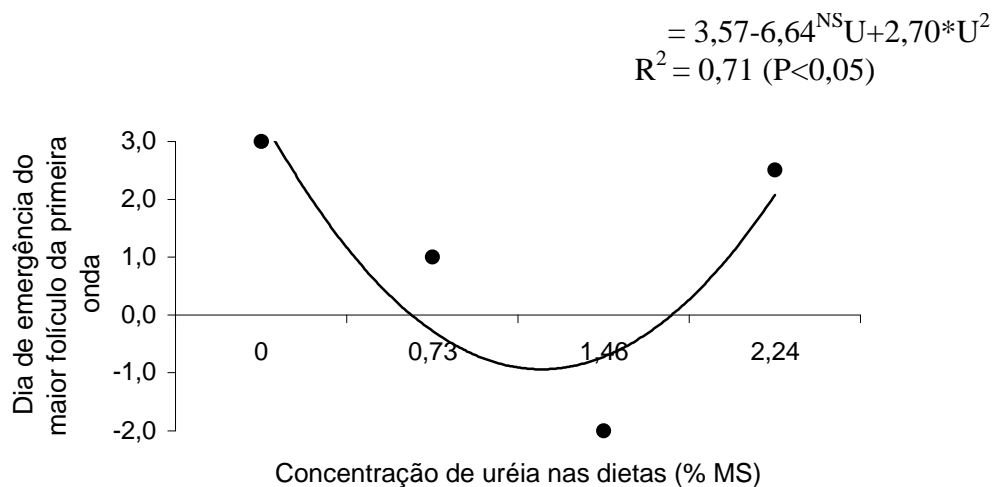


Figura 11 - Dia de emergência do maior folículo da primeira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram duas ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

Nas cabras que apresentaram três ondas foliculares, o comprimento da terceira onda, o diâmetro do maior folículo da terceira onda e o número de ovulações apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas (Figuras 12 a 14). Conforme a derivação das equações, os maiores valores do comprimento da terceira onda (8,97 dias) e do diâmetro do seu maior folículo (9,60 mm) ocorreram com o consumo de 1,17% e 1,14% de uréia na MS das dietas, respectivamente. O maior número de ovulações (2,36) ocorreu com o consumo de 1,0% de uréia na MS das dietas.

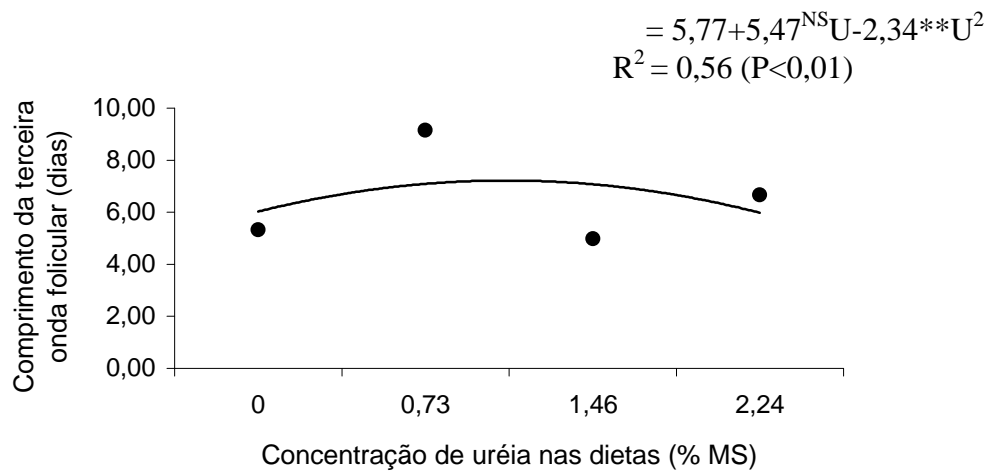


Figura 12 - Comprimento da terceira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram três ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

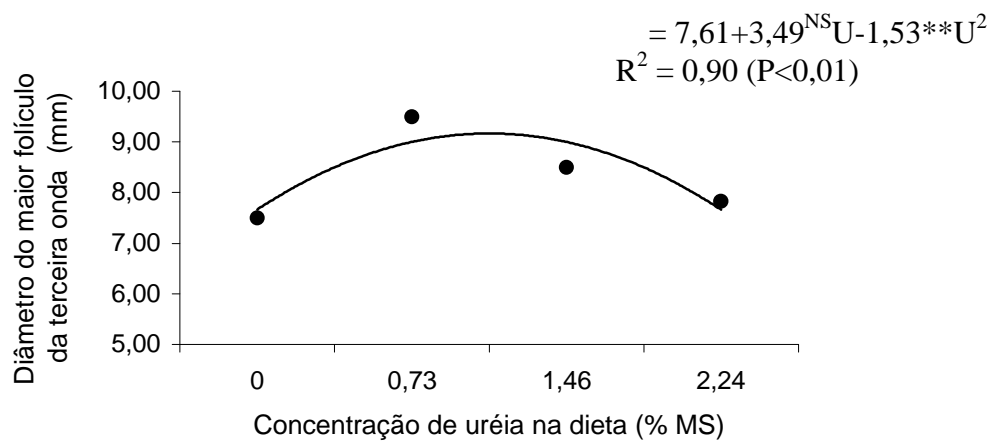


Figura 13 - Diâmetro do maior folículo da terceira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram três ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

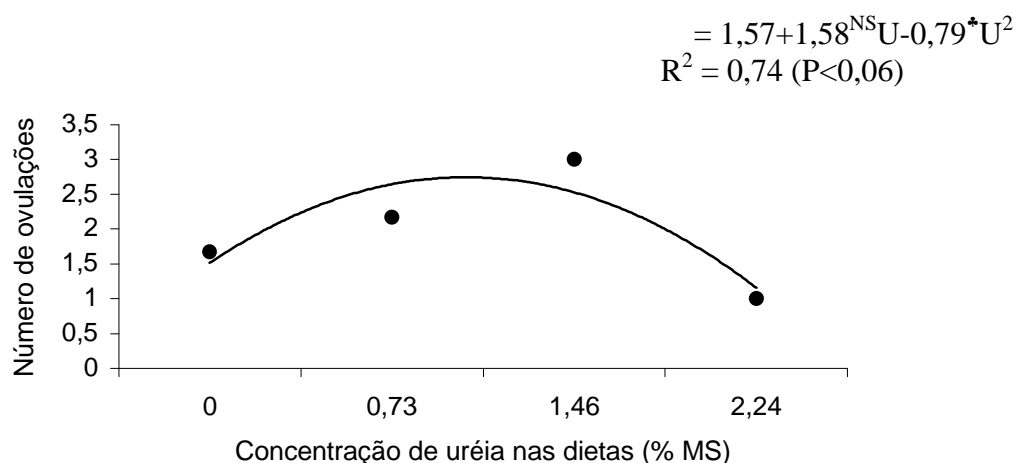


Figura 14 - Número de ovulações em cabras da raça Alpina que apresentaram três ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

Em relação às cabras que apresentaram quatro ondas de crescimento folicular, observou-se efeito linear da concentração de uréia nas dietas sobre o dia de emergência da terceira onda, o dia de emergência do maior folículo da terceira onda e o diâmetro máximo do segundo maior folículo da primeira e da quarta ondas (Figuras 15 a 18). A emergência da terceira onda de crescimento folicular e do seu maior folículo foi antecipada pelo fornecimento de uréia nas dietas até a concentração de 2,24%. O diâmetro do segundo maior folículo da primeira e da quarta ondas aumentou em conformidade com a adição de uréia às dietas até a concentração de 2,24%.

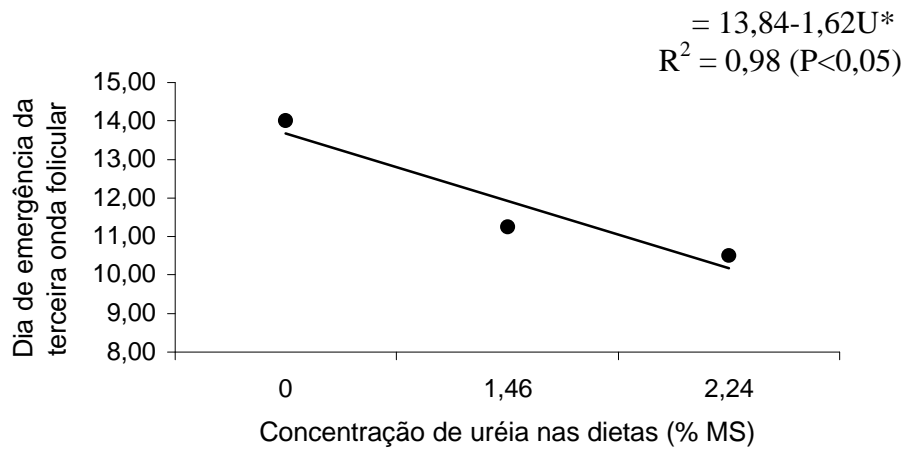


Figura 15 - Dia de emergência da terceira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram quatro ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

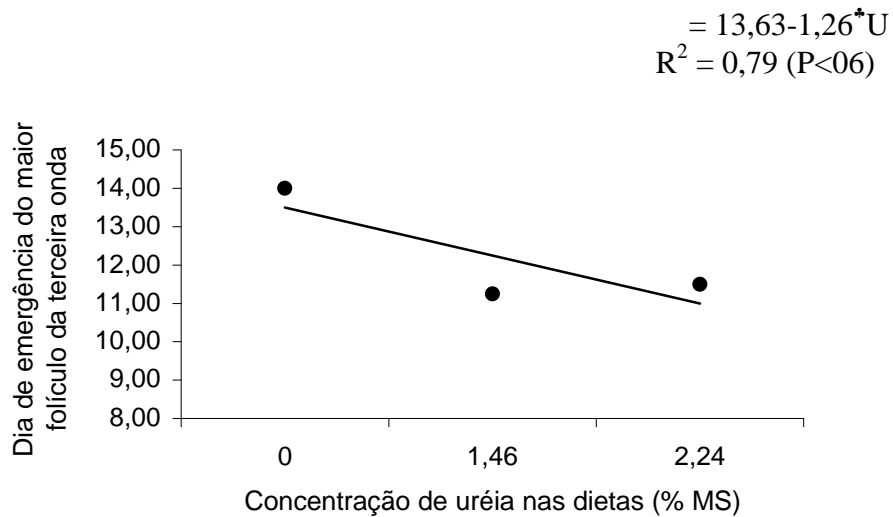


Figura 16 - Dia de emergência do maior folículo da terceira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram quatro ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

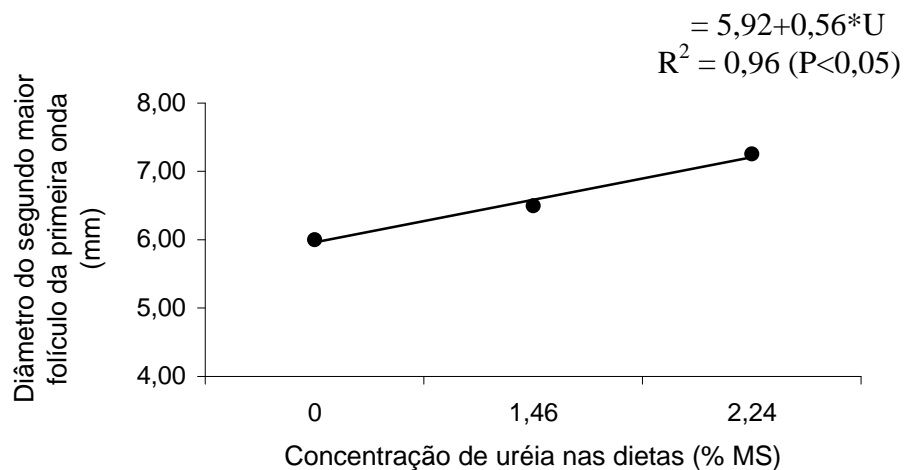


Figura 17 - Diâmetro do segundo maior folículo da primeira onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram quatro ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

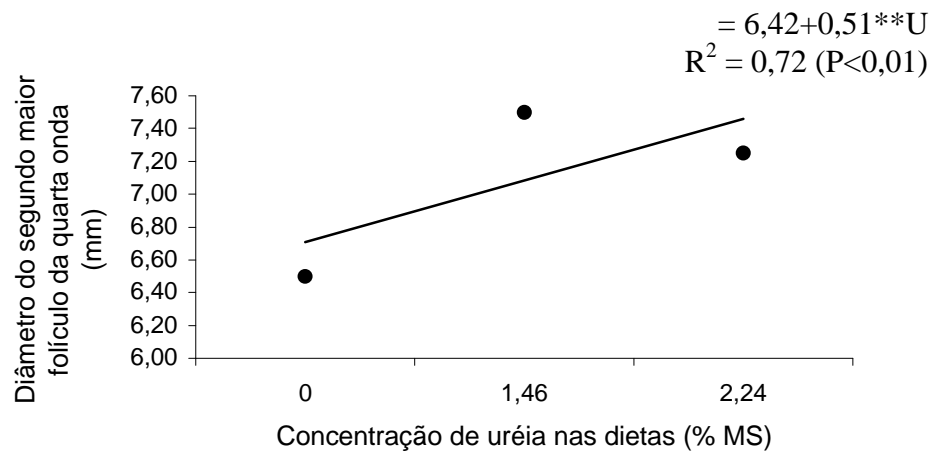


Figura 18 - Diâmetro do segundo maior folículo da quarta onda de crescimento folicular em cabras da raça Alpina que apresentaram quatro ondas foliculares durante o ciclo estral, em função da concentração de uréia nas dietas.

Embora tenha sido observado efeito da concentração de uréia nas dietas sobre alguns dos parâmetros estudados, a maioria das características da dinâmica folicular ovariana e os períodos interestro e interovulatório e a duração das fases

lútea e folicular nas cabras com duas, três e quatro ondas foliculares não foram influenciados pelas diferentes concentrações de uréia dos tratamentos. A falta de uniformidade na resposta aos tratamentos pode estar relacionada ao pequeno número de animais utilizados e ao elevado coeficiente de variação de algumas das respostas medidas.

Da mesma forma, Garcia-Bojalil et al. (1994) não detectaram diferenças entre o dia de emergência, a fase de crescimento e o diâmetro máximo do folículo dominante da primeira onda folicular, bem como entre o diâmetro do folículo pré-ovulatório de vacas holandesas não-lactantes que receberam 12,3% ou 27,4% de PB na dieta (0% e 2,6% de uréia na MS, respectivamente). Também Oliveira (2001) não verificou efeito do fornecimento de dietas com 0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1% de uréia nos primeiros 115 dias pós-parto a vacas mestiças Holandês x Zebu sobre o período interovulatório, o dia de emergência da primeira e segunda ondas foliculares, a persistência do folículo ovulatório e o diâmetro do folículo ovulatório.

Os períodos interestro e interovulatório observados nas cabras com duas, três, quatro e cinco ondas foliculares foram similares aos observados por Castro et al. (1999) em cabras Saanen, 20,9 e 20,8 dias; e por Menchaca e Rubianes (2001) em cabras mestiças Saanen x Anglo Nubiana, 20,4 e 20 dias, respectivamente.

A duração da fase lútea, estabelecida com base na observação do tecido luteal por ultra-sonografia, foi similar à mencionada por Ginther e Kot (1994), que utilizaram o mesmo método. Foi também similar ao observado por Castro et al. (1999) e Menchaca e Rubianes (2001), com base na dosagem diária da concentração de progesterona plasmática, 16,3 e 16 dias, respectivamente.

Neste estudo, nos ciclos estrais com duas ondas foliculares, a primeira emergiu entre os dias -2 e 3 e a segunda, em média, no dia 10,83. Nos ciclos estrais com três ondas foliculares, a primeira, a segunda e a terceira emergiram, em média, nos dias 0,38; 7,69; e 14,07, respectivamente. Nos ciclos estrais com quatro ondas, a primeira e a segunda ondas emergiram, em média, nos dias 0,25 e 6,12, respectivamente. A emergência da terceira onda ocorreu entre os dias 10 e 15, e a da quarta, em média no dia 15,62. Estes resultados são similares aos relatados por Castro et al. (1999) em cabras da raça Saanen com duas, três ou

quatro ondas foliculares. No entanto, em relação aos ciclos com quatro ondas, a emergência da segunda, terceira e quarta ondas ocorreu mais tarde do que o relatado por Ginther e Kot (1994), que verificaram a emergência das ondas entre os dias -2 e 1 (primeira onda); 2 e 5 (segunda onda); 6 e 9 (terceira onda); e 10 e 15 (quarta onda). Neste estudo, no ciclo estral com cinco ondas foliculares, a emergência das ondas ocorreu nos dias -2, 2, 6, 9 e 14, respectivamente. Em cabras da raça Polish, Schwarz e Wierzchos (2000) verificaram a emergência das cinco ondas foliculares nos dias -1, 4, 7, 11 e 15 do ciclo estral e, portanto, um a dois dias após o observado neste estudo.

A primeira onda de crescimento folicular tendeu a ser mais longa do que as demais nas cabras com duas (11 a 14 vs 9,33 dias), três (12,23 vs 10,46 e 5 a 10 dias) e quatro ondas foliculares (11,50 vs 9,87; 8,5; e 6,25 dias). Nas cabras com três ondas, a segunda tendeu a ser mais longa do que a terceira, e nas cabras com quatro ondas, a segunda e a terceira tenderam a ser mais longas do que a quarta. No entanto, Moraes (2004) não observou diferença no comprimento das ondas foliculares, que foram em média de 10,8 dias nos ciclos com duas ondas, de 9,5; 9; e 11,5 dias nos ciclos com três ondas e de 10; 8,5; 9,5; e 9,8 dias nos ciclos com quatro ondas.

O intervalo de emergência da primeira e segunda ondas foi, em média, 9,83 dias nos ciclos estrais com duas ondas. Nos com três ondas, o intervalo de emergência da primeira e segunda ondas e da segunda e terceira ondas foi, em média, de 7,31 e 6,38 dias, respectivamente. Nos ciclos estrais com quatro ondas, estas emergiram com intervalos médios de 5,87; 5,62; e 3,87 dias, respectivamente. Na cabra que apresentou cinco ondas foliculares, as ondas emergiram com intervalos de quatro, quatro, três e cinco dias, respectivamente. Em cabras que apresentaram ciclos estrais com quatro ondas foliculares, Ginther e Kot et al. (1994) relataram que o intervalo de emergência das ondas um e dois (3,4 dias) foi maior do que o intervalo de emergência das ondas dois e três (2,8 dias) e três e quatro (2,3 dias). Da mesma forma, Castro et al. (1999) verificaram maior período entre a emergência das ondas um e dois (7,3 dias) do que entre as ondas dois e três (4,0 dias) e as ondas três e quatro (3,8 dias). Segundo os autores, o intervalo de emergência das ondas foliculares que se desenvolvem durante a fase

lútea do ciclo, quando a concentração de progesterona plasmática está elevada, é menor do que o intervalo de emergência das ondas que se desenvolvem durante a fase folicular. Contudo, no presente estudo este padrão de crescimento folicular não foi observado, e as ondas emergiram com intervalos aproximadamente constantes.

O diâmetro do maior folículo da primeira e segunda ondas foi, em média, de 8,66 e 8,58 mm, respectivamente, nos ciclos com duas ondas foliculares. Nos ciclos com três e quatro ondas, o diâmetro do maior folículo da primeira onda e da onda ovulatória tendeu a ser maior do que o diâmetro do maior folículo da (s) onda (s) intermediária (s). Nos ciclos com duas, três e quatro ondas foliculares, o segundo maior folículo mediu entre 5,50 e 7,60 mm e, assim como o maior folículo, tendeu a ser maior na primeira e terceira ondas nas cabras com três ondas foliculares e na primeira e quarta ondas nas cabras com quatro ondas foliculares (Tabela 7). Da mesma forma, Ginther e Kot (1994) verificaram maiores diâmetros dos folículos dominantes da primeira e quarta ondas e Castro et al. (1999) observaram maiores diâmetros dos folículos dominantes da primeira, terceira e quarta ondas, em comparação ao da segunda onda. Segundo os autores, o menor diâmetro alcançado pelo maior folículo da segunda onda pode ser atribuído à influência negativa de alta concentração de progesterona sérica durante seu crescimento. Estudos na ovelha relataram correlação negativa entre alta concentração de progesterona plasmática e o diâmetro máximo do maior folículo no início da fase lútea (RUBIANES et al., 1996). Segundo Savio et al. (1993), a progesterona secretada pelo CL exerce *feedback* negativo sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário, suprimindo a frequência dos pulsos de LH, o que culmina em menor taxa de crescimento folicular.

Nos ciclos estrais com duas, três e quatro ondas foliculares, o maior folículo da onda cresceu, em média, 3,5 a 7,83 dias, à taxa de 0,76 a 1,23 mm/dia (Tabela 7). No ciclo estral com cinco ondas foliculares, o maior folículo de cada onda cresceu durante dois a cinco dias, a uma taxa de 0,63 a 2,0 mm/dia (Tabela 8). Resultados similares foram relatados por Castro et al. (1999), 0,5 a 0,7 mm/dia; Schwarz e Wierzchos (2000), 0,8 mm/dia; Rubianes e Menchaca (2003), 1,0 mm/dia; e Moraes (2004), 0,6 a 1,0 mm/dia.

As cabras com duas, três e quatro ondas foliculares durante o ciclo estral ovularam em média 2,0; 1,92; e 2,12 folículos, cujos diâmetros médios foram 7,54; 7,94; e 7,09 mm, respectivamente. A cabra com cinco ondas foliculares apresentou dupla ovulação, e o diâmetro médio dos folículos ovulatórios foi de 8,25 mm. Do total de 54 ovulações detectadas por ultra-sonografia, com base na visualização do folículo ovulatório e/ou do CL, 50% ocorreram no ovário direito e 50% no esquerdo. A taxa média de ovulação observada por Akusu et al. (1986) em cabras nulíparas da raça West African foi de 1,57, sendo 54,5% das ovulações observadas no ovário direito e 45,5% no esquerdo. Por outro lado, Fonseca (2002) verificou a taxa de 1,31 ovulação em cabras das raças Saanen e Alpina, tendo 66,7% e 33,3% ocorrido nos ovários direito e esquerdo, respectivamente. O diâmetro do folículo ovulatório foi similar ao observado por Gonzales de Bulnes et al. (1995), 7,37 mm; e por Gonzales de Bulnes et al. (1999), 7,4 mm.

Neste estudo, três cabras que tiveram período interovulatório de duração normal (17 a 25 dias) apresentaram folículos persistentes. Uma cabra do T1 e outra do T2 tiveram folículos persistentes originados na primeira onda folicular, e que foram visualizados por ultra-som até o dia 17 do ciclo ou durante todo o ciclo estral, respectivamente. Estes folículos não interferiram no padrão de crescimento dos outros folículos do ciclo estral, que se desenvolveram em quatro e duas ondas foliculares, no intervalo de 24 e 19 dias, respectivamente. Uma cabra do T4 apresentou dois folículos persistentes que tiveram sua origem por falha da ovulação. Um destes folículos persistiu até o oitavo dia e o outro durante todo o ciclo estral, mas não interferiram no crescimento dos outros folículos, que se desenvolveram em três ondas foliculares no intervalo de 19 dias. Nesta cabra, a concentração de progesterona plasmática foi sempre inferior a 1 ng/mL, sugerindo que não houve luteinização dos folículos anovulatórios. Como este ciclo ocorreu no início da estação reprodutiva, é possível que a falha de ovulação seja proveniente de deficiência ou liberação inadequada de LH. Também Gonzales de Bulnes et al. (1999) relataram a ocorrência de um folículo persistente causado por falha de ovulação; mas ao contrário do observado no presente estudo, este folículo suprimiu o desenvolvimento dos demais e foi caracterizado como cisto folicular.

As concentrações de uréia e de glicose no plasma, antes do fornecimento das dietas e quatro horas após, não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos ou pelas semanas experimentais (Tabela 9).

Tabela 9 - Equações de regressão ajustadas das concentrações de uréia (mg/dL) e de glicose (mg/dL) no plasma, antes (0 hora) e quatro horas após a alimentação de cabras da raça Alpina, em função da concentração de uréia nas dietas e das semanas experimentais

| | Equações ajustadas | R ² | P | CV (%) |
|-------------------|--------------------|----------------|------|--------|
| Uréia – 0 hora | = 43,66 | - | n.s. | 15,9 |
| Uréia – 4 horas | = 48,08 | - | n.s. | 16,5 |
| Glicose – 0 hora | = 64,19 | - | n.s. | 8,2 |
| Glicose – 4 horas | = 66,51 | - | n.s. | 6,9 |

n.s.: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Os teores plasmáticos de N-uréico (20,34 e 22,40 mg/dL antes da alimentação e quatro horas após, respectivamente) foram similares aos observados por Fernandez et al. (1997) em cabras da raça Alpina, no início da lactação, suplementadas com 1,43%; 1,77%; e 2,86% de uréia na MS da dieta (16,5; 17,7; e 19,8 mg/dL, respectivamente).

Nos ruminantes, parte da PB dietética é degradada no rúmen com conseqüente liberação de amônia, que é utilizada para síntese de proteína microbiana. Se formada em excesso, a amônia é diretamente absorvida pelo rúmen e transportada até o fígado, onde é eficientemente convertida a uréia, a qual é eliminada na urina. A uréia é, quantitativamente, o principal produto final do metabolismo de compostos nitrogenados em cabras (HAMEYER e MARTENS, 1980). Quando a capacidade de detoxicação hepática é excedida, as concentrações de amônia e de uréia no plasma aumentam rapidamente. Neste estudo, o fornecimento de uréia na dieta até a concentração de 2,24% na MS não ocasionou aumento proporcional no teor plasmático deste metabólito, sugerindo que a conversão de amônia a uréia e a subsequente eliminação desta foi adequada.

Também Oliveira (2001), utilizando as mesmas fontes de PDR (farelo de soja) e NNP (uréia) utilizadas neste estudo e concentrações semelhantes de uréia na MS (0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1%), não verificou diferença na concentração de

uréia plasmática de vacas lactantes em função da dieta oferecida, o que pode estar relacionado à alta degradabilidade rumenal da fonte protéica utilizada nos concentrados. Outra possibilidade é que os animais tenham se adaptado à alta concentração de uréia na dieta, devido às alterações na atividade dos microrganismos rumenais e, também, à maior concentração das enzimas hepáticas relacionadas ao ciclo da uréia (Payne e Morris, 1969, citados por JORDAN et al., 1983). Embora o comportamento ingestivo não tenha sido avaliado, é provável que as cabras que receberam uréia nas dietas tenham aumentado sua frequência de alimentação, ingerindo pequenas porções do alimento por vez, o que resultou no teor de uréia no plasma semelhante às cabras do grupo-controle. Por outro lado, a composição percentual das dietas experimentais pode estar relacionada à similaridade observada no teor de uréia plasmática entre cabras dos diferentes tratamentos. O amido proveniente do fubá de milho, ausente na dieta oferecida às cabras do T1, mas presente em quantidades crescentes nas dietas oferecidas às cabras dos T2 (10,14%), T3 (16,67%) e T4 (23,56%), serviu como fonte de carboidratos prontamente fermentáveis, permitindo a conversão adequada do NNP proveniente da uréia em proteína microbiana.

No entanto, em estudos com novilhas (GATH et al., 1999, KENNY et al., 2002), vacas lactantes (DAWUDA et al., 2002), ovelhas (McEVOY et al., 1997; FAHEY et al., 2001) e cabras (FERNANDEZ et al., 1997), o fornecimento de uréia nas dietas resultou em aumento da concentração sistêmica deste metabólito. As diferenças observadas entre estudos podem estar relacionadas à composição das dietas oferecidas, ao estado fisiológico dos animais utilizados e ao momento de realização da coleta de sangue após o fornecimento do alimento.

Como observado neste estudo, também Fernandez et al. (1997) não verificaram diferenças nos teores de glicose no plasma de cabras da raça Alpina suplementadas com 1,43%; 1,77%; e 2,86% de uréia na MS da dieta. Da mesma forma, Kenny et al. (2002) relataram que a concentração de glicose sistêmica não foi influenciada pelo fornecimento de 0 g ou 240 g de uréia/dia às novilhas. No entanto, em ovelhas, McEvoy et al. (1997) verificaram que o fornecimento de 30 g de uréia/kg de alimento resultou em elevação do teor de glicose plasmática, comparado ao fornecimento de 2,5 g de uréia/kg de alimento.

Das 28 cabras que apresentaram ciclos estrais de duração normal (17 a 25 dias), uma cabra do T4 não teve a análise de progesterona realizada em todos os dias de coleta de sangue e, assim, os dados referentes a esta cabra foram excluídos das análises. Nas demais cabras, a concentração de progesterona plasmática no dia do estro e 11 dias após o estro apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Conforme a derivação das equações, as maiores concentrações de progesterona plasmática no dia do estro (0,20 ng/mL) e no dia 11 após o estro (8,55 ng/mL) ocorreram com os consumos de 1,36% e 0,95% de uréia na MS das dietas, respectivamente. Nestas fases específicas do ciclo estral, o consumo de uréia em quantidades superiores às mencionadas ocasionou redução na concentração de progesterona plasmática. No dia 15 após o estro, observou-se que a concentração de progesterona plasmática reduziu linearmente à medida que o percentual de uréia nas dietas aumentou. Três, sete e 19 dias após o estro, a concentração de progesterona plasmática não foi influenciada pela concentração de uréia nas dietas (Tabela 10).

Tabela 10 - Equações de regressão ajustadas da concentração de progesterona plasmática no dia do estro e nos dias três, sete, 11, 15 e 19 após o estro, nas cabras que apresentaram ciclos estrais de duração normal, em função da concentração de uréia nas dietas

| | Equações ajustadas | R ² | P | CV (%) |
|---------------|-----------------------------------|----------------|------|--------|
| Dia 0 (Estro) | = 0,07+0,19U-0,07*U ² | 0,96 | 0,05 | 70,8 |
| Dia 3 | = 1,39 | - | n.s. | 73,8 |
| Dia 7 | = 5,75 | - | n.s. | 20,2 |
| Dia 11 | = 7,16+2,93U-1,54**U ² | 0,99 | 0,01 | 19,95 |
| Dia 15 | = 8,29-0,98*U | 0,58 | 0,05 | 22,9 |
| Dia 19 | = 2,48 | - | n.s. | 109,1 |

n.s.: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A maior concentração de progesterona plasmática no dia 15 após o estro nas cabras que não consumiram uréia na dieta e a redução linear desta concentração em função do maior consumo de uréia sugerem que o fornecimento de uréia nas dietas reduziu a secreção de progesterona durante a fase lútea do ciclo estral de uma forma dose-dependente. Da mesma forma, Jordan e Swanson (1979) observaram que a concentração de progesterona plasmática no 14º dia do primeiro

ciclo estral pós-parto foi maior nas vacas que consumiram 12,7% de PB do que naquelas que consumiram 16,3% e 19,3% de PB na dieta. Também Jordan et al. (1983) observaram maior concentração de progesterona plasmática no 15º dia do ciclo estral em vacas holandesas, no período pós-parto, alimentadas com 12% de PB, em comparação às que receberam 23% de PB na dieta.

As diferenças observadas na concentração de progesterona plasmática entre os animais dos tratamentos podem estar relacionadas ao possível efeito direto da amônia ou da uréia sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, o que resultaria em inadequada liberação de LH (KAUR e ARORA, 1995) e, conseqüentemente, na redução da síntese e secreção de progesterona pelo CL. Garverick et al. (1971) relataram a ocorrência de CL mais pesados nas novilhas suplementadas com farelo de soja do que naquelas suplementadas com uréia na dieta. Além disto, o tecido luteal proveniente das novilhas suplementadas com farelo de soja secretou mais progesterona durante a incubação *in vitro*, em comparação ao tecido luteal proveniente das novilhas suplementadas com uréia. No entanto, novilhas que receberam quantidade adequada ou excesso de PDR na dieta (ELROD e BUTLER, 1993) e que não foram suplementadas com uréia ou que receberam 240 g de uréia na dieta (KENNY et al., 2002) não apresentaram diferentes concentrações de progesterona plasmática. Segundo Butler et al. (1996), a concentração de progesterona plasmática e sua taxa de aumento nos cinco dias subseqüentes à IA não diferiram entre vacas com concentrações de PUN inferior ou superior a 19 mg/dL.

CONCLUSÕES

O fornecimento de uréia nas dietas de cabras da raça Alpina não-lactantes, até a concentração de 2,24% na MS, não influenciou as características de desenvolvimento folicular e a concentração de uréia e de glicose no plasma. A concentração de progesterona plasmática, no dia 15 após o estro, reduziu linearmente em função dos tratamentos. No dia do estro e 11 dias após o estro, a concentração de progesterona plasmática apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas.

REFERÊNCIAS

- Agricultural Food Research Council - AFRC. The Nutrition of Goats. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)*, v. 67, p.826-844, 1997.
- AKUSU, M. O., OSUAGWUH, A. I. A., AKPOKODJE, J. U., EGBUNIKE, G, N. Ovarian activities of the West African dwarf goat (*Capra hircus*) during estrus. *Journal Reproduction and Fertility*, v. 78, p. 459-462, 1986.
- BATTYE , K. M., FAIRCLOUGH, R. J., CAMERON, A.W. N., TROUNSEN, A. D. Evidence for prostaglandin involvement in early luteal regression of the super-ovulated nanny goat (*Capra hircus*). *Journal Reproduction and Fertility*, v. 84, p. 425-430, 1988.
- BUTLER, W. R., CALAMAN, J. J., BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal Animal Science*, v.74, p. 858-865, 1996.
- CAMP, J. C., WILDT, D. E., HOWARD, P. K., STUART, L. D., CHAKRABORTY, P. K. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biology of Reproduction*, v. 28, p. 673-681, 1983.
- CASTRO, T., RUBIANES, E., MENCHACA, A., RIVERO, A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, v.52, p. 399-411, 1999.
- DAWUDA, P.M., SCARAMUZZI, R. J., LEESE, H. J., HALL, C, J., PETERS, A. R., DREW, S. B., WATHES, D. C. Effect of timing of urea feeding on the yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.58, p.1443-1455, 2002.
- ELROD, C. C., BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal Animal Science*, v.71, p. 694-701, 1993.
- EVANS, A. C. O., DUFFY, P., HYNES, N., BOLAND, M. P. Waves of follicle development during the estrus cycle in sheep. *Theriogenology*, v. 53, p. 699-715, 2000.
- FAHEY, J., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. The effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on early embryo

- survival and development in recipient ewes. *Animal Science*, v. 72, p. 395-400, 2001.
- FERNANDEZ, J. M. SAHLU, T., LU, C. D., IVEY, D., POTCHOIBA, M. J. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. *Small Ruminant Research*, v. 26, p. 105, 1997.
- FONSECA, J. F. *Controle e perfil hormonal do ciclo estral e performance reprodutiva de cabras Alpina e Saanen*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., DROST, M. Protein intake and development of ovarian follicles and embryos of superovulated nonlactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 77, p. 2537-2548, 1994.
- GARCIA-BOJALIL, C. M., STAPLES, C. R., RISCO, C. A., SAVIO, J. D., THATCHER, W. W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. *Journal Dairy Science*, v. 81, p. 1385-1395, 1998.
- GARVERICK, H. A., ERB, R. E., RANDEL, R. D., CUNNINGHAM, M. D. Dietary urea for dairy cattle. I. Relationship to luteal function. *Journal Dairy Science*, v. 54, p. 1669-1674, 1971.
- GATH, V., LONERGAN, P., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. Effects of diet type on establishment of pregnancy and embryo development in beef heifers. *Theriogenology*, v. 51, p.224, 1999. Abstract.
- GINTHER, O. J., KNOPF, L., KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycle with two or three follicular waves. *Journal Reproduction Fertility*, v. 87, p. 223-230, 1989.
- GINTHER, O. J., KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology*, v. 42, p. 987-1001, 1994.
- GINTHER, O. J., KOT, K. WILTBANK, M. C. Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*, v. 43, p. 689-703, 1995.

- GINTHER, O.J., WILTBANK, M.C., FRICHE, P.M., GIBBONS, J.R., KOT, K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biology of Reproduction*, v. 55, p. 1187-1194, 1996.
- GONZALEZ DE BULNES, A., SANTIAGO MORENO, J., GOMEZ BRUNET, A. CABELLOS, B., GARCIA LOPEZ, M., LOPEZ SEBASTIÁN, A. Dinamica del crecimiento folicular durante el ciclo sexual de la cabra. In: Jornadas sobre Producción Animal, 6, 1995, Zaragoza. *Anais...* Zaragoza, España, 1995. p. 368-370.
- GONZALEZ DE BULNES, A., SANTIAGO MORENO, J., GOMEZ BRUNET, INSKEEP, E. C., TOWNSEND, E. C., LOPEZ SEBASTIÁN, A. Follicular dynamics during the oestrous cycle in dairy goats. *Animal Science*, v.68, p. 547-554, 1999.
- HARMEYER, J., MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *Journal of Dairy Science*, v. 63, p. 1707-1728. 1980.
- JORDAN, E.R., CHAPMAN, T. E., HOLTAN, D. W., SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.66, p.1854-1862, 1983.
- JORDAN, E.R., SWANSON, L. V. Serum progesterone and luteinizing hormone in dairy cattle fed varying levels of crude protein. *Journal Animal Science*, v. 48, p. 1154-1158, 1979.
- KARSCH, F. J., ROCHE, J. F., NOVEROSKE, J. W. Prolonged maintenance of the corpus luteum function of the ewe by continuous infusion of luteinizing hormone. *Biology of Reproduction*, v. 4, p. 129-136, 1971.
- KAUR, H., ARORA, S. P. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutrition Research Reviews*, v.8, p.121-136, 1995.
- KENNY, D. A., BOLAND, M. P., DISKIN, M. G., SREENAN, J .M. Effect of rumen degradable protein with or without fermentable carbohydrate supplementation on blood metabolites and embryo survival in cattle. *Animal Science*, v. 74, p. 529-537, 2002.

- LLEWELYN, C. A., OGAA, J. S., OBWOLO, M. J. Plasma progesterone profiles and variation in cyclic ovarian activity throughout the year in indigenous goats in Zimbabwe. *Animal Reproduction Science*, v. 30, p.301-311. 1993.
- LUCY, M. C., SAVIO, J.D., BADINGA, L., DE LA SOTA, R. L., THATCHER, W. W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal Animal Science*, v.70, p. 3615-3626, 1992.
- MACKEY, D. R., SREENAN, J. M., ROCHE, J. F., DISKIN, M. G. The effect of acute changes in energy intake on follicle wave turnover in beef heifers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, v.36, p.95-96, 1997 (Abstract).
- McEVOY, T. G., ROBINSON, J. J., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. S. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, v.47, p.71-90, 1997.
- MENCHACA, A., RUBIANES, E. Effect of high progesterone concentrations during the early luteal phase on the length of the ovulatory cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, v. 68, p. 69-76, 2001.
- MENCHACA, A., RUBIANES, E. Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology*, v. 57, p. 1411-1419, 2002.
- MORAES, E. A. *Parâmetros produtivos e reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante*. Viçosa, MG: UFV, 2004. 71p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- MURPHY, M. G., ENRIGHT, W. J., CROWE, M. A., McCONNELL, K., SPICER, L. J., BOLAND, M. P, ROCHE, J. F. Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 92, p.333-338, 1991.
- National Research Council - NRC. *Nutrient Requirements of goats: Angora, Dairy, and Meat goats in temperate and tropical countries*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981. 91p

- OLIVEIRA, M. M. N. F. *Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: dinâmica folicular e características reprodutivas*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- PIRES, A. V., SUSIN, I. Relações entre nutrição e reprodução. In: Simpósio de produção animal. 9, 1994. *Anais...* p. 69-97.
- RUBIANES, E., CASTRO, T., CARBAJAL, B. Effect of high progesterone levels during the growing phase of the dominant follicle of wave 1 in ultrasonically monitored ewes. *Canadian Journal Animal Science*, v. 76, p. 473-475, 1996.
- RUBIANES, E., MENCHACA, A. The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. *Animal Reproduction Science*, v. 78, p. 271-287, 2003.
- SAVIO, J.D., THATCHER, W. W., BADINGA, L., de la SOTA, R. L., WOLFENSON, D. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *Journal Reproduction and Fertility*, v. 97, p. 197-203, 1993.
- SCHWARZ, T., WIERZCHOS, E. Relationship between FSH and ovarian follicular dynamics in goats during the estrous cycle. *Theriogenology*, v. 53, 2000. Abstract 381.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p
- SINGHAL, K. K., MUDGAL, V.D. Comparative study of urea and biuret feeding on nutrient utilization and milk production in goats. *Indian Journal Animal Science*, v. 33, p. 161, 1980.
- SOUZA, C. L. H., BRUCE, K., CAMPBELL, K., BAIRD, D. T. Follicular dynamics and ovarian steroids secretion in sheep during the follicular and early luteal phases of the estrous cycle. *Biology Reproduction*, v. 56, p. 483-488, 1997.
- SURESHKUMAR, P. K., JANAKIRAMAN, K. Histomorphological changes of the caprine ovary relative to the stages of the estrous cycle. *Small Ruminant Research*, v. 12, p. 287-300, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0, Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 150p. (Manual do usuário).

EFEITO DO FORNECIMENTO DE URÉIA NA DIETA DE CABRAS DA RAÇA ALPINA SOBRE A QUALIDADE E O ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

RESUMO - Com o objetivo de verificar o efeito do fornecimento de uréia na dieta sobre o número de estruturas e de embriões coletados e sobre a qualidade e o estágio de desenvolvimento embrionário, 22 cabras da raça Alpina, não-lactantes, foram distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos, que receberam 0,0% (T1 - Controle, n=5); 0,73% (T2, n=7); 1,46% (T3, n=4); e 2,24% de uréia na MS da dieta (T4, n=6). As dietas à base de silagem de milho e concentrado (fubá de milho, farelo de soja, uréia e calcário calcítico) foram calculadas para serem isoenergéticas (1,52 Mcal/kg na MS no T1 e 1,54 Mcal/kg na MS no T2, T3 e T4) e isoprotéicas (14% PB na MS). As cabras tiveram acesso *ad libitum* à água e ao sal mineral. Dados de pesagem dos animais e estimativas do consumo médio individual foram obtidos por semana. Após o período de adaptação, as dietas foram fornecidas por 81 dias antes do início do experimento. O estro foi sincronizado com esponjas intravaginais impregnadas com progesterona por 11 dias e aplicação de 125 µg de cloprostenol, via i. m., no dia nove. A superovulação foi obtida pela aplicação de 200 mg de NIH-FSH-P1 em seis doses decrescentes a intervalos de 12 horas, nos dias nove, 10 e 11 (D0 = inserção da esponja). As cabras em estro foram cobertas por bodes férteis. A coleta dos embriões foi realizada entre sete e oito dias após a primeira cobertura, pela técnica transcervical em circuito fechado. Os embriões coletados foram avaliados em estereomicroscópio quanto à qualidade (I - excelente, V - degenerado) e ao estágio de desenvolvimento. Amostras de sangue foram coletadas nos dias do estro e da coleta de embriões para dosagem da concentração de uréia e de glicose no plasma. Houve efeito linear crescente da concentração de uréia nas dietas sobre o consumo de MS (kg/dia) e de PB (kg/dia). O peso das cabras não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos e entre as semanas experimentais. Das 22 cabras utilizadas, 18 (81,82%) manifestaram estro após a sincronização. A duração do estro e o intervalo da remoção da esponja ao início do estro não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos. Quatorze cabras (77,77%) responderam à

superovulação. O número de estruturas e de embriões coletados não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos, sendo representados pelas equações $y = 9,64 + 8,50x$, respectivamente. O número ($y = 10,90 - 11,64^{NS}U + 4,93^{*}U^2$, $R^2 = 0,67$, $P<0,10$) e a percentagem ($y = 94,08 - 39,59^{NS}U + 18,16^{*}U^2$, $R^2 = 0,94$, $P<0,07$) de embriões viáveis e o número ($y = 10,83 - 12,18^{NS}U + 5,02 U^2$, $R^2 = 0,78$, $P<0,08$) e a percentagem ($y = 94,83 - 52,31^{NS}U + 21,56^{*}U^2$, $R^2 = 0,90$, $P<0,05$) de embriões excelentes e bons apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Com exceção de um embrião de quatro células, os demais foram coletados em estágio de desenvolvimento compatível com o esperado. A concentração de uréia plasmática antes da alimentação e quatro horas após, no dia do estro e no da coleta de embriões, não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. No dia do estro, a concentração de glicose plasmática, antes da alimentação, aumentou linearmente com o aumento da concentração de uréia nas dietas ($y = 71,82 + 4,38U$, $R^2 = 0,59$, $P<0,05$). A concentração de glicose plasmática após a alimentação, no dia do estro e antes e após a alimentação, no dia da coleta de embriões, não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos. Concluiu-se que o fornecimento de uréia nas dietas não influenciou o número de estruturas e de embriões coletados e a concentração de uréia e de glicose no plasma. No entanto, a qualidade embrionária apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas.

Palavras chave: cabra, dieta, embrião, glicose, uréia.

EFFECT OF UREA IN THE DIET OF GOATS OF THE ALPINE BREED ON QUALITY AND EMBRYONIC DEVELOPMENT STATE

ABSTRACT - With the objective of to study the effect of the urea supplementation in the diet on the structures and embryos number recovered and on quality and embryo development, 22 Alpine goats, non lactant, were allocated at random in to four treatments that received 0.0% (T1 - Control, n=5); 0.73% (T2, n=7); 1.46% (T3, n=4) or 2.24% of urea in the DM of the diet (T4, n=6). The diets based on corn silage and concentrate (corn maize flour, soy bean, urea and limestone) were isoenergetics (1.52 Mcal/kg in DM in T1 and 1.54 Mcal/kg in the DM in T2, T3 and T4) and isonitrogenous (14% PB in DM). The goats had access ad libitum to water and mineral salt. Data of body weight and estimates of the mean individual intake were obtained weekly. After the adaptation period, the diets were supplied by 81 days before the beginning of the experiment. The estrus was synchronized with intravaginal sponges impregnated with progesterone by 11 days and application of 125 µg of cloprostenol, i. m., on the ninth day. The superovulation was obtained by the application of 200 mg of NIH-FSH-P1 in six decreasing doses for 12 hours intervals, on the days 9, 10 and 11 (D0 = insert of the sponge). The goats in estrus were mated by fertile bucks. The embryos were collected between the 7 and 8 days after mating, by transcervical technique in closed circuit. The collected embryos were evaluated in stereomicroscopy, for their quality (I - excellent, V - degenerate) and to the development. Blood samples were collected at estrus and embryos collection days for plasma urea and glucose analysis. The DM intake (kg/day) and PB (kg/day) increased linearly with the increased were concentration in the diet. The goats body weight did not differ ($P>0.05$) among the animals from treatments and among the experimental weeks. Eighteen out of 22 used goats, 18 (81.82%) came in estrus after the synchronization. The estrus length and the interval from sponge removal to the beginning of estrus were not affected ($P>0.05$) by the treatments. Fourteen goats (77.77%) were superovulated. The structures and embryos numbers did not differ ($P>0.05$) among the treatments, being represented by the equations $y = 9.64x + 8.50$, respectively. The number ($y = 10.90 - 11.64^{NS}U + 4.93^*U^2$, $R^2 = 0.67$,

P<0.10) and the percentage ($Y = 94.08 - 39.59^{NS}U + 18.16^{*}U^2$, $R^2 = 0.94$, $P<0.07$) of viable embryos and the number ($Y = 10.83 - 12.18^{NS}U + 5.02 U^2$, $R^2 = 0.78$, $P<0.08$) and the percentage ($Y = 94.83 - 52.31^{NS}U + 21.56^{*}U^2$, $R^2 = 0.90$, $P<0.05$) of excellent and good embryos showed a quadratic effect with the urea concentration in the diet. All embryos were collected at development stage compatible with the expected one, but one four cell embryo. The plasma urea concentration before feeding and four hours after, during the estrus and embryo recovered days, was not influenced ($P>0.05$) by treatments. In the estrus, the plasma glucose concentration before the feeding increased lineally with the increase of the urea in the diets ($Y = 71.82 + 4.38U$, $R^2 = 0.59$, $P <0.05$). The plasma glucose concentration after feeding, at the estrus day and, before and after feeding in the embryos recovery days did not differ ($P>0.05$) among the animals of treatments. It is concluded that the urea supplementation in the diets did not affect the structures and embryos number recovered and the plasma urea and glicose concentration. However, the embryo quality showed quadratic effect with the urea concentration in the diet.

Key words: embryo, diet, glucose, goat, urea.

INTRODUÇÃO

Vários estudos têm sugerido que o fornecimento de dietas com elevado teor de proteína bruta (PB) e de proteína degradada no rúmen (PDR) afeta adversamente a reprodução, reduzindo a taxa de concepção ao primeiro serviço (FERGUSON e CHALUPA, 1989; CANFIELD et al., 1990) e ocasionando maior número de dias abertos e de serviços por concepção (JORDAN e SWANSON, 1979) em vacas. No entanto, as possíveis formas pelas quais o excesso de proteína da dieta interfere na reprodução não estão completamente esclarecidas.

O excesso PB ou de PDR e o fornecimento de uréia na dieta foram associados à elevada concentração sistêmica de N-uréico em ovelhas (BISHONGA et al., 1994) e novilhas (GATH et al., 1999), alteração da composição iônica (JORDAN et al., 1983) e redução do pH uterino (ELROD et al., 1993; ELROD e BUTLER, 1993) em vacas, além de elevação da concentração de uréia e amônia no fluido útero-tubárico de ovelhas (McEVOY et al., 1997) e de amônia no fluido folicular de novilhas (SINCLAIR et al., 2000). Falhas de fertilização e degeneração de embriões bovinos foram relacionadas ao excesso de PDR na dieta (BLANCHARD et al., 1990). Em ovelhas, o fornecimento de uréia na dieta ocasionou redução da viabilidade (BISHONGA et al., 1994; McEVOY et al., 1997) e do desenvolvimento embrionário (FAHEY et al., 2001; PAPADOPOULOS et al., 2001). Sinclair et al. (2000) verificaram que ovócitos coletados de novilhas com elevada concentração de amônia plasmática resultaram em reduzido desenvolvimento embrionário *in vitro*. Da mesma forma, a proporção de ovócitos que se desenvolveram a blastocistos *in vitro* foi reduzida quando os ovócitos foram maturados em meios contendo 7,5 mM de uréia (OCON e HANSEN, 2003).

Este estudo tem como objetivos verificar o efeito do fornecimento de uma dieta-controle e de dietas com concentrações crescentes de uréia na MS a cabras da raça Alpina sobre o número de estruturas e de embriões coletados, a qualidade e o estágio de desenvolvimento embrionário e a concentração de uréia e de glicose no plasma.

MATERIAL DE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de três de junho a 15 de julho de 2003, no Setor de Caprinocultura do DZO-UFV, no município de Viçosa, situado na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a 20°46'23'' S de latitude e 42°51'10'' WG de longitude, altitude média de 704,84 m, clima CWA pela classificação de Köppen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9 °C e precipitação pluviométrica anual de 1.203 mm³.

Foram utilizadas 22 cabras da raça Alpina, nulíparas, primíparas e múltíparas, não-lactantes, com 40,55±18,48 meses (Tabela 1), distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos: T1 (Controle): 0,0% de uréia (n=5); T2: 0,73% de uréia (n=7); T3: 1,46% de uréia (n=4); e T4: 2,24% de uréia na MS total da dieta (n=6).

Tabela 1 - Relação dos animais experimentais e suas respectivas ordem de parto e idade

| Cabra | Tratamento | Ordem de partos | Idade (meses) |
|-------|------------|-----------------|---------------|
| 1573 | 1 | 5 | 74,16 |
| 1910 | 1 | 2 | 34,06 |
| 1964 | 1 | 0 | 32,97 |
| 1985 | 1 | 2 | 32,38 |
| 2099 | 1 | 0 | 26,23 |
| 1697 | 2 | 2 | 50,00 |
| 1740 | 2 | 1 | 45,69 |
| 1817 | 2 | 1 | 37,94 |
| 1843 | 2 | 1 | 37,64 |
| 2056 | 2 | 0 | 26,66 |
| 2178 | 2 | 0 | 20,94 |
| 2481 | 2 | 0 | 19,20 |
| 1716 | 3 | 2 | 49,57 |
| 1771 | 3 | 1 | 45,04 |
| 1831 | 3 | 2 | 37,80 |
| 1973 | 3 | 0 | 32,84 |
| 1466 | 4 | 6 | 97,34 |
| 1649 | 4 | 2 | 61,60 |
| 1732 | 4 | 1 | 48,09 |
| 1905 | 4 | 1 | 34,09 |
| 2024 | 4 | 0 | 26,79 |
| 2174 | 4 | 0 | 21,04 |
| Média | - | - | 40,55±18,48 |

As dietas à base de silagem de milho e concentrado foram calculadas para serem isoenergéticas (1,52 Mcal/kg MS no T1 e 1,54 Mcal/kg MS no T2, T3 e T4) e isoprotéicas (14% PB na MS) e conter 28,79%; 38,97%; 49,50%; e 60,85% da proteína total na forma de nitrogênio não-protéico (NNP) nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. As percentagens de NNP advindas da uréia em relação à proteína total da dieta foram 0%; 13%; 26%; e 40%, nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Detalhes da composição das dietas fornecidas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (com base na MS)

| Ingredientes | Tratamentos (% uréia na MS da dieta) | | | |
|--------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0,73 | 1,46 | 2,24 |
| Silagem de milho | 81,375 | 75,210 | 72,589 | 69,956 |
| Fubá de milho | - | 10,140 | 16,674 | 23,578 |
| Farelo de soja | 17,625 | 12,920 | 8,280 | 3,274 |
| Uréia | - | 0,730 | 1,456 | 2,240 |
| Calcário calcítico | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,952 |

As cabras foram adaptadas de forma gradual às rações contendo uréia, utilizando-se 0,73% de uréia na primeira semana no T2; 0,73% e 1,46% de uréia na primeira e segunda semanas, respectivamente, no T3; e 0,73%; 1,46%; e 2,24% de uréia na primeira, segunda e terceira semanas, respectivamente, no T4. Após o período de adaptação, as dietas foram fornecidas por 81 dias (11,57 semanas) antes do início do experimento.

As cabras de um mesmo tratamento foram mantidas em baia coletiva. O alimento concentrado foi fornecido sobre a silagem, duas vezes ao dia, sendo a quantidade total de alimento oferecido ajustada diariamente para permitir, no mínimo, 5% de sobras. Água e sal mineral foram fornecidos *ad libitum*. As sobras de cada baia foram retiradas antes do fornecimento diário do alimento e pesadas, para determinação do consumo. Amostras da silagem fornecida e das sobras foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C. Amostras compostas de cada três semanas para a silagem e de cada nove semanas para as sobras do T1, T2, T3 e T4 e amostras do fubá de milho e do farelo de soja utilizados tiveram a composição bromatológica determinada no

Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, segundo os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). A composição bromatológica da silagem de milho, do fubá de milho e do farelo de soja utilizados é apresentada na Tabela 3.

As cabras foram pesadas uma vez por semana, no período da manhã, antes do fornecimento da alimentação.

Tabela 3 - Análise bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

| | Ingredientes | | |
|----------------------|--------------|---------------|----------------|
| | Silagem | Fubá de milho | Farelo de soja |
| MS (%) | 26,58 | 88,26 | 88,81 |
| MO ¹ | 94,84 | 98,28 | 93,59 |
| PB ¹ | 6,12 | 8,85 | 49,28 |
| EE ¹ | 3,80 | 4,13 | 1,30 |
| Lignina ¹ | 4,85 | 1,18 | 2,09 |
| FDN ¹ | 54,73 | 12,82 | 11,27 |
| FDA ¹ | 32,26 | 1,92 | 8,81 |
| NIDN (% N total) | 34,21 | 9,96 | 7,00 |
| NIDA (% N total) | 17,78 | 4,23 | 2,60 |
| CHO ¹ | 84,91 | 85,30 | 43,01 |
| NDT ¹ | 64,47 | 86,98 | 79,44 |
| Cinzas ¹ | 5,16 | 1,72 | 6,41 |
| Ca ¹ | 0,31 | 0,03 | 0,30 |
| P ¹ | 0,19 | 0,30 | 0,007 |

¹% na MS.

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido, CHO: carboidratos totais e NDT: nutrientes digestíveis totais.

As cabras foram sincronizadas e superovuladas segundo os protocolos descritos por Salles et al. (2002), com modificações. O estro foi sincronizado com a inserção de esponja intravaginal impregnada com 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (Progespon[®])¹, por 11 dias. A superovulação foi realizada com 200 mg de NIH-FSH-P1 (Foltropin-V[®])², fracionados em seis doses decrescentes, com intervalo de 12 horas entre aplicações, a partir de 48 horas antes da remoção da esponja. Simultaneamente à primeira aplicação de FSH

¹ Sintex – Tecnopec.

² Vetrepharm, Canadá.

foram administrados 125 µg de cloprostenol sódico (Ciosin[®])³, por via i.m. Setenta e duas horas após a remoção da esponja iniciou-se o tratamento antiluteolítico com flunixin meglumine (Banamine[®])⁴, na dose de 1,1 mg/kg/dia, durante três dias consecutivos.

A partir de 12 horas após a retirada das esponjas, as cabras foram observadas quanto à manifestação de estro, duas vezes ao dia, às 07 h e às 19 h, por um período mínimo de 15 minutos cada, com auxílio de rufiões. Além das características de inquietação, vocalização, micção frequente, procura pelo macho, batimento de cauda e hiperemia e edema de vulva, foram caracterizadas em estro as cabras que permaneceram imóveis à monta (FONSECA, 2002). As cabras em estro foram cobertas por bodes de fertilidade comprovada, a cada 12 horas, até a não aceitação da monta (ARMSTRONG et al., 1983).

Os embriões foram coletados pela técnica transcervical em circuito fechado, entre o sétimo e o oitavo dia do ciclo estral (estro = dia zero). Aproximadamente 24 horas antes do início da coleta de embriões, as cabras receberam uma aplicação de 125 µg de cloprostenol sódico (Ciosin[®]), por via i.m. A coleta de embriões foi realizada com o animal em estação, contido em tronco próprio, sem qualquer tipo de analgesia ou anestesia, e após tricotomia na cauda e higiene da região perineal.

A cérvix uterina foi visualizada com o auxílio de um espécuro vaginal e uma fonte de luz e tracionada com duas pinças de Pozzi em direção ao vestíbulo da vagina. Uma sonda nasogástrica nº 10 ou 12 foi introduzida através da cérvix e em direção ao lúmen de um dos cornos uterinos. A extremidade livre da sonda foi conectada ao equipo, ao qual foram acoplados o filtro de coleta de embriões e uma seringa de 50 mL, para infusão do meio de lavagem (solução-tampão salina fosfato modificada por Whittingham (1971), acrescida de 50 µg/mL de gentamicina e 1,0% de soro fetal bovino), a 37 °C. O meio de coleta de embriões foi infundido até que houve resistência do corno uterino (aproximadamente 20 mL), quando então a via de infusão foi fechada e a de comunicação com o filtro

³ Coopers.

⁴ Schering Plough Veterinária.

foi aberta. Foram utilizados, em média, 200 mL de meio de coleta por corno uterino.

Os embriões coletados foram avaliados ao estereomicroscópio quanto à qualidade (I - excelente, V - degenerado) e ao estágio de desenvolvimento (STRINGFELLOW e SEIDEL, 1999). O número total de estruturas, embriões e ovócitos, bem como a qualidade e o estágio de desenvolvimento dos embriões recuperados, foi determinado em cada tratamento.

Amostras de sangue dos animais foram coletadas, por punção da veia jugular, em tubos de vidro de coleta a vácuo, contendo anticoagulante EDTA para dosagem de uréia e anticoagulante fluoreto para dosagem de glicose, no dia do estro e no da coleta de embriões. As amostras coletadas antes e aproximadamente quatro horas após o fornecimento do alimento foram imediatamente acondicionadas em caixa de isopor com gelo e centrifugadas a 1.000 x G, durante 15 minutos, para a obtenção de plasma. Este foi armazenado a -20 °C até a dosagem da concentração de uréia e glicose, por método colorimétrico-enzimático, utilizando kits comerciais⁵, no Departamento de Zootecnia da UFV.

Os dados foram analisados pelo programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997). Os dados relativos ao consumo médio individual de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria orgânica (MO), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos totais (CHO) e cinzas; duração do estro; intervalo remoção da esponja - início do estro; número de estruturas, embriões, embriões viáveis, embriões excelentes e bons; percentagem de embriões viáveis e de excelentes e bons; e concentração de uréia e de glicose no plasma foram submetidos à análise de variância e regressão. As variáveis relativas ao estágio de desenvolvimento embrionário são apresentadas na forma de estatística descritiva. Os dados relativos ao peso dos animais foram analisados por meio da metodologia de superfície de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio individual de MS, PB, EE, lignina, FDN, FDA, MO, NDT, CHO e cinzas, expresso em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas, é apresentado na Tabela 4. Houve efeito linear crescente da adição de uréia às dietas sobre o consumo de MS, PB, EE, MO e NDT. No entanto, o consumo de lignina, CHO e cinzas diminuiu linearmente, enquanto o de FDN não foi influenciado e o de FDA apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Segundo o NRC (1981), a adição de uréia à dieta dos caprinos não deve exceder 1/3 da PB total ou mais que 50% da proteína do concentrado. Neste estudo, o fornecimento de até 40% da proteína total na forma de uréia ocasionou aumento linear no consumo de MS. Alguns autores relataram que a uréia pode ser fornecida em quantidades superiores às preconizadas pelo NRC (1981), sem que o consumo de MS seja reduzido (SINGHAL e MUDGAL, 1980; FERNANDEZ et al., 1997).

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas do consumo médio individual de MS, PB, EE, lignina, FDN, FDA, MO, NDT, CHO e cinzas, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| | Equações ajustadas | R ² | P | CV (%) |
|----------------------|--------------------------------------|----------------|-------|--------|
| MS ¹ | = 0,76+0,025**U | 0,97 | 0,01 | 4,1 |
| PB ¹ | = 0,11+0,0046***U | 0,98 | 0,001 | 2,7 |
| EE ¹ | = 0,026+0,0022***U | 0,99 | 0,001 | 3,7 |
| Lignina ¹ | = 0,032-0,0013**U | 0,70 | 0,01 | 5,3 |
| FDN ¹ | = 0,33 | - | n.s. | 6,1 |
| FDA ¹ | = 0,20-0,027*U+0,0093*U ² | 0,92 | 0,05 | 6,3 |
| MO ¹ | = 0,72+0,019*U | 0,95 | 0,05 | 4,1 |
| NDT ¹ | = 0,52+0,023***U | 0,99 | 0,001 | 3,6 |
| CHO ¹ | = 0,58-0,039***U | 0,98 | 0,001 | 4,2 |
| Cinzas ¹ | =0,039-0,0032***U | 0,96 | 0,001 | 5,3 |

¹Kg/dia.

MS: matéria seca, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, MO: matéria orgânica, NDT: nutrientes digestíveis totais e CHO: carboidratos totais.

n.s.: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

⁵ Glicose enzimática líquida e Uréia 500, Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratórios LTDA, GO, Brasil

As diferentes concentrações de uréia nas dietas não influenciaram o peso vivo das cabras ($\bar{x} = 56,15$, $P > 0,05$), que se manteve aproximadamente constante entre os tratamentos e nas sete semanas experimentais, mostrando que o objetivo de oferecer quantidade de alimento suficiente para atender às exigências de manutenção foi alcançado.

Das 22 cabras utilizadas, 18 (81,82%) manifestaram estro após a sincronização. A duração do estro (horas) e o intervalo da remoção da esponja ao início do estro (horas) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 5), sendo representados pelas equações $\bar{x} = 33,23$ e $\bar{x} = 40,71$, respectivamente. Também Fahey et al. (2001) não verificaram diferença no intervalo da remoção do dispositivo intravaginal impregnado com progesterona e o início do estro entre as ovelhas suplementadas com 50 g de uréia/dia e as ovelhas do grupo-controle.

A proporção de cabras que manifestaram estro foi similar ao observado em cabras da raça Moxotó, 80% (ANDRIOLI et al., 2000), e superior ao observado em cabras mestiças, 60,9% (ANDRIOLI-PINHEIRO, 1996). Estes autores verificaram que o estro ocorreu entre 12 h e 36 h após a remoção da esponja e teve em média 30 h de duração. Em estudo realizado por Soares et al. (1998), maior proporção de cabras (100%) manifestou estro em menor intervalo após a remoção da esponja (32 h), mas a duração média do estro (30 h) foi similar à observada neste estudo.

Tabela 5 - Duração média do estro (h) e intervalo médio da remoção da esponja ao início do estro (h), em função da concentração de uréia nas dietas, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos efeitos linear (L) e quadrático (Q)

| | Concentração de uréia na dieta (% MS) | | | | CV (%) | P | |
|---------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|-----|-----|
| | 0 | 0,73 | 1,46 | 2,24 | | L | Q |
| DE (h) | 27,06±17,4 (n=5)* | 40,41±22,4 (n=6) | 32,36±14,9 (n=4) | 30,35±0,51 (n=3) | 53,4 | n.s | n.s |
| IEE (h) | 41,22±7,16 (n=5) | 40,39±7,11 (n=6) | 42,83±6,36 (n=4) | 37,67±6,86 (n=3) | 17,0 | n.s | n.s |

DE: duração do estro e IEE: intervalo da remoção da esponja ao início do estro.

n.s.: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

*Número de cabras que manifestaram estro em cada tratamento.

As dietas experimentais foram fornecidas por $110,60 \pm 6,19$; $115,33 \pm 6,25$; $108,50 \pm 5,45$; e $110,67 \pm 10,60$ dias antes da primeira coleta de embriões nos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Das 18 cabras que manifestaram estro e foram submetidas à coleta de embriões, uma de cada um dos tratamentos T1, T2 e T3 (16,67%) não produziu nenhuma estrutura e outra do T4 (5,55%) produziu um ovócito e foram excluídas das análises subseqüentes. Quatorze cabras (77,78%) responderam à superovulação com produção de 135 estruturas, sendo 119 (88,15%) embriões, nove ovócitos (6,67%) e sete zonas pelúcidas (5,18%).

Do total de embriões, 50 (42%), 20 (16,8%), 32 (26,9%) e 17 (14,3%) foram coletados das cabras dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Embora mais embriões tenham sido coletados das cabras dos T1 e T3, o número de estruturas e de embriões não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 6), sendo representado pelas equações $y = 9,64x$ e $y = 8,50x$, respectivamente.

Tabela 6 - Número médio de estruturas e de embriões coletados, em função da concentração de uréia nas dietas, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos efeitos linear (L) e quadrático (Q)

| | Concentração de uréia na dieta (% MS) | | | | CV (%) | P | |
|------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------|-----|-----|
| | 0 | 0,73 | 1,46 | 2,24 | | L | Q |
| Estruturas | $12,75 \pm 8,96$ | $4,60 \pm 1,51$ | $14,67 \pm 12,01$ | $8,50 \pm 0,71$ | 76,1 | n.s | n.s |
| Embriões | $12,50 \pm 8,96$ | $4,00 \pm 1,73$ | $10,67 \pm 9,61$ | $8,50 \pm 0,71$ | 78,0 | n.s | n.s |

n.s.: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Da mesma forma, Blanchard et al. (1990) não verificaram efeito do fornecimento de dietas com 73% ou 64% de PDR sobre o número de embriões coletados de vacas holandesas no início da lactação. O mesmo foi observado em novilhas que receberam dieta-controle e dietas de alta ou baixa energia suplementadas com 250 g de uréia (GATH et al., 1999). Em ovelhas, McEvoy et al. (1997) observaram que o número de embriões coletados não diferiu entre aquelas do grupo-controle e as suplementadas com 15 g e 30 g de uréia/dia. Fahey et al. (2001) e Papadopoulos et al. (2001) também não verificaram efeito do

fornecimento de 50 g de uréia/ovelha/dia sobre o número de embriões coletados por doadora.

Utilizando a mesma técnica de coleta que a utilizada neste estudo, em cabras da raça Bôer, Gusmão et al. (2003) verificaram média de 8,4 estruturas/doadora e, em cabras de raça não definida, Salles (2003) citou média de 7,8 estruturas/doadora. Na raça Saanen, Pereira et al. (1991) e Lima-Verde (2003) coletaram, em média, 7,6 e 6,3 embriões/doadora, respectivamente. As médias verificadas neste estudo são pouco superiores às mencionadas na literatura, o que pode estar relacionado ao fato de que apenas as cabras que responderam à superovulação foram incluídas nas análises estatísticas.

Do total de embriões coletados das cabras do T1, T2, T3 e T4, 47 (94%), 15 (75%), 23 (72%) e 16 (94%) foram classificados como viáveis (excelentes, bons e regulares) e 46 (92%), 15 (75%), 19 (59%) e 15 (88%) foram classificados como embriões excelentes e bons, respectivamente. Observou-se que estas variáveis apresentaram comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas. Conforme a derivação das equações, os menores número e percentagem de embriões viáveis, 4,02 embriões e 72,5%, ocorreram com o consumo de 1,18% e 1,09% de uréia na MS da dieta, respectivamente (Figuras 1 e 2). Os menores número e percentagem de embriões excelentes e bons, 3,43 embriões e 63%, coincidiram com o consumo de 1,21% de uréia na MS da dieta (Figuras 3 e 4).

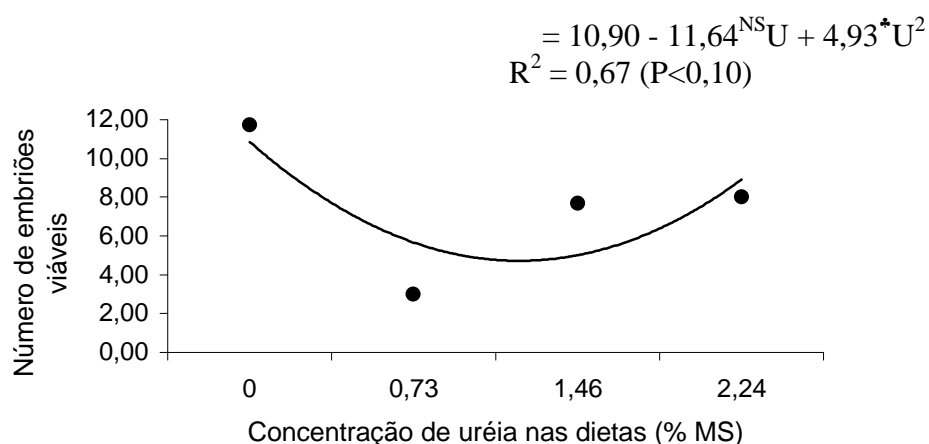


Figura 1 - Número de embriões viáveis coletados de cabras da raça Alpina consumindo dietas contendo diferentes concentrações de uréia.

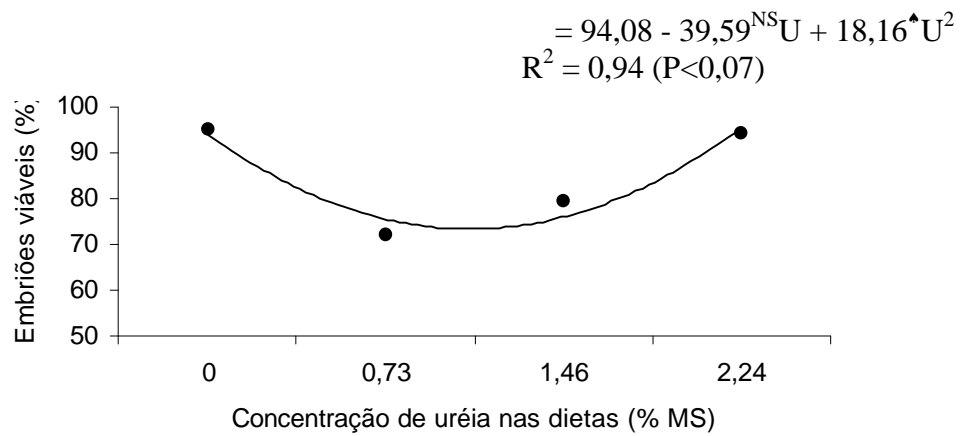


Figura 2 - Percentagem de embriões viáveis coletados de cabras da raça Alpina consumindo dietas contendo diferentes concentrações de uréia.

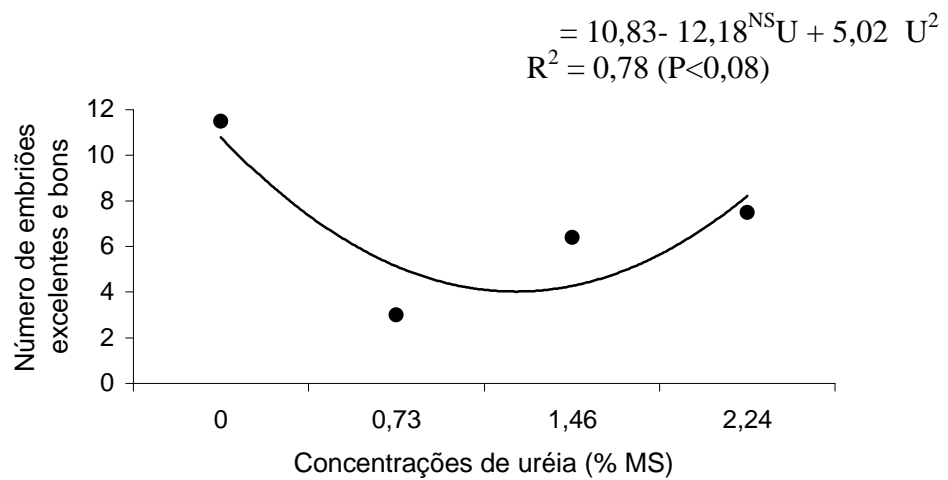


Figura 3 - Número de embriões excelentes e bons coletados de cabras da raça Alpina consumindo dietas contendo diferentes concentrações de uréia.

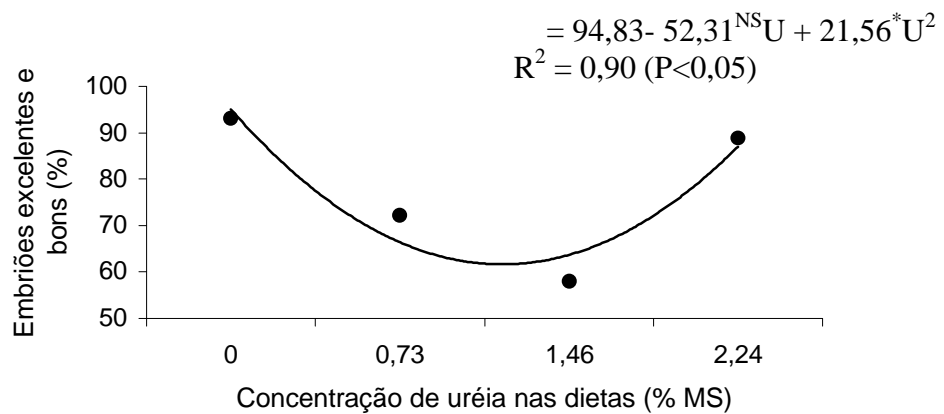


Figura 4 - Percentagem de embriões excelentes e bons coletados de cabras da raça Alpina consumindo dietas contendo diferentes concentrações de uréia.

Redução na qualidade embrionária em função do maior consumo de PDR ou de uréia na dieta foi também relatada em bovinos e ovinos. Blanchard et al. (1990) verificaram que menor percentagem de embriões viáveis foi coletada de vacas holandesas lactantes alimentadas com 73% de PDR na dieta, em comparação às que receberam 64% de PDR. Em ovelhas, McEvoy et al. (1997) observaram que o fornecimento de 30 g de uréia/dia reduziu a percentagem de embriões viáveis, comparado ao fornecimento de 15 g de uréia/dia. Segundo Dawuda et al. (2002), o efeito prejudicial da utilização de uréia na dieta sobre a qualidade embrionária pode estar relacionado ao período de seu fornecimento, visto que a suplementação com 250 g de uréia/vaca/dia, durante sete dias, reduziu a percentagem de embriões muito bons e bons e aumentou a de embriões ruins e degenerados, comparado à suplementação por 17 dias.

Resultados de estudos *in vitro* (HAMON et al., 2000) sugeriram que o efeito de amônia sobre o desenvolvimento de embriões bovinos depende da concentração deste metabólito, do estágio de desenvolvimento embrionário no momento da exposição à amônia e da duração da exposição. Ocon e Hansen (2003) verificaram que a maturação de ovócitos bovinos em meios contendo 0; 5; 7,5; e 10 mM de uréia, equivalente a 0; 14; 21; e 28 mg/dL de N-uréico plasmático, respectivamente, não influenciou a taxa de clivagem no terceiro dia após a fertilização; todavia, reduzida proporção de ovócitos maturados em meios

com 7,5 mM de uréia desenvolveu-se a blastocistos no oitavo dia de cultivo *in vitro*. Segundo os autores, a alta concentração de uréia (>7,5 mM) pode desencadear algum mecanismo compensatório no ovócito que aumenta sua resistência à toxicidade, como, por exemplo, alterações no transporte de uréia pela membrana, inibindo a sua entrada na célula ou aumentando sua remoção do citoplasma. Contudo, embora tenha sido demonstrado que o transporte de uréia mediado por carreadores ocorre em outros tipos celulares (Verkman et al., 1985; Hisanaga et al, 1991, citados por OCON e HANSEN, 2003), o sistema de transporte de uréia no ovócito, bem como sua regulação, ainda não são conhecidos.

Em relação ao estágio de desenvolvimento, foram coletados 1 (0,84%) embrião de quatro células, 25 (21,01%) mórulas, 18 (15,13%) blastocistos iniciais, 22 (18,49%) blastocistos, 28 (23,53%) blastocistos expandidos, 13 (10,92%) blastocistos eclodidos e 12 (10,08%) embriões degenerados. No T1 os embriões foram coletados principalmente nos estádios de mórula (18%), blastocisto inicial (24%), blastocisto (24%) e blastocisto expandido (28%); no T2 a maioria dos embriões coletados foram mórulas (35%) e degenerados (25%); no T3 foram coletados principalmente mórulas (25%), blastocistos (28%) e degenerados (19%); e no T4 ocorreu maior percentagem de blastocistos eclodidos (53%). O número e a percentagem de embriões coletados em cada estágio de desenvolvimento, em cada tratamento, são apresentados na Tabela 7.

Segundo Baril et al. (1993), citados por Gordon (1997), no sétimo dia após o início do estro são coletados embriões principalmente no estágio de mórula compacta a blastocisto expandido e no oitavo dia podem ser coletados embriões nos estádios de blastocistos expandido e eclodido. Observações similares foram feitas por Andrioli-Pinheiro et al. (1996). Além disto, pode haver grande variação no estágio de desenvolvimento embrionário entre cabras que são submetidas à coleta no mesmo intervalo após o estro, bem como entre os embriões coletados de uma mesma cabra (Baril et al., 1988, citados por GORDON, 1997).

A alta percentagem (53%) de embriões no estágio de blastocisto eclodido, coletados das cabras do T4, pode ser sugestivo de que o excesso de uréia na alimentação teve algum efeito estimulatório sobre o desenvolvimento

embrionário. McEvoy et al. (1997) observaram que os embriões coletados de ovelhas que receberam 30 g de uréia/kg de alimento estavam em estado mais avançado de desenvolvimento do que os coletados de ovelhas que consumiram 2,5 g de uréia/kg de alimento. No entanto, Fahey et al. (2001) verificaram que o desenvolvimento embrionário foi reduzido pela ingestão de 50 g de uréia/ovelha/dia, como observado pelo menor número médio de células por embrião e menor percentagem de embriões com ≥ 10 células.

Tabela 7 - Número e percentagem de embriões coletados em cada estágio de desenvolvimento, em função da concentração de uréia nas dietas

| Estádio de desenvolvimento | Concentração de uréia na dieta (% MS) | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0 (n=4)* | 0,73 (n=5) | 1,46 (n=3) | 2,24 (n=2) |
| Quatro células | 1 (2%) | 0 | 0 | 0 |
| Mórula | 9 (18%) | 7 (35%) | 8 (25%) | 1 (6%) |
| Blastocisto inicial | 12 (24%) | 3 (15%) | 2 (6,25%) | 1 (6%) |
| Blastocisto | 12 (24%) | 1 (5%) | 9 (28%) | 0 |
| Blastocisto expandido | 14 (28%) | 4 (20%) | 5 (15,5%) | 5 (29%) |
| Blastocisto eclodido | 2 (4%) | 0 | 2 (6,25%) | 9 (53%) |
| Degenerado | 0 | 5 (25%) | 6 (19%) | 1 (6%) |

*Número de cabras em cada tratamento.

As concentrações de uréia e de glicose no plasma, no dia do estro e no dia da coleta de embriões, antes da alimentação e quatro horas após, em função da concentração de uréia nas dietas, são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Concentração de uréia (U) e de glicose (G) no plasma, antes (M) e quatro horas após a alimentação (T), no dia do estro (E) e da coleta de embriões (C), em função da concentração de uréia nas dietas, coeficientes de variação (CV) e nível de probabilidade dos efeitos linear (L) e quadrático (Q)

| | Concentração de uréia na dieta (% MS) | | | | CV (%) | P | |
|------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|
| | 0% | 0,73% | 1,46% | 2,24% | | L | Q |
| UME ¹ | 35,00±4,54 | 34,80±7,98 | 37,00±19,80 | 37,50±4,95 | 25 | n.s. | n.s. |
| UTE ¹ | 44,25±9,74 | 41,00±17,96 | 45,50±16,26 | 52,00±24,04 | 36 | n.s. | n.s. |
| UMC ¹ | 41,75±13,22 | 34,80±9,01 | 34,67±12,66 | 49,50±14,85 | 30 | n.s. | n.s. |
| UTC ¹ | 49,50±9,54 | 41,80±8,07 | 54,33±24,00 | 49,50±4,95 | 27 | n.s. | n.s. |
| GME ¹ | 69,00±5,35 | 78,40±5,73 | 78,00±0,00 | 79,00±0,00 | 6 | 0,05 | n.s. |
| GTE ¹ | 68,00±8,90 | 68,80±21,54 | 83,00±9,90 | 77,00±8,48 | 22 | n.s. | n.s. |
| GMC ¹ | 70,25±5,68 | 67,00±4,18 | 69,67±4,16 | 68,00±8,48 | 8 | n.s. | n.s. |
| GTC ¹ | 80,50±6,14 | 82,00±10,44 | 78,67±11,50 | 95,00±24,04 | 14 | n.s. | n.s. |

¹mg/dL.

n.s.: não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A concentração de uréia plasmática no dia do estro e no dia da coleta de embriões, antes da alimentação e quatro horas após, não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Oliveira (2001), utilizando as mesmas fontes de PDR (farelo de soja) e NNP (uréia) utilizadas neste estudo e concentrações semelhantes de uréia (0%; 0,7%; 1,4%; e 2,1% na MS da dieta), também não verificou diferença na concentração de uréia plasmática de vacas lactantes, em função da dieta oferecida, o que pode estar relacionado à alta degradabilidade ruminal da fonte protéica utilizada nos concentrados. Outra possibilidade é que os animais tenham se adaptado à alta concentração de uréia na dieta, devido às alterações na atividade dos microrganismos ruminais e também à maior concentração das enzimas hepáticas relacionadas ao ciclo da uréia (Payne e Morris, 1969, citados por JORDAN et al., 1983). Embora o comportamento ingestivo não tenha sido avaliado, é provável que as cabras que receberam uréia nas dietas aumentaram sua frequência de alimentação, ingerindo pequenas porções do alimento por vez, o que resultou no teor plasmático de uréia semelhante às cabras do grupo-controle. Por outro lado, a composição percentual das dietas experimentais pode estar relacionada à similaridade observada no teor plasmático de uréia entre cabras dos diferentes tratamentos. O amido proveniente do fubá de milho, ausente na dieta

oferecida às cabras do T1, mas presente em quantidades crescentes nas dietas oferecidas às cabras dos T2 (10,14%), T3 (16,67%) e T4 (23,56%), serviu como fonte de carboidratos prontamente fermentáveis, permitindo a conversão adequada do NNP proveniente da uréia em proteína microbiana.

No entanto, em estudos com novilhas (GATH et al., 1999; KENNY et al., 2002), vacas lactantes (DAWUDA et al., 2002), ovelhas (McEVOY et al., 1997; FAHEY et al., 2001) e cabras (FERNANDEZ et al., 1997), o fornecimento de uréia nas dietas resultou em aumento da concentração sistêmica deste metabólito. As diferenças observadas entre estudos podem estar relacionadas à composição das dietas oferecidas, ao estado fisiológico dos animais utilizados e ao momento da realização da coleta de sangue após o fornecimento do alimento.

Pesquisas anteriores relataram que teores de uréia plasmática superiores a 40 mg/dL, correspondente a 19 mg/dL de nitrogênio uréico, são inversamente relacionados à fertilidade de vacas leiteiras (FERGUSON et al., 1988; FERGUSON et al., 1993; BUTLER et al., 1996). Neste estudo, as médias da concentração de uréia plasmática oscilaram entre 34,7 mg/dL e 54,3 mg/dL, o que equivale a 16,17 mg/dL e 25,30 mg/dL de nitrogênio uréico, respectivamente. A concentração de uréia no plasma antes da alimentação, no dia do estro, apresentou correlação negativa com o número de estruturas ($r = -56$, $P < 0,05$), embriões ($r = -50$, $P < 0,05$), embriões viáveis ($r = -0,43$, $P < 0,08$) e embriões excelentes e bons ($r = -40$, $P < 0,09$). Em bovinos, a concentração de PUN inferior ou superior a 19 mg/dL não foi relacionada à qualidade dos embriões, mas os embriões coletados de vacas com concentração de PUN inferior a 19 mg/dL resultaram maior taxa de gestação (BODE et al., 2001).

O teor de glicose no plasma antes da alimentação, no dia do estro, aumentou linearmente com o aumento da concentração de uréia nas dietas ($y = 71,82 + 4,38 U$, $R^2 = 0,59$, $P < 0,05$); no entanto, a concentração deste metabólito após a alimentação não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos. No dia da coleta de embriões, a concentração de glicose plasmática, antes da alimentação e quatro horas após, não diferiu ($P > 0,05$) entre os animais dos tratamentos. Como observado neste estudo, também Fernandez et al. (1997) não verificaram diferenças nos teores de glicose no plasma de cabras da raça Alpina

suplementadas com 1,43%; 1,77%; e 2,86% de uréia na MS da dieta. Em novilhas, Kenny et al. (2002) relataram que a concentração sistêmica de glicose não foi influenciada pelo consumo de uréia (0 ou 240 g/dia), assim como não foi relacionada à sobrevivência embrionária no 40º dia de gestação. Da mesma forma, neste estudo a concentração plasmática de glicose não apresentou correlação ($P>0,05$) com o número de estruturas e de embriões coletados ou com a qualidade embrionária.

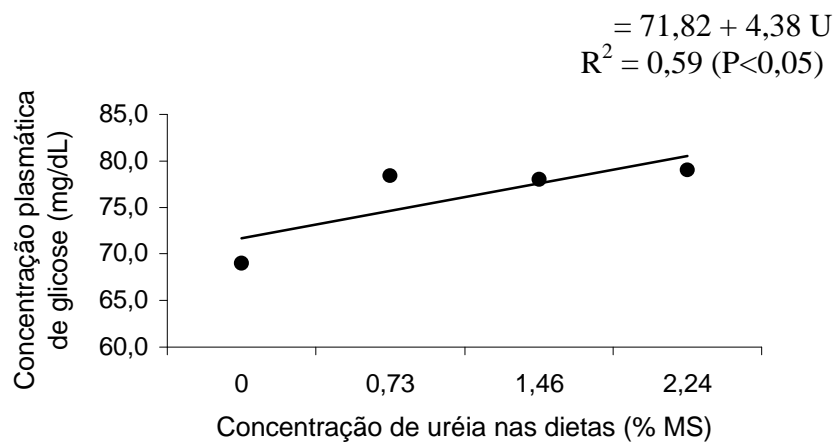


Figura 5 - Concentração de glicose plasmática em cabras da raça Alpina, no dia do estro, antes do fornecimento das dietas com concentrações crescentes de uréia.

CONCLUSÕES

O fornecimento de uréia a cabras não-lactantes não influenciou a concentração de uréia e de glicose no plasma, assim como o número de estruturas e de embriões coletados. No entanto, a qualidade embrionária apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLI, A., SIMPLÍCIO, A. A., VISINTIN, J. A., SOARES, A. T. Superovulação em caprinos da raça Moxotó com FSH-p. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 37, p. 32-36, 2000.
- ANDRIOLI-PINHEIRO, A., SALLES, H. O., MOURA SOBRINHO, P. A., SOARES, A. T., MARQUES, M. A. J., MORAES, J. B. Fatores relevantes para implantação de um programa de transferência de embriões em caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES, 11, 1996. *Anais...Canela, RS: SBTE*, p. 193, 1996.
- ARMSTRONG, D. T., PFITZNER, A. P., WARNES, G. M., SEAMARK, R. F. Superovulation treatments and embryo transfer in Angora goats. *Journal Reproduction Fertility*, v. 67, p. 403-410, 1983.
- BISHONGA, C., ROBINSON, J. J., McEVOY, T. G., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. The effects of excess rumen degradable protein in ewes on ovulation rate, fertilization and embryo survival *in vivo* and during *in vitro* culture. *Animal Production*, v. 58, p.447, 1994. Abstract.
- BLANCHARD, T., FERGUSON, J., LOVE, L., TAKEDA, T., HENDERSON, B., HASLER, J., CHALUPA, W. Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American Journal Veterinary Research*, v.51, p.905-908, 1990.
- BODE, M. L, GILBERT, R. O., BUTLER, W. R. Effect of high plasma urea nitrogen levels on bovine embryo quality and development. *Journal Animal Science*, v. 79, suppl.1, p .116, 2001 (Abstract).
- BUTLER, W. R., CALAMAN, J. J., BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal Animal Science*, v. 74, p. 858-865, 1996.
- CANFIELD, R. W., SNIFFEN, C. J., BUTLER, W. R. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v. 73, p. 2342-2349, 1990.
- DAWUDA, P.M., SCARAMUZZI, R. J., LEESE, H. J., HALL, C. J., PETERS, A. R., DREW, S. B., WATHES, D. C. Effect of timing of urea feeding on the

- yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.58, p.1443-1455, 2002.
- ELROD, C. C., BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal Animal Science*, v. 71, p. 694-701, 1993.
- ELROD, C. C., VAN AMBURGH, M., BUTLER, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal Animal Science*, v. 71, p. 702-706, 1993.
- FAHEY, J., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. The effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on early embryo survival and development in recipient ewes. *Animal Science*, v. 72, p. 395-400, 2001.
- FERGUSON, J. D., BLANCHARD, T., GALLIGAN, D. T., HOSHALL, D., CHALUPA, W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *Journal American Veterinary Medical Association*, v. 192, p. 659-662, 1988.
- FERGUSON, J. D., CHALUPA, W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 72, p. 746-766, 1989.
- FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T., BLANCHARD, T., REEVES, M. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal Dairy Science*, v. 76, p. 3742-3746, 1993.
- FERNANDEZ, J. M. SAHLU, T., LU, C. D., IVEY, D., POTCHOIBA, M. J. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. *Small Ruminant Research*, v. 26, p. 105-117, 1997.
- FONSECA, J. F. *Controle e perfil hormonal do ciclo estral e performance reprodutiva de cabras Alpina e Saanen*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- GATH, V., LONERGAN, P., BOLAND, M. P., O'CALLAGHAN, D. Effects of diet type on establishment of pregnancy and embryo development in beef heifers. *Theriogenology*, v. 51, p. 224, 1999 (Abstract).

- GORDON, I. Embryo transfer and associated techniques in goats. In: ____
Controlled reproduction in sheep and goats. Cambridge, UK: University Press, 1997, v. 2, p. 416-439.
- GUSMÃO, A. L., MOURA, J. C. A., CHALHOUB, M., RIBEIRO FILHO, A. L. Colheita, avaliação e criopreservação de embriões caprinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 27, p. 115-120, 2003.
- HAMMON, D. S., WANG, S., HOLYOAK, G. R. Effects of ammonia during different stages of culture on development of in vitro produced bovine embryos. *Animal Reproduction Science*, v. 59, p. 23-30, 2000.
- JORDAN, E. R., CHAPMAN, T. E., HOLTAN, D. W., SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 66, p. 1854-1862, 1983.
- JORDAN, E.R., SWANSON, L. V. Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 62, p. 58-63, 1979.
- KENNY, D. A., BOLAND, M. P., DISKIN, M. G., SREENAN, J. M. Effect of rumen degradable protein with or without fermentable carbohydrate supplementation on blood metabolites and embryo survival in cattle. *Animal Science*, v. 74, p. 529-537, 2002.
- LIMA-VERDE, J. B., LOPES JÚNIOR, E. S., TEIXEIRA, D. I. A., PAULA, N. R. O., MEDEIROS, A. A., ARRUDA, I. J., CÂMARA, A. C. L., RONDINA, D., FREITAS, V. J. F. Colheita de embriões pela técnica transcervical em cabras da raça Saanen criadas nos trópicos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 27, p. 489-490, 2003.
- McEVOY, T. G., ROBINSON, J. J., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. S. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, v.47, p.71-90, 1997.
- National Research Council - NRC. *Nutrient Requirements of goats: Angora, Dairy, and Meat goats in temperate and tropical countries*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981. 91p

- OCON, O. M., HANSEN, P. J. Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acidic pH. *Journal Dairy Science*, v. 86, p. 1194-1200, 2003.
- OLIVEIRA, M. M. N. F. *Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: dinâmica folicular e características reprodutivas*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- PAPADOPOULOS, S., LONERGAN, P., GATH, V., QUINN, K. M., EVANS, A. C. O., O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M. P. Effect of diet quantity and urea supplementation on oocyte and embryo quality in sheep. *Theriogenology*, v.55, p.1059-1069, 2001.
- PEREIRA, R. J. T. A., LIMA, P. F., SILVA, M. A. V., WISCHRAL, A., OLIVEIRA, M. A. L. Colheita de embriões caprinos por via transcervical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9, 1991, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: CBRA, 1991, v. 2, p. 314.
- SALLES, H. O., ANDRIOLI, A., SIMPLÍCIO, A. A., MEDEIROS, J. N., MACHADO, O. M. *Manual de transferência de embriões em caprinos*. Sobral: Embrapa Caprinos, 2002. 64p. (Embrapa Caprinos, Documentos, 40).
- SALLES, H.O. Circuito fechado para a colheita de embriões em caprinos. Disponibilidade e acesso: <http://www.cnpc.embrapa.br/topicos/capaartigos/artigo11.htm> Recuperado em 12/11/03.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p
- SINCLAIR, K. D., KURAN, M., GEBBIE, F. E., WEBB, R., McEVOY, T. G. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal Animal Science*, v.78, p.2670-2680, 2000.
- SINGHAL, K. K., MUDGAL, V.D. Comparative study of urea and biuret feeding on nutrient utilization and milk production in goats. *Indian Journal Animal Science*, v. 33, p. 161, 1980.
- SOARES, A.T., SIMPLÍCIO,A.A., ANDRIOLI-PINHEIRO,A., SALLES, H. O., MOURA SOBRINHO, P. A., AZEVEDO, H. C. Eficiência do flunixin meglumine no controle da regressão lútea prematura em cabras superovuladas.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 50, p. 35-39, 1998.

STRINGFELLOW, D.A.; SEIDEL, S.M. Manual da Sociedade Internacional de Transferência de Embriões. 3. ed. Illinois: International Embryo Transfer Society, 1999. 180p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0, Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 150p. (Manual do usuário).

WHITTINGHAM, D. G. Survival of mouse embryos after freezing and thawing. *Nature*, v.233, p.125, 1971.

**ULTRA-ESTRUTURA DE EMBRIÕES DE CABRAS (*Capra hircus*) DA
RAÇA ALPINA, SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE URÉIA NA DIETA**

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento de uréia na dieta sobre a ultra-estrutura embrionária, 22 cabras (*Capra hircus*) da raça Alpina foram distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos que receberam dietas com diferentes concentrações de uréia. Após o período de adaptação, as dietas foram fornecidas por 81 dias antes do início do experimento. As cabras foram superovuladas e os embriões coletados pela técnica transcervical entre o sétimo e o oitavo dia após a primeira cobertura. Para análise ultra-estrutural, dois blastocistos expandidos de grau I do tratamento T1 (controle), quatro blastocistos expandidos de grau I de cada um dos tratamentos T2 e T4 e três blastocistos expandidos de graus I (n=1) e II (n=2) do tratamento T3 foram preparados para microscopia eletrônica de transmissão. Nos embriões provenientes do tratamento-controle, as células trofoblásticas (CTs) apresentaram-se achatadas, pouco eletrondensas, polarizadas e com abundantes microvilosidades na sua superfície apical. No citoplasma foram observadas inclusões lipídicas associadas a mitocôndrias maduras ou imaturas. As CTs mostraram-se unidas entre si por zônulas de oclusão, adesão e desmossomos. O espaço perivitelínico (EPV) mostrou-se estreito e preenchido pelas microvilosidades das CTs. A ocorrência de material extrudado em degeneração neste espaço foi baixa. Nestes embriões as células da massa celular interna (MCI) não foram identificadas. A ultra-estrutura das CTs dos embriões coletados das cabras do tratamento T2 foi similar àquela observada nos embriões do tratamento T1. As principais diferenças entre estes dois tratamentos iniciais foram a presença de estruturas muito eletrondensas em contato com a zona pelúcida (ZP), poucos filamentos de actina e intermediários e maior ocorrência de fagossomos no citoplasma. O processo de divisão celular foi observado com frequência nas CTs. As células da MCI nos embriões do tratamento T2 apresentaram-se mais eletrondensas, quando comparadas às CTs. O contato entre as células da MCI e entre as da MCI com as CTs ocorreu em pontos específicos, por aposição de suas membranas. No citoplasma das células da MCI

foram observadas organelas similares àquelas observadas nas CTs, vacúolos contendo material eletrondenso e corpos residuais. No interior de algumas células da MCI foram observados grandes vacúolos contendo células em processo de degeneração. Um dos embriões do tratamento T3 apresentou morfologia celular similar àquelas dos embriões dos tratamentos T1 e T2, exceto pela disposição das organelas e dos filamentos de actina e intermediários no citoplasma das CTs e pela maior ocorrência de vacúolos autofágicos e de figuras mielínicas. Dois outros embriões do tratamento T3 apresentaram intensa modificação da morfologia celular. As CTs apresentaram aspecto globular com poucas microvilosidades, ou apresentaram-se como porções citoplasmáticas muito delgadas desprovidas de microvilosidades. No geral, o citoplasma destas células apresentou-se com muitos vacúolos, fagossomos, inclusões lipídicas e poucas organelas e elementos do citoesqueleto. O EPV mostrou-se dilatado, com fragmentos celulares e blastômeros extrudados, e na blastocele foram observados fragmentos celulares. Em um dos embriões do tratamento T3 os espaços entre as células apresentaram-se aumentados. As células em degeneração foram mais comuns no epitélio trofoblástico nos embriões do tratamento T3. Todos os embriões coletados das cabras do tratamento T4 foram perdidos durante o processamento para a microscopia. Os resultados sugerem diferenças ultra-estruturais entre os embriões coletados das cabras do tratamento-controle e os das suplementadas com uréia na dieta, principalmente com relação ao aumento de estruturas morfológicas relacionadas com processos de reorganização e/ou degeneração celular.

Palavras-chave: cabra, célula, embrião, ultra-estrutura, uréia.

**ULTRASTRUCTURE OF EMBRYOS OF GOATS OF THE ALPINE
BREED (*CAPRA HIRCUS*), SUPPLY WITH DIFFERENT UREA
CONCENTRATIONS IN THE DIET**

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of the urea supplementation in the diet on the embryonic ultrastructure. Twenty-two Alpine goats (*Capra hircus*) were allocated at random into four treatments that received diets with different urea concentrations in the dry matter. After an adaptation period, the diets were supplied for 81 days before the beginning of the experiment. The goats were superovulated and the embryos were collected by the transcervical technique between the 7th and the 8th day after the first mating. For ultrastructural analysis, two grade I expanded blastocysts of the treatment T1 (control), four grade I expanded blastocysts of each one of the treatments T2 and T4 and three expanded blastocysts of grades I (n=1) and II (n=2) from treatment T3 were prepared for transmission electron microscopy. In the embryos of the control treatment, the trophoblast cells (TC) were flattened, minor electron-dense and polarized with abundant microvilli in their apical surface. Lipid droplets associated to the mature or immature mitochondria were observed in the cytoplasm of these cells. TCs were joined to each other by occluding junctions, the adherens and desmosomes junctions, respectively. The perivitelline space (PVS) was narrow and filled out by the microvilli of TCs. The occurrence of extruded material was low in the PVS. In these embryos the inner cell mass (ICM) were not observed. The ultrastructure of TCs from the collected embryos of the goats of the treatment T2 was similar to that observed in the embryos of the control treatment (T1), except by the presence of electron-dense inclusions in contact with the zona pellucida (ZP), few actin and intermediate filaments and more phagosomes in the cytoplasm. The cell division process was frequently observed in TCs. The cells of ICM in these embryos were more electron-dense when compared to the TCs. The contact between the ICM cells and between ICM and TCs cells occurred in specific points by their membranes apposition. The ICM cells have similar organelles to those observed in the TCs such as, vacuoles containing electron-dense material and residual bodies and degenerated cells. In

the cells of ICM were observed large vacuoles contained degenerating cells. One embryo of treatment T3 showed similar cellular morphology to those observed in the treatments T1 and T2 embryos; however, the cytoplasm of the TCs showed different features regarding to disposition of the organelles, cytoskeleton architecture (actin and intermediate filaments), occurrence of autophagocytic vacuoles and myelinic figures. The other two embryos from treatment T3 showed intense morphologic modifications of their cells. TCs showed globular shape with few microvilli, or showed as cytoplasm portions very flattened depleted of microvilli. In general, the cytoplasm of TCs showed many vacuoles, phagosomes, lipid droplets, few organelles and cytoskeleton elements. The PVS was enlarged, with cells debris and extruded blastomeres; and in the blastocoele, cells debris were also observed. An embryo from treatment T3 the spaces between the TCs were enlarged. The degenerating cells were more common in the trophoblast epithelium of treatment T3 embryos. All embryos of the treatment T4 were lost during the electron microscopy procedure. The results shown suggest the occurrence ultrastructural differences among the goat embryos that received high urea concentration in the diet, mainly those related to the increase of morphological structures regarding to the cell reorganization and/or degeneration.

Key-words: goat, cell, embryo, ultrastructure, urea.

INTRODUÇÃO

O manejo nutricional é um dos principais fatores a ser considerado nos sistemas de produção animal, uma vez que a alimentação é responsável pela maior parcela dos custos da atividade. Neste contexto, a fração protéica das rações merece atenção especial, em razão do seu custo relativo ser um dos mais elevados (VALADARES FILHO et al., 2004). Considerando as características morfofisiológicas do sistema digestivo e a presença de microrganismos no rúmen, os ruminantes são capazes de utilizar compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), dentre os quais a uréia, como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana, permitindo assim a substituição parcial da proteína verdadeira da dieta.

Vários estudos examinaram os efeitos de dietas contendo uréia ou formuladas para gerar alta concentração de NH_3 no plasma sobre a qualidade e o desenvolvimento embrionários. Em ovelhas, o fornecimento de 30 g de uréia/kg de alimento reduziu a viabilidade dos embriões e resultou em menor taxa de gestação (BISHONGA et al., 1994), assim como ocasionou alterações no desenvolvimento embrionário (McEVOY et al., 1997). Da mesma forma, em bovinos, Bode et al. (2001) verificaram que os embriões coletados de vacas com alta concentração de nitrogênio uréico plasmático, apesar de visualmente normais, resultaram em reduzida taxa de gestação. Dawuda et al. (2002) relataram que o fornecimento de 250 g de uréia/dia a vacas lactantes reduziu a qualidade embrionária. No entanto, Kenny et al. (2002) não observaram relação entre a concentração de NH_3 plasmático e a sobrevivência embrionária em novilhas.

Os efeitos da exposição dos ovócitos à elevada concentração de amônia ou de uréia plasmática *in vivo* sobre o desenvolvimento embrionário *in vitro* também foram pesquisados. Sinclair et al. (2000) verificaram que a exposição dos ovócitos à alta concentração de amônia, *in vivo*, reduziu a taxa de clivagem e o desenvolvimento *in vitro* até o estágio de blastocisto. No entanto, Papadopoulos et al. (2001) relataram que o fornecimento de 50 g de uréia/ovelha/dia reduziu a taxa de clivagem, mas não influenciou a proporção de ovócitos fertilizados que se desenvolveram a blastocistos, em sistemas de cultivo *in vitro*.

Pesquisas *in vitro* avaliaram os efeitos da adição de diferentes concentrações de uréia e de amônia no meio de cultivo de ovócitos sobre o desenvolvimento dos embriões. Ocon e Hansen (2003) verificaram que a maturação de ovócitos em meios contendo 0; 5; 7,5; e 10mM de uréia, equivalentes a 0; 14; 21; e 28mg/dL de N-uréico plasmático, respectivamente, não influenciou a taxa de clivagem; no entanto, a proporção de ovócitos que se desenvolveu a blastocistos foi reduzida quando a maturação ocorreu em meios contendo 7,5 mM de uréia. Segundo Hammon et al. (2000), a maturação de ovócitos bovinos em meios contendo diferentes concentrações de amônia influenciou a taxa de clivagem e o desenvolvimento embrionário.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo descrever e comparar a ultra-estrutura dos embriões coletados de cabras alimentadas com concentrações crescentes de uréia na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de junho e julho de 2003, no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, situado na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a 20°46'23'' S de latitude e 42°51'10'' WG de longitude, altitude média de 704,84 m, clima CWA pela classificação de Köppen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9 °C e precipitação pluviométrica anual de 1.203 mm³.

Foram utilizadas 22 cabras (*Capra hircus*) da raça Alpina, não-lactantes, com 40,55±18,48 meses e 55,86±8,56 kg no início do experimento, distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos que receberam diferentes concentrações de uréia na matéria seca (MS) da dieta: 0,0% (T1, controle, n=5); 0,73% (T2, n=7); 1,46% (T3, n=4); e 2,24% (T4, n=6). As dietas à base de silagem de milho e concentrado foram calculadas para serem isoenergéticas (1,52 Mcal/kg MS no tratamento T1 e 1,54 Mcal/kg MS nos tratamentos T2, T3 e T4), isoprotéicas (14% proteína bruta na MS) e conter diferentes percentagens da proteína total na forma de NNP (28,79%; 38,97%; 49,50%; e 60,85% nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente). As percentagens de NNP advindas da uréia em relação à

proteína total da dieta nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram 0%, 13%, 26% e 40%, respectivamente. Detalhes adicionais sobre a composição de cada uma das dietas são apresentados na Tabela 1.

As cabras foram adaptadas de forma gradual aos concentrados contendo uréia (Tabela 2). Ao final do período de adaptação, as dietas experimentais foram fornecidas por mais 81 dias antes do início do experimento.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (com base na MS)

| Ingredientes | Tratamentos | | | |
|--------------------|-------------|--------|--------|--------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Silagem de milho | 81,375 | 75,210 | 72,589 | 69,956 |
| Fubá de milho | - | 10,140 | 16,674 | 23,578 |
| Farelo de soja | 17,625 | 12,920 | 8,280 | 3,274 |
| Uréia | - | 0,730 | 1,456 | 2,240 |
| Calcário calcítico | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,952 |

Tabela 2 - Fornecimento dos concentrados contendo uréia durante o período de adaptação

| Tratamentos | Período de adaptação (semanas) | | |
|-------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a |
| T2 | 0,73* | 0,73 | 0,73 |
| T3 | 0,73 | 1,46 | 1,46 |
| T4 | 0,73 | 1,46 | 2,24 |

* % de uréia na MS da dieta.

As cabras de um mesmo tratamento foram mantidas em baia coletiva e o alimento foi fornecido na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, sendo a quantidade calculada para permitir, no mínimo, 5% de sobras. Para determinação de consumo, as sobras de cada baia foram retiradas e pesadas antes do fornecimento diário do alimento. As cabras tiveram acesso *ad libitum* à água e ao sal mineral.

O estro foi sincronizado segundo Salles et al. (2002), com modificações. Foram utilizadas esponjas intravaginais impregnadas com 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (Progespon[®])¹, por 11 dias. Nove dias após a inserção da esponja, as cabras receberam, via i.m., 125 µg de cloprostenol sódico (Ciosin[®])². A superovulação foi realizada com 200 mg de NIH-FSH-P1 (Foltropin-V[®])³, via i.m., fracionados em seis aplicações decrescentes, com intervalo de 12 horas entre as aplicações, a partir de 48 horas antes da remoção da esponja. Setenta e duas horas após a remoção da esponja, iniciou-se o tratamento antiluteolítico com flunixin meglumine (Banamine[®])⁴, via i.m., na dose de 1,1mg/kg/dia, durante três dias consecutivos.

A partir de 12 horas da retirada das esponjas, as cabras foram observadas quanto à manifestação de estro, duas vezes ao dia, às 07 h e 19 h, por um período mínimo de 15 minutos cada, com auxílio de rufiões. As cabras em estro foram cobertas por bodes férteis a cada 12 horas, até o fim do estro (ARMSTRONG et al., 1983).

A coleta de embriões foi realizada pela técnica transcervical em circuito fechado (SALES et al., 2002), entre o sétimo e o oitavo dia do ciclo estral (estro = dia zero). Aproximadamente 24 horas antes do início da coleta, foram administrados, via i.m., 125 µg de cloprostenol sódico (Ciosin[®]). Os embriões foram coletados por lavagem dos cornos uterinos com aproximadamente 200 mL de solução-tampão fosfato de sódio modificada por Whittingham (1971), acrescida de 50 mg/mL de gentamicina e 1,0% de soro fetal bovino.

O estágio de desenvolvimento e a qualidade (I - excelente, II - bom, III - regular, IV - ruim e V - degenerado) dos embriões foram determinados de acordo com Stringfellow e Seidel (1999).

Para análise ultra-estrutural, dois blastocistos expandidos de grau I do tratamento T1, quatro blastocistos expandidos de grau I de cada um dos tratamentos T2 e T4 e três blastocistos expandidos de graus I (n=1) e II (n=2) do

¹ Sintex – Tecnopec.

² Coopers.

³ Vetrepharm, Canadá.

⁴ Schering Plough Veterinária.

tratamento T3 foram preparados para microscopia eletrônica de transmissão (MET), de acordo com a técnica descrita por Landin-Alvarenga (1995).

Resumidamente, os embriões foram pré-fixados com glutaraldeído (2,5% em tampão fosfato de sódio 0,1M pH 7,3); armazenados a 4 °C na mesma solução, até a inclusão em ágar (4% em tampão fosfato de sódio 0,1M pH 7,2); e re-fixados em glutaraldeído (2,5% em tampão fosfato de sódio 0,1M pH 7,2), por no mínimo três horas. Os blocos de ágar contendo os embriões foram submetidos a três lavagens, de cinco minutos cada, no mesmo tampão fosfato de sódio e pós-fixados em tetróxido de ósmio (1%), durante duas horas, à temperatura de 4 °C. Foram, então, novamente submetidos a três lavagens, de cinco minutos cada, em água bidestilada e contrastados em bloco com acetato de uranila (0,5% em água bidestilada), por duas horas. Em seguida, o material foi desidratado em concentrações crescentes de acetona (50%, 70%, 90% e 100%), durante 10 minutos cada, repetindo-se a lavagem nas concentrações 50% e 70% por duas vezes e a nas concentrações 90% e 100% por três vezes. A infiltração foi feita com uma solução de resina Araldite 502 e acetona 100%, na proporção de 1:1, durante 24 horas, e a polimerização foi realizada com Araldite 502, à temperatura de 60 °C, durante 72 horas.

Os cortes ultra-finos foram obtidos com navalha de diamante e colhidos em grades de cobre, corados com citrato de chumbo e examinados ao MET (Philips E.M. 301 e Zeiss EM59).

As células trofoblásticas e as da massa celular interna foram analisadas, levando-se em conta a morfologia das mitocôndrias, inclusões lipídicas, lisossomos, estruturas relacionadas à digestão intracelular; integridade das membranas e junções celulares e presença de células em degeneração. A zona pelúcida e a presença de material extrudado no espaço perivitelínico e na blastocele também foram consideradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os embriões analisados apresentaram dois tipos de células que puderam ser distinguidas por sua eletrondensidade e características ultra-estruturais. O epitélio trofoblástico, menos eletrondenso, foi constituído por duas

regiões: a mural, que delimitou a blastocele, e a polar, mais espessa que a mural, que estabeleceu contato direto com as células da massa celular interna (MCI). A MCI mostrou-se mais eletrondensa, e suas células foram dispostas internamente em relação às células trofoblásticas (CTs) polares.

Nos embriões de todos os tratamentos, a zona pelúcida (ZP) apresentou-se íntegra e com inúmeros canais, o que também foi descrito por Landin-Alvarenga (1995). Segundo Hafez e Hafez (2004), processos emitidos pelas células da granulosa do folículo penetram no citoplasma do ovócito e podem prover nutrientes e proteínas maternas. Embebidas na ZP foram observadas estruturas eletrondensas, delimitadas por membrana, semelhantes às partículas ou vesículas descritas por Cran et al. (1980) na ZP de ovócitos de ovelhas e aos corpos eletrondensos, delimitados por membrana, observados por Rajikin et al. (1994) na ZP de ovócitos de cabras. Contudo, o significado fisiológico destes corpos permanece ainda desconhecido.

Nos embriões analisados do tratamento-controle (T1), o espaço perivitelínico (EPV) em geral apresentou-se estreito e preenchido pelas microvilosidades presentes na superfície apical das CTs. Em algumas poucas regiões deste espaço foram observados fragmentos celulares e células extrudadas mostrando sinais de degeneração. As células extrudadas apresentaram-se desorganizadas, com numerosos vacúolos no citoplasma, inclusões lipídicas e mitocôndrias eletrondensas de formato arredondado ou irregular, muitas vezes vacuoladas (Figura 1A). Muitas destas mitocôndrias mostraram-se agrupadas e o conjunto, geralmente, delimitado por membrana, lembrando um autofagossomo.

Os resultados deste trabalho sugerem que os embriões classificados como excelentes podem apresentar imperfeições que não são visualizadas durante a avaliação morfológica no estereomicroscópio. A ocorrência de material extrudado em 40% dos blastocistos bovinos produzidos *in vivo* foi relatada por Crosier et al. (2001).

As CTs murais apresentaram formato achatado, com citoplasma pouco eletrondenso e polarizadas, isto é, com as organelas dispostas ao redor do núcleo, o qual apresentou um ou dois nucléolos bem evidentes (Figura 1B). Na superfície apical destas células foram observadas numerosas microvilosidades, as quais

mostraram-se em contato direto com a ZP ou projetadas no EPV. Na maioria das CTs foram observadas evidências de processo de pinocitose, como invaginações na superfície apical, principalmente entre as microvilosidades, e vesículas de endocitose (vesículas recobertas) adjacentes à membrana plasmática (Figura 1C).

No citoplasma das CTs foram observadas mitocôndrias maduras de formato arredondado ou alongado, às vezes com cristas lamelares (Figura 1D), mitocôndrias com cristas reticuladas ou com poucas cristas dispostas na periferia da matriz (Figura 1E), mitocôndrias com grânulos eletrondensos (Figura 1E) ou vacúolos na matriz e mitocôndrias imaturas em forma de capuz (“hooded”), geralmente com cristas lamelares (Figura 1F). Geralmente, inclusões lipídicas foram observadas associadas às mitocôndrias (Figura 1F) e, no espaço perinuclear, observaram-se complexos de Golgi bem definidos (Figura 1E) e pequenas porções de retículo endoplasmático rugoso. Ocasionalmente foram verificados fagossomos.

A labilidade das mitocôndrias, observada neste estudo, também foi constatada por Ferrer et al. (1995) em blastocistos expandidos de ovelhas. Estes autores observaram que as mitocôndrias apresentaram principalmente o formato “hooded”. Este tipo de mitocôndria também foi descrito por Pinto-Neto (2000) em embriões bovinos e foram caracterizadas por apresentarem uma cavidade circular vazia, de dimensões variáveis. Segundo Cran et al. (1980), esta morfologia aumenta a superfície mitocondrial e pode favorecer a troca de intermediários metabólicos com outras organelas celulares.

Abe e Hoshi (2003) relataram a ocorrência de mitocôndrias imaturas de formato esférico ou ovóide, com aparência de capuz (“hooded”) e matriz eletrondensa, em mórulas bovinas cultivadas em meio suplementado com soro fetal bovino, comparadas às cultivadas em meio sem soro. Os autores sugeriram que a adição de soro ao meio de cultivo leva ao acúmulo de lipídeos no citoplasma, o que tem efeitos adversos sobre a estrutura e função das mitocôndrias, visto que estas organelas participam do metabolismo de lipídeos.

As CTs estabeleceram contato entre si por meio de junções celulares bem definidas (Figuras 2A e 2B). As zônulas de oclusão foram observadas fechando os espaços intercelulares apicais. Associados às zônulas de adesão e aos

desmosomas foram visualizados, respectivamente, filamentos de actina e filamentos intermediários (tonofilamentos). Complexos juncionais similares foram observados por Landin-Alvarenga (1995) em embriões eqüinos e por Abe et al. (1999) e Pinto-Neto (2000) em embriões bovinos. A estrutura de junção entre as CTs pode estar relacionada à manutenção da histoarquitetura da blastocele e regulação do microambiente do blastocisto (BETTERIDGE e FLÉCHON, 1988). Na região apical do citoplasma das CTs foram observados feixes de filamentos de actina, sugerindo uma disposição longitudinal (Figura 2C). Feixes de filamentos intermediários (Figura 2D), muito eletrondensos, mostraram-se dispostos paralelamente e abaixo da região de ocorrência dos filamentos de actina.

Em algumas células do epitélio trofoblástico foram observados centríolos, os quais possuíam região pericentriolar com corpos eletrondensos (satélites centriolares) bem definidos. Na superfície citoplasmática basal, voltada para a blastocele, foram observados poucos restos celulares.

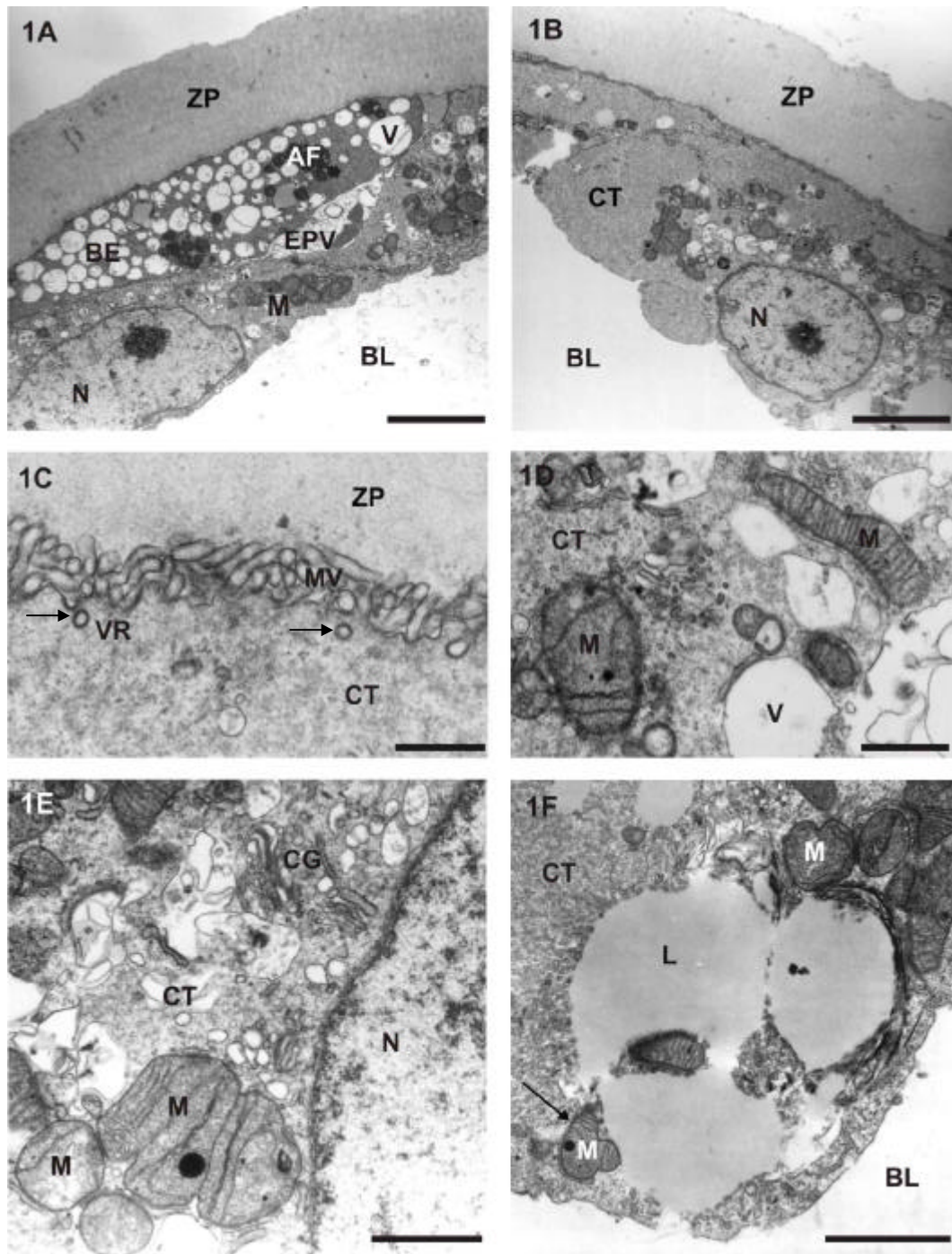


Figura 1 - Eletromicrografias das células trofoblásticas dos embriões do tratamento T1.

A: blastômero extrudado (BE) com autofagossomos (AF) e vacúolos (V), B: célula do trofoblasto (CT), C: vesículas recobertas (setas), D: detalhe das mitocôndrias (M), E: detalhe das mitocôndrias (M) e complexo de Golgi (CG) e F: inclusões lipídicas (L) e mitocôndrias (M). Observar a mitocôndria em forma de capuz (seta). BL = blastocelo, EPV = espaço perivitelínico, MV = microvilosidades, N = núcleo, VR: vesículas recobertas e ZP = zona pelúcida. Escalas: 5 μm (Figuras 1A e 1B), 0,5 μm (Figura 1C), 1 μm (Figuras 1D e 1E) e 2 μm (Figura 1F).

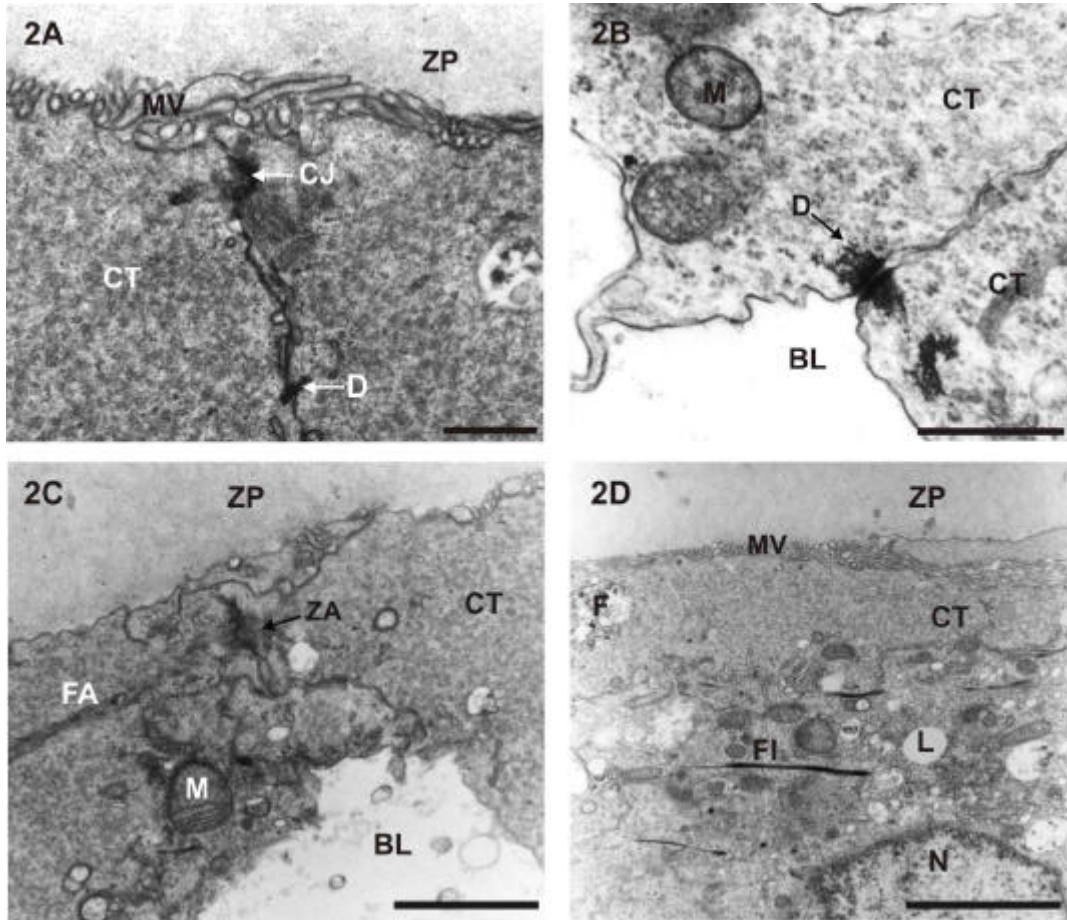


Figura 2 – Eletromicrografias das células trofoblásticas dos embriões do tratamento T1.

A: complexo juncional (CJ) entre as células trofoblásticas (CT); observar a presença de um desmossomo (D) na região citoplasmática basal, B: detalhe do desmossomo (seta) entre as células trofoblásticas (CT), C: disposição dos filamentos de actina (FA) no citoplasma da célula trofoblástica (CT). Obervar a zônula de adesão (seta) entre as células trofoblásticas (CT) e D: disposição dos filamentos intermediários (FI) no citoplasma da célula trofoblástica (CT). BL = blastocele, EPV = espaço perivitelínico, F: fagossomo, L: inclusão lipídica, MV = microvilosidades, M: mitocôndria, N = núcleo, ZA: zônula de adesão e ZP = zona pelúcida. Escalas: 1 μ m (Figura 2A), 0,5 μ m (Figura 2B), 2 μ m (Figura 2C) e 3 μ m (Figura 2D).

Como nos embriões do tratamento T1, os embriões do tratamento T2 apresentaram poucos blastômeros extrudados. As CTs foram similares às dos embriões do tratamento T1; contudo, na região das microvilosidades foram observadas estruturas muito eletrondensas em contato com a ZP (Figura 3A). Estas mesmas estruturas também foram verificadas no citoplasma da célula. No citoplasma, os fagossomos foram vistos com maior frequência e os filamentos de actina e intermediários foram menos evidentes do que nos embriões do tratamento T1. Vesículas de exocitose foram observadas no EPV e na blastocele.

No epitélio trofoblástico foram observadas figuras de mitose, como metáfase e telófase (Figura 3B). Com maior aumento foram observados os microtúbulos inseridos nos cromossomos, a região mediana do fuso telofásico e os centríolos duplicados. As microvilosidades das células em divisão, tanto em metáfase quanto em telófase, foram muito abundantes.

Na região polar do embrião, foi possível distinguir as CTs das células da MCI. Estas células apresentaram citoplasmas com diferentes eletrondensidades, sendo as células da MCI mais eletrondensas (Figura 3C). A junção entre estes dois tipos celulares foi estabelecida apenas por aposição de suas membranas, semelhante ao observado em embriões eqüinos por Landin-Alvarenga (1995). Durante a análise, uma estrutura eletrondensa foi observada entre uma célula da MCI e outra CT, sugerindo uma provável ocorrência de estruturas juncionais (desmosomos) entre estes tipos celulares. Em embriões bovinos, Pinto-Neto (2000) e Abe et al. (2002) relataram a ocorrência de junções comunicantes (*gap junctions*) entre as CTs e as células da MCI.

Evidências de pinocitose (vesículas recobertas) também foram observadas na membrana da célula da MCI, a qual apresentava-se em contato com a região basal da CT polar.

As células da MCI apresentaram-se com formato irregular e não polarizadas. No citoplasma foram observadas mitocôndrias semelhantes às observadas nas CTs. Gotas lipídicas e vacúolos contendo restos membranosos e estruturas esparsas e eletrondensas, assemelhando-se a fagossomos, foram observados com frequência (Figura 3D). O núcleo destas células, de forma variável, apresentou cromatina dispersa com porções eletrondensas centrais muito

semelhantes a regiões nucleolares. Na região perinuclear foram observados complexos de Golgi mais abundantes (Figura 3D) do que nas CTs e também porções de retículo endoplasmático rugoso. Em blastocistos bovinos, Abe et al. (1999) relataram que as células da MCI apresentaram menos mitocôndrias e mais inclusões lipídicas do que as CTs. Em um dos embriões do tratamento T2, indícios de divisão celular (corpo intermediário) também foram observados nas células da MCI.

As células de MCI não apresentaram junções celulares tão especializadas como as do trofoblasto. Observou-se que o contato celular não envolveu toda a superfície das células, mas estabeleceu-se em pontos específicos por aposição de suas membranas. Durante a análise, verificou-se uma estrutura eletrondensa na região de contato entre as células da MCI, mas não foram observados filamentos intermediários associados a esta estrutura, os quais sugeririam a ocorrência de desmossomos, como relatado por Pinto-Neto (2000) em embriões bovinos. Segundo Betteridge e Fléchon (1988), a maior eletrondensidade do citoplasma em algumas áreas de aposição entre as células da MCI, de blastocistos bovinos, sugere a presença de zônulas de adesão.

Na superfície de contato das células da MCI com a blastocele foram observadas estruturas vesiculares de conteúdo membranoso, sugerindo eliminação de porções citoplasmáticas.

As células da MCI apresentaram muitos corpos residuais, provavelmente indicando que as mesmas estavam em processos de reorganização. Segundo Betteridge e Fléchon (1988), os corpos residuais são resultantes de autólise e seqüestramento intracelular de alguns dos materiais transportados ou fagocitados. Embora os embriões fossem classificados como excelentes ao exame esteromicroscópico, células degeneradas completamente autolisadas ou mostrando sinais de apoptose (Figura 3E), como desorganização do limite celular, núcleo desorganizado, exibindo cromatina extremamente eletrondensa associada ao envelope nuclear (Figura 3F), completa desorganização celular e extrema eletrondensidade do citoplasma foram visualizados nas células da MCI. Os corpos apoptóticos podem ser sugestivos de que os embriões possuem a habilidade de remover células com reduzida capacidade de desenvolvimento (CROSIER et al.,

2001). Morte e degeneração celular são normalmente observadas nos embriões de mamíferos (Brison e Schultz, 1997, citados por CROSIER et al., 2001) e são consideradas importantes para o desenvolvimento embrionário normal (Enders e Schalafke, 1981, citados por CROSIER et al., 2001); contudo, nos embriões do tratamento T2 a degeneração celular foi aparentemente mais freqüente do que nos embriões do tratamento T1. As células com sinais de degeneração geralmente mostraram-se engolfadas pelas células da MCI, sugerindo reaproveitamento do material degradado e seleção celular.

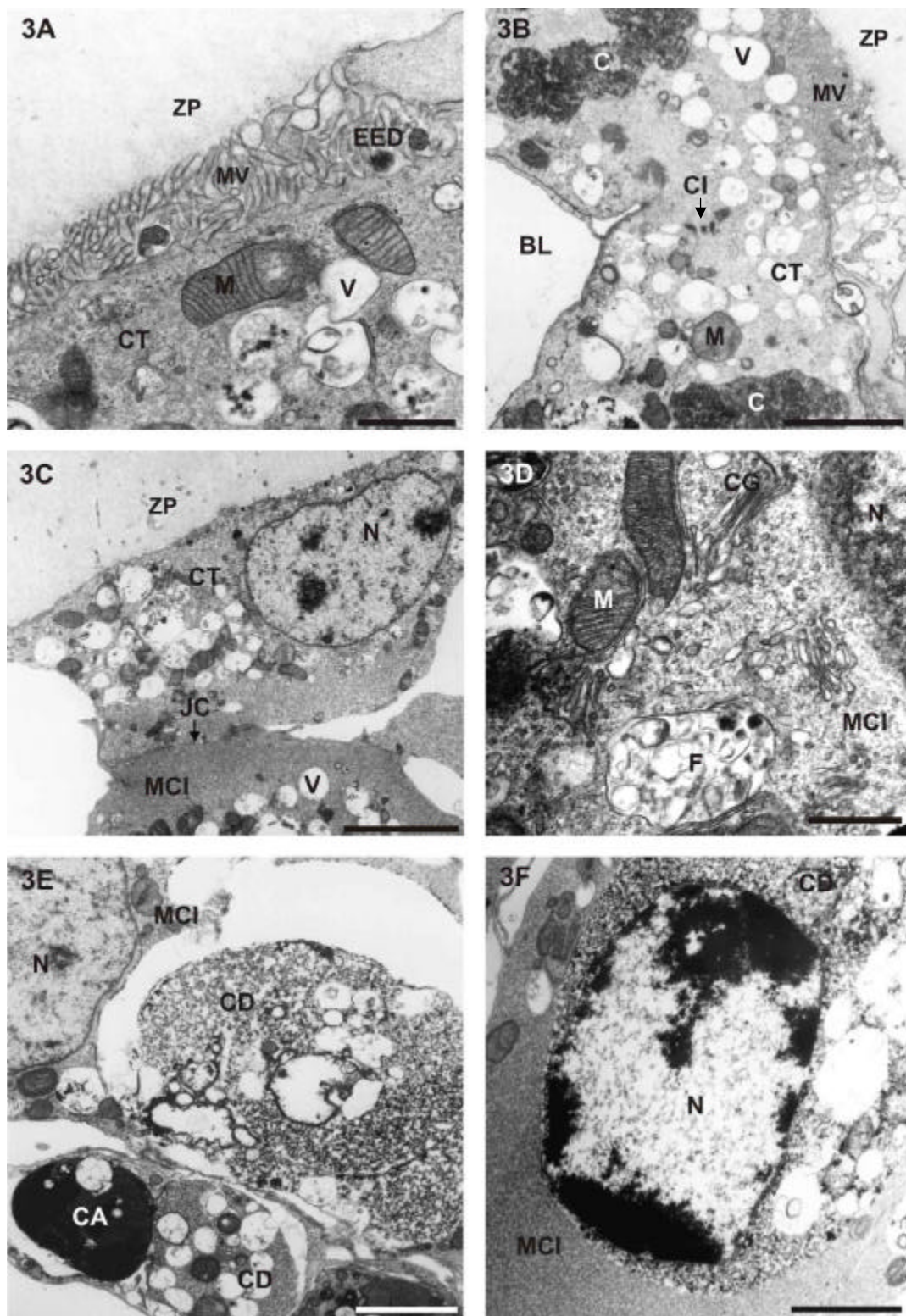


Figura 3 - Eletromicrografias das células trofoblásticas (CT) e das células da massa celular interna (MCI) dos embriões do tratamento T2.

A: estruturas eletrondensas (EED) na região das microvilosidades (MV) de uma CT, B: CT em telófase. Observar os cromossomos (C) e o corpo intermediário (seta), C: junção celular (seta) entre CT e célula da MCI. Observar a diferença de eletrondensidade entre os dois tipos celulares, D: detalhe de mitocôndria (M), complexo de Golgi (CG) e fagossomos (F) na célula da MCI e E e F: células degeneradas (CD) e corpos apoptóticos (CA) na MCI. BL = blastocele, CI = corpo intermediário, JC = junção celular, MV = microvilosidades, N = núcleo, V = vacúolo e ZP = zona pelúcida. Escalas: 1 μ m (Figura 3A), 4 μ m (Figura 3B), 5 μ m (Figura 3C), 0,5 μ m (Figura 3D), 3 μ m (Figura 3E), 2 μ m (Figura 3F).

Em um dos embriões do tratamento T3 as CTs foram muito similares às observadas nos embriões dos tratamentos T1 e T2, exceto pela disposição das organelas. O citoplasma apresentou duas regiões distintas separadas por feixes de filamentos intermediários: uma basal, rica em organelas, e outra apical, pobre em organelas (Figura 4A). Os filamentos de actina foram observados mais distantes da superfície apical da célula do que nos embriões dos tratamentos T1 e T2. No citoplasma também foram observadas estruturas relacionadas à digestão intracelular, como vesículas com material amorfo e eletrondenso semelhantes a corpos residuais, autofagossomos exibindo restos de mitocôndrias, corpos multivesiculares bastante eletrondensos e figuras mielínicas.

Nos outros dois embriões do tratamento T3, o EPV apresentou-se muito dilatado e com material esparsos de estrutura fina, fragmentos celulares e blastômeros extrudados extremamente eletrondensos. Os blastômeros extrudados exibiram numerosos vacúolos, além de mitocôndrias e núcleo em processo de degeneração, indicativos da ocorrência de apoptose.

A ocorrência de microvilosidades mostrou-se baixa, mas quando presentes, projetaram-se no EPV (Figura 4B). Segundo Betteridge e Fléchon (1988), as microvilosidades são essenciais para a atividade de transporte de fluido do embrião; assim, é provável que os blastocistos que apresentaram redução no número destas estruturas tenham tido sua capacidade absorptiva prejudicada. Partículas eletrondensas foram visualizadas entre as microvilosidades, dando a impressão de que estavam sendo liberadas no EPV. Em alguns casos foram observados lipídeos sendo liberados pelas CTs no EPV.

No geral, as CTs apresentaram aspecto globular (Figura 4C), morfologia muito diferente daquela verificada nos embriões dos tratamentos T1 e T2. No entanto, em algumas regiões do epitélio trofoblástico mural, as CTs apresentaram-se muito delgadas e separadas da ZP pelo EPV muito dilatado (Figura 4D), enquanto em outras regiões as CTs não apresentavam microvilosidades e a membrana plasmática mostrou-se paralela e justaposta à ZP (Figura 4E). No epitélio trofoblástico também foram observadas muitas células com indícios de degeneração (Figura 4C).

O citoplasma da maioria das CTs nestes dois embriões do tratamento T3 apresentou-se quase que completamente preenchido por vacúolos e gotas lipídicas (Figura 4F). O núcleo mostrou-se polimórfico: em algumas células completamente irregular e em outras, tendendo à esfericidade. No espaço perinuclear foram observadas poucas organelas, como complexo de Golgi e retículo endoplasmático rugoso. O complexo de Golgi e as mitocôndrias foram menos freqüentes do que nos embriões dos tratamentos T1 e T2.

As alterações observadas nestes dois embriões do tratamento T3 foram similares às verificadas por Abe et al. (1999), em blastocistos bovinos desenvolvidos *in vitro*, e por Abe et al. (2002), em mórulas bovinas classificadas como de baixa qualidade, os quais mostraram presença de fragmentos celulares e lipídeos no EPV, microvilosidades e complexos juncionais pouco desenvolvidos, acúmulo de lipídeos e presença de mitocôndrias imaturas no citoplasma.

As inclusões lipídicas normalmente ocorrem no citoplasma celular dos embriões e são importantes para o seu desenvolvimento, por serem fonte de energia, além de poderem ser utilizadas na síntese de elementos estruturais, como as lipoproteínas de membrana (BETTERIDGE e FLÉCHON, 1988). No entanto, o acúmulo de lipídeos pode estar relacionado à alteração na função mitocondrial, visto que os lipídeos intracelulares são normalmente metabolizados pelas mitocôndrias (CROSIER et al., 2001; ABE e HOSHI, 2003). A função mitocondrial foi relacionada ao potencial de desenvolvimento de embriões bovinos (Rieger et al., 1998, citados por CROSIER et al., 2001). Assim, o concomitante acúmulo de lipídeos e a redução na ocorrência de mitocôndrias nestes embriões podem ter um impacto negativo sobre o seu subsequente desenvolvimento.

Em situações normais, os vacúolos estão presentes no citoplasma de embriões bovinos (Linares e Ploen, 1981, citados por CROSIER et al., 2001) e ovinos (FERRER et al., 1995) produzidos *in vivo* e tornam-se menos numerosos à medida que o embrião se desenvolve. Contudo, o significado funcional destes vacúolos permanece desconhecido, pois podem funcionar como reserva de glicogênio em ovócitos bovinos (Fleming e Saacke, 1972, citados por CROSIER et al., 2001), ou podem resultar de fagocitose de material da célula autolisada nos

blastocistos de bovinos (Linares e Ploen, 1981, citados por CROSIER et al., 2001), ou podem, ainda, liberar seu conteúdo no espaço extracelular, assim exercendo uma função na formação da blastocele (Helege-Hartung et al., 1988, citados por FERRER et al., 1995). Como descrito por Crosier et al. (2001) em blastocistos de bovinos produzidos *in vitro*, a abundância de vacúolos em dois blastocistos expandidos, coletados das cabras do tratamento T3, pode ser sugestiva de desenvolvimento anormal.

Os filamentos de actina nas CTs não foram tão evidentes como nos embriões dos tratamentos T1 e T2, e os filamentos intermediários foram visualizados no citoplasma basal destas células, mas aparentemente não se mostraram regularmente distribuídos e não pareceram estar associados a desmossomos.

Contudo, como nos embriões dos outros tratamentos, as CTs apresentaram-se unidas por zônulas de oclusão na sua superfície apical e, logo abaixo, por desmossomos (Figura 5A). Em um dos embriões do tratamento T3, os espaços entre as células mostraram-se aumentados, dando a impressão de que as células retraíram e permaneceram unidas por desmossomos em pontos específicos ao longo de suas membranas (Figura 5B). Esta morfologia é comumente observada em tecidos que foram submetidos a estresse hipertônico. Em alguns pontos foram vistos prolongamentos citoplasmáticos de uma célula trofoblástica estabelecendo contato com a célula adjacente.

Na blastocele destes dois embriões do tratamento T3, restos celulares foram observados com maior frequência do que nos embriões dos tratamentos T1 e T2.

Embora o ambiente uterino não tenha sido avaliado neste estudo, é possível que as alterações morfológicas observadas nos embriões coletados das cabras suplementadas com uréia na dieta possam estar relacionadas à redução do pH uterino (ELROD et al., 1993; ELROD e BUTLER, 1993), bem como ao aumento da concentração de uréia e à alteração da composição iônica do fluido uterino (JORDAN et al., 1983). No entanto, os mecanismos pelos quais estes fatores poderiam interferir no metabolismo celular, resultando nas alterações

observadas, principalmente com relação à maior ocorrência de células degeneradas e de corpos apoptóticos, não estão claros.

Hammon et al. (2000) descreveram um efeito dose-dependente, no qual a exposição contínua de embriões bovinos à amônia, durante o cultivo *in vitro*, aumentou a proporção de embriões degenerados e reduziu a proporção de ovócitos fertilizados que se desenvolveram a blastocistos. Segundo Gardner e Lane (1993), a amônia presente nos meios de cultivo *in vitro* pode afetar adversamente o desenvolvimento embrionário, por ocasionar redução da concentração de α -cetoglutarato, por meio de sua conversão a glutamato. Isto ocasionaria redução do fluxo de α -cetoglutarato pelo ciclo do ácido tricarboxílico e, assim, menor produção de ATP pelas células embrionárias.

Schneider et al. (1996), citados por Rooke et al. (2004), sugeriram dois possíveis mecanismos responsáveis pelos efeitos inibitórios da amônia sobre o crescimento *in vitro* de células de mamíferos: 1) a alteração do pH intracelular, ocasionada pela presença de amônia no meio, requer o envolvimento da Na^+/K^+ -ATPase para transportar NH_4^+ através da membrana celular, um processo que envolve gasto de energia na forma de ATP; 2) a amônia pode interagir diretamente com enzimas e participar de uma série de ciclos relacionados à sua detoxicação, os quais consomem ATP. Assim, qualquer que seja o mecanismo, a inclusão de amônia no meio de cultivo pode desviar o ATP que seria utilizado para o crescimento da célula para manutenção do meio intracelular. Desta forma, pode-se supor que a alta concentração de amônia no meio de cultivo pode reduzir a disponibilidade de ATP para as células embrionárias durante o estágio de desenvolvimento, quando a demanda energética é alta (HAMMON et al., 2000).

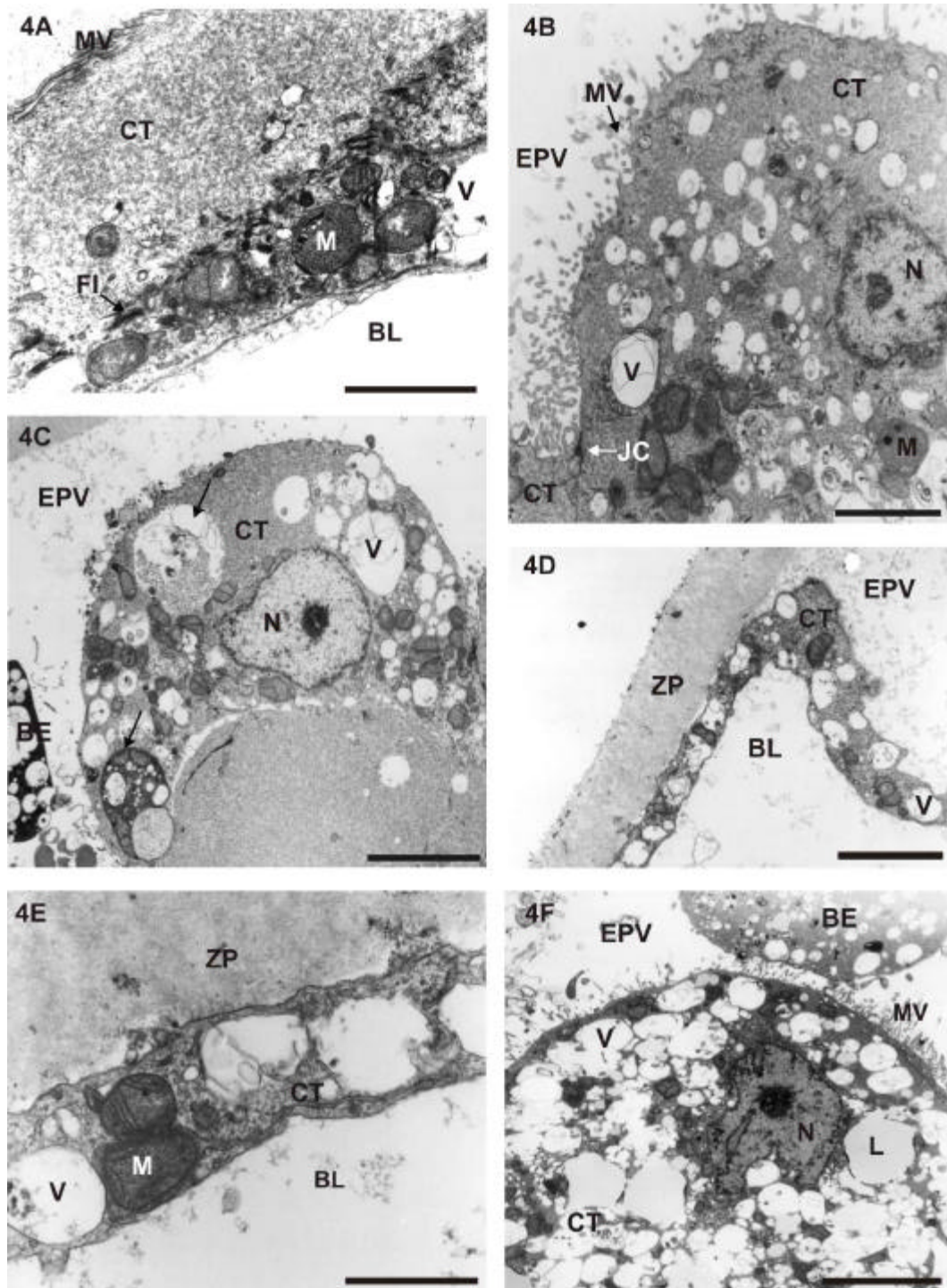


Figura 4 - Eletromicrografias das células trofoblásticas (CT) dos embriões do tratamento T3.

A: disposição das organelas e dos filamentos intermediários (seta) no citoplasma de uma CT, B: microvilosidades (MV) na CT. Observar a junção celular (JC) entre duas CTs, C: CT de aspecto globular e com indícios de degeneração (setas). Observar o espaço perivitelínico (EPV) dilatado e com blastômeros extrudados (BE), D: células trofoblásticas murais. Observar o espaço perivitelínico (EPV) dilatado, E: CTs desprovidas de microvilosidades e F: célula trofoblástica (CT). Observe a abundância de vacúolos (V) e inclusões lipídicas (L); e núcleo (N) de formato irregular. BL = blastocele, FI = filamentos intermediários, M = mitocôndria, V = vacúolo e ZP = zona pelúcida. Escalas: 2 μ m (Figuras 4A,4B, 4E), 5 μ m (Figuras 4C, 4D, 4F).

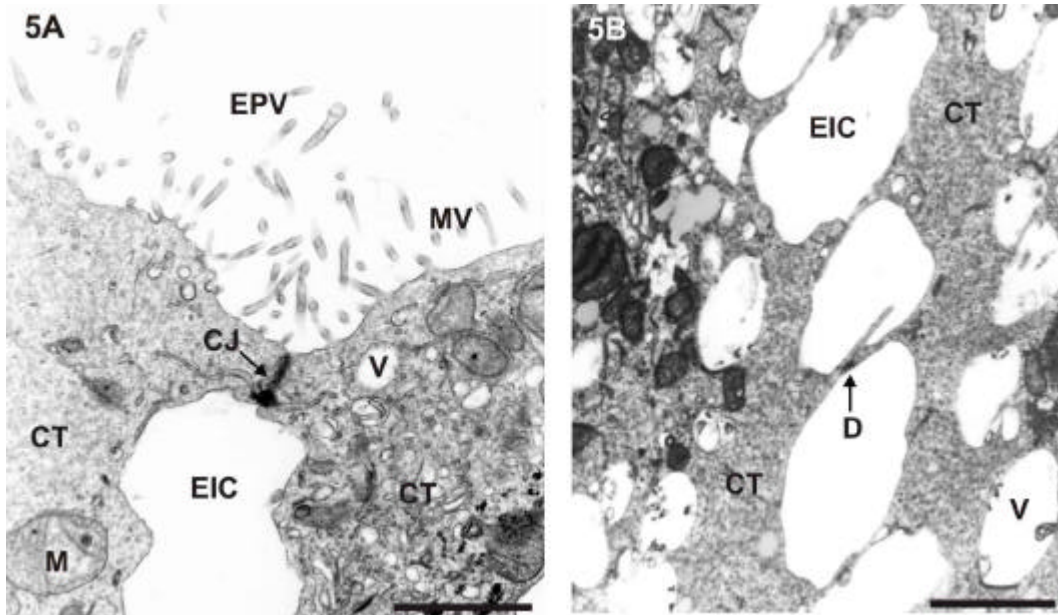


Figura 5 - Eletromicrografias das células trofoblásticas (CT) dos embriões do tratamento T3.

A: detalhe do complexo juncional (seta) entre duas células trofoblásticas (CT). Notar o espaço perivitelínico (EPV) e o espaço intercelular (EIC) dilatados e a escassez de microvilosidades (MV) e B: desmossomos (seta) entre células trofoblásticas (CT). Notar o espaço intercelular dilatado. CJ = complexo juncional, D = desmossomo, M = mitocôndria, V = vacúolo e ZP = zona pelúcida. Escalas: 1 μm (Figura 5A) e 4 μm (Figura 5B).

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem que o fornecimento de 0,73% e 1,46% de uréia na MS da dieta, a cabras não-lactantes, foi relacionado a alterações morfológicas nos embriões, caracterizadas principalmente por alterações do citoesqueleto, modificações da morfologia das células, redução das microvilosidades nas células trofoblásticas e aumento de estruturas morfológicas relacionadas com processos de reorganização e/ou degeneração celular, como fagossomos, corpos multivesiculares e corpos apoptóticos.

REFERÊNCIAS

- ABE, H. HOSHI, H. Evaluation of bovine embryos produced in high performance serum-free media. *Journal of Reproduction and Development*, v. 49, p. 193-202, 2003.
- ABE, H. MATSUZAKI, S., HOSHI, H. Ultrastructural differences in bovine morulae classified as high and low qualities by morphological evaluation. *Theriogenology*, v. 57, p. 1273-1283, 2002.
- ABE, H. OTOI, T., TACHIKAWA, S., YAMASHITA, S., SATOH, T., HOSHI, H. Fine structure of bovine morulae and blastocysts in vivo and in vitro. *Anatomy and embryology*, v. 199, p. 519-527, 1999.
- ARMSTRONG, D. T., PFITZNER, A. P., WARNES, G. M., SEAMARK, R. F. Superovulation treatments and embryo transfer in Angora goats. *Journal of Reproduction Fertility*, v. 67, p. 403-410, 1983.
- BETTERIDGE, K. J., FLÉCHON, J. E. The anatomy and physiology of pre-attachment bovine embryos. *Theriogenology*, v. 29, p. 155-187, 1988.
- BISHONGA, C., ROBINSON, J. J., McEVOY, T. G., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. The effects of excess rumen degradable protein in ewes on ovulation rate, fertilization and embryo survival *in vivo* and during *in vitro* culture. *Animal Production*, v. 58, p.447, 1994. Abstract.
- BODE, M. L., GILBERT, R. O., BUTLER, W. R. Effect of high plasma urea nitrogen levels on bovine embryo quality and development. *Journal Animal Science*, v.79, suppl.1, p.116, 2001. Abstract.
- CRAN, D., MOOR, R. M., HAY, M. Fine structure of the sheep oocyte during antral follicle development. *Journal of Reproduction Fertility*, v. 59, p.125-132, 1980.
- CROSIER, A. E., FARIN, P. W., DYKSTRA, M. J., ALEXANDER, J. E., FARIN, C.E. Ultrastructural morphometry of bovine blastocysts produced in vivo or in vitro. *Biology of reproduction*, v. 64, p. 1375-1385, 2001.
- DAWUDA, P.M., SCARAMUZZI, R. J., LEESE, H. J., HALL, C. J., PETERS, A. R., DREW, S. B., WATHES, D. C. Effect of timing of urea feeding on the

- yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.58, p.1443-1455, 2002.
- ELROD, C. C., BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal Animal Science*, v.71, p.694-701, 1993.
- ELROD, C. C., VAN AMBURGH, M., BUTLER, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal Animal Science*, v.71, p.702-706, 1993.
- FERRER, F. GARCIA, C., VILLAR, J., ARIAS, M. Ultrastructural study of the early development of the sheep embryo. *Anatomy Histology Embriology*, v. 24, p. 191-196, 1995.
- GARDNER, D. K., LANE, M. Amino acids and ammonium regulate mouse embryo development in culture. *Biology of Reproduction*, v. 48, p.377-385, 1993.
- HAFEZ, E. S. E., HAFEZ, B. Anatomia da reprodução feminina. In: _____ Reprodução animal. 7 ed. Barueri, SP: Editora Manole, 2004. p. 13-29
- HAMMON, D. S., WANG, S., HOLYOAK, G. R. Effects of ammonia during different stages of culture on development of in vitro produced bovine embryos. *Animal Reproduction Science*, v. 58, p. 1-8, 2000.
- JORDAN, E. R., CHAPMAN, T. E., HOLTAN, D. W., SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 66, p. 1854-1862, 1983.
- KENNY, D. A., BOLAND, M. P., DISKIN, M. G., SREENAN, J .M. Effect of rumen degradable protein with or without fermentable carbohydrate supplementation on blood metabolites and embryo survival in cattle. *Animal Science*, v. 74, p.529-537, 2002.
- LANDIN-ALVARENGA, F. C. Avaliação dos efeitos do congelamento e descongelamento sobre a viabilidade e morfologia de embriões eqüinos. Botucatu, 1995, 102p. Tese (Doutor em Genética), Instituto de Biociências da UNESP - Campus de Botucatu.

- McEVOY, T. G., ROBINSON, J. J., AITKEN, R. P., FINDLAY, P. A., ROBERTSON, I. S. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, v.47, p.71-90, 1997.
- OCON, O. M., HANSEN, P. J. Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acidic pH. *Journal Dairy Science*, v. 86, p.1194-1200, 2003.
- PAPADOPOULOS, S., LONERGAN, P., GATH, V., QUINN, K. M., EVANS, A. C. O., O'CALLAGHAN, D., BOLAND, M. P. Effect of diet quantity and urea supplementation on oocyte and embryo quality in sheep. *Theriogenology*, v.55, p.1059-1069, 2001.
- PINTO-NETO, A. Resfriamento de embriões bovinos da raça Nelore: I-Análise morfológica e ultra-estrutural, II – Taxa de gestação. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2000. Tese (Doutor em Ciência Animal), 99p.
- RAJIKIN, M. H., YUSOFF, M., ABDULLAH, R. B. Ultrastructural studies of developing goat oocytes in vitro. *Theriogenology*, v.42, p.1003-1016, 1994.
- ROOKE, J. A., EWEN, M., MACKIE, K., STAINES, M. E., McEVOY, T. G., SINCLAIR, K. D. Effect of ammonium chloride on the growth and metabolism of bovine ovarian granulose cells and the development of ovine oocytes matured in the presence of bovine granulose cells previously exposed to ammonium chloride. *Animal Reproduction Science*, v. 84, p. 53-71, 2004.
- SALLES, H. O., ANDRIOLI, A., SIMPLÍCIO, A. A., MEDEIROS, J. N., MACHADO, O. M. *Manual de transferência de embriões em caprinos*. Sobral: Embrapa Caprinos, 2002. 64p. (Embrapa Caprinos, Documentos, 40).
- SINCLAIR, K. D., KURAN, M., GEBBIE, F. E., WEBB, R., McEVOY, T. G. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal Animal Science*, v.78, p.2670-2680, 2000.
- STRINGFELLOW, D. A., SEIDEL, S. M. *Manual da Sociedade Internacional de Transferência de Embriões*. 3. ed. Illinois: International Embryo Transfer Society, 1999. 180p.
- VALADARES FILHO, S. C., MORAES, E. H. B. K., MAGALHÃES, K. A., CHIZZOTTI, M. L., PAULINO, M. F. Alternativas para otimização da utilização de uréia para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO

DE GADO DE CORTE, 3, 2004, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 2004. p. 313-338.

WHITTINGHAM, D. G. Survival of mouse embryos after freezing and thawing. *Nature*, v.233, p.125, 1971.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos três experimentos, conclui-se que o fornecimento de quantidades crescentes de uréia nas dietas de cabras da raça Alpina não-lactantes:

1) não influenciou as características de desenvolvimento folicular e a concentração de uréia e de glicose no plasma, mas reduziu linearmente a concentração de progesterona plasmática no 15º dia após o estro e apresentou efeito quadrático sobre a concentração deste hormônio no dia do estro e no 11º dia após o estro;

2) não influenciou o número de estruturas e de embriões coletados e a concentração de uréia e de glicose no plasma no dia do estro e no dia da coleta de embriões; no entanto, observou-se que a qualidade embrionária apresentou comportamento quadrático em função da concentração de uréia nas dietas;

3) foi relacionado a alterações morfológicas nos embriões, caracterizadas principalmente por alterações do citoesqueleto, modificações da morfologia das células, redução das microvilosidades e aumento de estruturas relacionadas aos processos de reorganização e/ou degeneração celular.

4. APÊNDICE

Dinâmica folicular ovariana e concentração de progesterona plasmática em cabras da raça Alpina, alimentadas com diferentes concentrações de uréia na dieta

Tabela 1 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis consumo de MS, PB, EE e lignina, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| MS | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|-----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,03823983 | 0,002731417 | 1,620 | 0,11338 |
| Tratamento | | 3 | 0,005587933 | 0,001862644 | 1,105 | 0,35783 |
| Linear | 0,64 | 1 | 0,003563853 | 0,003563853 | 2,114 | 0,15340 |
| Quadrático | 0,95 | 1 | 0,001728067 | 0,001728067 | 1,025 | 0,31713 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0002960133 | 0,0002960133 | 0,176 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,07080457 | 0,001685823 | | |
| Coeficiente de variação = 5,00 | | | | | | |
| PB | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,0006797004 | 0,00004855003 | 1,746 | 0,08200 |
| Tratamento | | 3 | 0,00002438152 | 0,000008127172 | 0,292 | ***** |
| Linear | 0,42 | 1 | 0,00001017184 | 0,00001017184 | 0,366 | ***** |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 0,00001395639 | 0,00001395639 | 0,502 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0000002532862 | 0,0000002532862 | 0,009 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,001167699 | 0,00002780236 | | |
| Coeficiente de variação = 4,51 | | | | | | |
| EE | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,0001095865 | 0,000007827604 | 3,990 | 0,00025 |
| Tratamento | | 3 | 0,00004536778 | 0,00001512259 | 7,708 | 0,00033 |
| Linear | 0,99 | 1 | 0,00004488420 | 0,00004488420 | 22,878 | 0,00003 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,0000002987822 | 0,0000002987822 | 0,152 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0000001847901 | 0,0000001847901 | 0,094 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,00008240062 | 0,000001961920 | | |
| Coeficiente de variação = 4,77 | | | | | | |
| LIGNINA | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,0007011207 | 0,00005008005 | 15,099 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,0003180091 | 0,0001060030 | 31,960 | 0,00000 |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,0003032640 | 0,0003032640 | 91,433 | 0,00000 |
| Quadrático | 0,98 | 1 | 0,000009193607 | 0,000009193607 | 2,772 | 0,10339 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,000005551464 | 0,000005551464 | 1,674 | 0,20283 |
| Resíduo | | 42 | 0,0001393053 | 0,000003316792 | | |
| Coeficiente de variação = 6,00 | | | | | | |

Tabela 2 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis consumo de FDN, FDA, MO, NDT e CHO, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| FDN | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,07606863 | 0,005433474 | 12,241 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,02407818 | 0,008026060 | 18,082 | 0,00000 |
| Linear | 0,89 | 1 | 0,02137438 | 0,02137438 | 48,154 | 0,00000 |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 0,001975859 | 0,001975859 | 4,451 | 0,04088 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0007279469 | 0,0007279469 | 1,640 | 0,20736 |
| Resíduo | | 42 | 0,01864265 | 0,0004438727 | | |
| Coeficiente de variação = 6,39 | | | | | | |
| FDA | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,02900559 | 0,002071828 | 15,224 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,01242373 | 0,004141243 | 30,431 | 0,00000 |
| Linear | 0,92 | 1 | 0,01140390 | 0,01140390 | 83,799 | 0,00000 |
| Quadrático | 0,98 | 1 | 0,0007429481 | 0,0007429481 | 5,459 | 0,02432 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0002768771 | 0,0002768771 | 2,035 | 0,16116 |
| Resíduo | | 42 | 0,005715631 | 0,0001360864 | | |
| Coeficiente de variação = 6,25 | | | | | | |
| MO | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,03149962 | 0,002249973 | 1,524 | 0,14463 |
| Tratamento | | 3 | 0,008627415 | 0,002875805 | 1,947 | 0,13665 |
| Linear | 0,83 | 1 | 0,007175328 | 0,007175328 | 4,859 | 0,03305 |
| Quadrático | 0,96 | 1 | 0,001124535 | 0,001124535 | 0,761 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0003275510 | 0,0003275510 | 0,222 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,06202542 | 0,001476796 | | |
| Coeficiente de variação = 5,00 | | | | | | |
| NDT | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,01064458 | 0,0007603268 | 1,040 | 0,43528 |
| Tratamento | | 3 | 0,0001740421 | 0,00005801404 | 0,079 | ***** |
| Linear | 0,04 | 1 | 0,000007816331 | 0,000007816331 | 0,011 | ***** |
| Quadrático | 0,85 | 1 | 0,0001397433 | 0,0001397433 | 0,191 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,00002648248 | 0,00002648248 | 0,036 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,03069841 | 0,0007309144 | | |
| Coeficiente de variação = 4,74 | | | | | | |
| CHO | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,02292891 | 0,001637779 | 1,546 | 0,13682 |
| Tratamento | | 3 | 0,006767693 | 0,002255898 | 2,129 | 0,11088 |
| Linear | 0,80 | 1 | 0,005403089 | 0,005403089 | 5,100 | 0,02920 |
| Quadrático | 0,96 | 1 | 0,001087782 | 0,001087782 | 1,027 | 0,31675 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0002768224 | 0,0002768224 | 0,261 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,04450008 | 0,001059526 | | |
| Coeficiente de variação = 5,00 | | | | | | |

Tabela 3 - Resumo da análise de variância aplicada à variável consumo de cinzas (kg/dia), em função da concentração de uréia nas dietas

| CINZAS | | | | | | |
|--------------------|----------------|------|------------------|-----------------|---------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semana | | 14 | 0,0005823673 | 0,00004159766 | 8,077 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,001159121 | 0,0003863738 | 75,020 | 0,00000 |
| Linear | 0,96 | 1 | 0,001107373 | 0,001107373 | 215,013 | 0,00000 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,00005090557 | 0,00005090557 | 9,884 | 0,00306 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0000008425774 | 0,0000008425774 | 0,164 | ***** |
| Resíduo | | 42 | 0,0002163106 | 0,000005150253 | | |

Coefficiente de variação = 6,24

Tabela 4 - Resumo da análise de variância aplicada à variável peso dos animais experimentais, em cada tratamento, em função dos dias do experimento

| Tratamento 1 (0% uréia) | | | | | |
|----------------------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Probab. |
| Devido a regressão | 1 | 9,002704 | 9,002704 | 91,36 | 0,0000 |
| Independente | 13 | 1,281092 | 0,09854551 | | |
| Tratamento 2 (0,73% uréia) | | | | | |
| Fontes de variação | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Probab. |
| Devido a regressão | 1 | 21,36005 | 21,36005 | 211,91 | 0,0000 |
| Independente | 13 | 1,310349 | 0,1007961 | | |
| Tratamento 3 (1,46% uréia) | | | | | |
| Fontes de variação | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Probab. |
| Devido a regressão | 1 | 61,35168 | 61,35168 | 148,18 | 0,0000 |
| Independente | 13 | 5,382522 | 0,4140402 | | |
| Tratamento 4 (2,24% uréia) | | | | | |
| Fontes de variação | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Probab. |
| Devido a regressão | 1 | 4,841501 | 4,841501 | 24,51 | 0,0003 |
| Independente | 13 | 2,567598 | 0,1975075 | | |

Tabela 5 - Resumo da análise de variância aplicada à variável número de ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas

| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
|--------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Tratamento | | 3 | 1,095238 | 0,3650794 | 0,536 | ***** |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,2390488E-31 | 0,2390488E-31 | 0,000 | ***** |
| Quadrático | 0,10 | 1 | 0,1065375 | 0,1065375 | 0,157 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,9887006 | 0,9887006 | 1,453 | 0,23983 |
| Resíduo | | 24 | 16,33333 | 0,6805556 | | |

Coefficiente de variação = 26,25

Tabela 6 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com duas ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas

| Período interestro | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,500000 | 1,500000 | 3,000 | 0,25993 |
| Linear | 0,27 | 1 | 1,227273 | 1,227273 | 2,455 | 0,25769 |
| Quadrático | 0,76 | 1 | 0,8727273 | 0,8727273 | 1,745 | 0,31734 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 2,400000 | 2,400000 | 4,800 | 0,15983 |
| Resíduo | | 2 | 1,000000 | 0,5000000 | | |
| Coeficiente de variação = 3,45 | | | | | | |
| Período interovulatório | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,333333 | 1,444444 | 1,156 | 0,49501 |
| Linear | 0,06 | 1 | 0,2424242 | 0,2424242 | 0,194 | ***** |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 3,940909 | 3,940909 | 3,153 | 0,21779 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1500000 | 0,1500000 | 0,120 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 2,500000 | 1,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 5,54 | | | | | | |
| Duração da fase lútea | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 2,333333 | 0,7777778 | 0,622 | ***** |
| Linear | 0,42 | 1 | 0,9696970 | 0,9696970 | 0,776 | ***** |
| Quadrático | 0,42 | 1 | 0,01363636 | 0,01363636 | 0,011 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 1,350000 | 1,350000 | 1,080 | 0,40784 |
| Resíduo | | 2 | 2,500000 | 1,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,27 | | | | | | |
| Duração da fase folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,333333 | 1,444444 | 2,889 | 0,26762 |
| Linear | 0,06 | 1 | 0,2424242 | 0,2424242 | 0,485 | ***** |
| Quadrático | 0,86 | 1 | 3,490909 | 3,490909 | 6,982 | 0,11834 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,6000000 | 0,6000000 | 1,200 | 0,38763 |
| Resíduo | | 2 | 1,000000 | 0,5000000 | | |
| Coeficiente de variação = 30,30 | | | | | | |
| Dia de emergência da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 13,50000 | 4,500000 | 18,000 | 0,05309 |
| Linear | 0,09 | 1 | 1,227273 | 1,227273 | 4,909 | 0,15707 |
| Quadrático | 0,72 | 1 | 8,522727 | 8,522727 | 34,091 | 0,02810 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,750000 | 3,750000 | 15,000 | 0,06066 |
| Resíduo | | 2 | 0,5000000 | 0,2500000 | | |
| Coeficiente de variação = 50,00 | | | | | | |
| Dia de emergência da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 10,33333 | 3,444444 | 0,260 | ***** |
| Linear | 0,02 | 1 | 0,2424242 | 0,2424242 | 0,018 | ***** |
| Quadrático | 0,53 | 1 | 5,274242 | 5,274242 | 0,398 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,816667 | 4,816667 | 0,364 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 26,50000 | 13,25000 | | |
| Coeficiente de variação = 33,60 | | | | | | |

Tabela 7 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com duas ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Final da primeira onda folicular | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 3,333333 | 1,111111 | ***** | 0,0000 |
| Linear | 0,02 | 1 | 0,06060606 | 0,06060606 | ***** | 0,0000 |
| Quadrático | 0,28 | 1 | 0,8727273 | 0,8727273 | ***** | 0,0000 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 2,400000 | 2,400000 | ***** | 0,0000 |
| Resíduo | | 2 | 0,4440892E-15 | 0,2220446E-15 | | |
| Coeficiente de variação = 0,00 | | | | | | |
| Final da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,333333 | 1,444444 | 1,156 | 0,49501 |
| Linear | 0,06 | 1 | 0,2424242 | 0,2424242 | 0,194 | ***** |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 3,940909 | 3,940909 | 3,153 | 0,21779 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1500000 | 0,1500000 | 0,120 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 2,500000 | 1,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 5,54 | | | | | | |
| Intervalo de emergência da primeira e segunda ondas foliculares | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,8333333 | 0,2777778 | 0,028 | ***** |
| Linear | 0,45 | 1 | 0,3787879 | 0,3787879 | 0,038 | ***** |
| Quadrático | 0,92 | 1 | 0,3878788 | 0,3878788 | 0,039 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,06666667 | 0,06666667 | 0,007 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 20,00000 | 10,00000 | | |
| Coeficiente de variação = 32,16 | | | | | | |
| Comprimento da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,833333 | 1,611111 | 6,444 | 0,13728 |
| Linear | 0,15 | 1 | 0,7424242 | 0,7424242 | 2,970 | 0,22698 |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 3,940909 | 3,940909 | 15,764 | 0,05798 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1500000 | 0,1500000 | 0,600 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 0,5000000 | 0,2500000 | | |
| Coeficiente de variação = 3,95 | | | | | | |
| Comprimento da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,333333 | 1,444444 | 0,222 | ***** |
| Linear | 0,22 | 1 | 0,9696970 | 0,9696970 | 0,149 | ***** |
| Quadrático | 0,25 | 1 | 0,09696970 | 0,09696970 | 0,015 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,266667 | 3,266667 | 0,503 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 13,00000 | 6,500000 | | |
| Coeficiente de variação = 27,31 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 8,708333 | 2,902778 | 0,546 | ***** |
| Linear | 0,02 | 1 | 0,1856061 | 0,1856061 | 0,035 | ***** |
| Quadrático | 0,70 | 1 | 5,918561 | 5,918561 | 1,114 | 0,40187 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 2,604167 | 2,604167 | 0,490 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 10,62500 | 5,312500 | | |
| Coeficiente de variação = 26,59 | | | | | | |

Tabela 8 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com duas ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|---------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 3,458333 | 1,152778 | 1,844 | 0,37049 |
| Linear | 0,92 | 1 | 3,185606 | 3,185606 | 5,097 | 0,15254 |
| Quadrático | 0,92 | 1 | 0,006060606 | 0,006060606 | 0,010 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,2666667 | 0,2666667 | 0,427 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 1,250000 | 0,6250000 | | |
| Coeficiente de variação = 9,21 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Linear | NaN | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Quadrático | NaN | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Cúbico | NaN | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 8,500000 | 4,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 29,45 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,7000000 | 0,2333333 | 0,20665 | ***** |
| Linear | 0,13 | 1 | 0,09423077 | 0,09423077 | 0,20665 | ***** |
| Quadrático | 0,17 | 1 | 0,02512407 | 0,02512407 | 0,20665 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,5806452 | 0,5806452 | 0,20665 | ***** |
| Resíduo | | 1 | -0,1110223E-15 | -0,1110223E-15 | | |
| Coeficiente de variação = NaN | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 16,83333 | 5,611111 | 22,444 | 0,04296 |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,01515152 | 0,01515152 | 0,061 | ***** |
| Quadrático | 0,71 | 1 | 12,00152 | 12,00152 | 48,006 | 0,02020 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,816667 | 4,816667 | 19,267 | 0,04818 |
| Resíduo | | 2 | 0,5000000 | 0,2500000 | | |
| Coeficiente de variação = 37,50 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 26,83333 | 8,944444 | 0,550 | ***** |
| Linear | 0,20 | 1 | 5,469697 | 5,469697 | 0,337 | ***** |
| Quadrático | 0,61 | 1 | 10,94697 | 10,94697 | 0,674 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 10,41667 | 10,41667 | 0,641 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 32,50000 | 16,25000 | | |
| Coeficiente de variação = 35,57 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,500000 | 0,5000000 | 0,400 | ***** |
| Linear | 0,82 | 1 | 1,227273 | 1,227273 | 0,982 | ***** |
| Quadrático | 0,90 | 1 | 0,1227273 | 0,1227273 | 0,098 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1500000 | 0,1500000 | 0,120 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 2,500000 | 1,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 15,97 | | | | | | |

Tabela 9 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com duas ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 2,333333 | 0,777778 | 0,084 | ***** |
| Linear | 0,42 | 1 | 0,9696970 | 0,9696970 | 0,105 | ***** |
| Quadrático | 0,65 | 1 | 0,5469697 | 0,5469697 | 0,059 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,8166667 | 0,8166667 | 0,088 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 18,50000 | 9,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 15,87 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 17,33333 | 5,77778 | 2,889 | 0,26762 |
| Linear | 0,06 | 1 | 0,9696970 | 0,9696970 | 0,485 | ***** |
| Quadrático | 0,62 | 1 | 9,696970 | 9,696970 | 4,848 | 0,15859 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 6,666667 | 6,666667 | 3,333 | 0,20943 |
| Resíduo | | 2 | 4,000000 | 2,000000 | | |
| Coeficiente de variação = 24,96 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 13,83333 | 4,611111 | 1,844 | 0,37049 |
| Linear | 0,13 | 1 | 1,833333 | 1,833333 | 0,733 | ***** |
| Quadrático | 0,61 | 1 | 6,600000 | 6,600000 | 2,640 | 0,24570 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 5,400000 | 5,400000 | 2,160 | 0,27942 |
| Resíduo | | 2 | 5,000000 | 2,500000 | | |
| Coeficiente de variação = 20,18 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,6140510 | 0,2046837 | 0,257 | ***** |
| Linear | 0,21 | 1 | 0,1279828 | 0,1279828 | 0,161 | ***** |
| Quadrático | 0,22 | 1 | 0,007751838 | 0,007751838 | 0,010 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,4783163 | 0,4783163 | 0,602 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 1,589943 | 0,7949717 | | |
| Coeficiente de variação = 77,94 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,2604728 | 0,08682426 | 1,047 | 0,52241 |
| Linear | 0,68 | 1 | 0,1762385 | 0,1762385 | 2,125 | 0,28223 |
| Quadrático | 0,81 | 1 | 0,03514641 | 0,03514641 | 0,424 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,04908788 | 0,04908788 | 0,592 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 0,1658404 | 0,08292022 | | |
| Coeficiente de variação = 37,62 | | | | | | |
| Diâmetro do folículo ovulatório | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,270833 | 0,4236111 | 0,319 | ***** |
| Linear | 0,76 | 1 | 0,9696970 | 0,9696970 | 0,730 | ***** |
| Quadrático | 0,76 | 1 | 0,00009469697 | 0,00009469697 | 0,000 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,3010417 | 0,3010417 | 0,227 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 2,656250 | 1,328125 | | |
| Coeficiente de variação = 15,28 | | | | | | |

Tabela 10 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com duas ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Número de ovulações | | | | | | |
|----------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,500000 | 0,5000000 | 2,000 | 0,35048 |
| Linear | 0,82 | 1 | 1,227273 | 1,227273 | 4,909 | 0,15707 |
| Quadrático | 0,90 | 1 | 0,1227273 | 0,1227273 | 0,491 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1500000 | 0,1500000 | 0,600 | ***** |
| Resíduo | | 2 | 0,5000000 | 0,2500000 | | |

Coeficiente de variação = 25,00

Tabela 11 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas

| Período interestro | | | | | | |
|---------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|-------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 2,974359 | 0,9914530 | 0,227 | ***** |
| Linear | 0,08 | 1 | 0,2504006 | 0,2504006 | 0,057 | ***** |
| Quadrático | 0,25 | 1 | 0,4851524 | 0,4851524 | 0,111 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 2,238806 | 2,238806 | 0,512 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 39,33333 | 4,370370 | | |

Coeficiente de variação = 9,85

| Período interovulatório | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,910256 | 1,636752 | 0,665 | ***** |
| Linear | 0,08 | 1 | 0,4102564 | 0,4102564 | 0,167 | ***** |
| Quadrático | 0,23 | 1 | 0,7164179 | 0,7164179 | 0,291 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,783582 | 3,783582 | 1,536 | 0,24653 |
| Resíduo | | 9 | 22,16667 | 2,462963 | | |

Coeficiente de variação = 7,34

| Duração da fase lútea | | | | | | |
|------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 17,50000 | 5,833333 | 3,544 | 0,06767 |
| Linear | 0,29 | 1 | 5,038095 | 5,038095 | 3,061 | 0,11830 |
| Quadrático | 0,29 | 1 | 0,1065126 | 0,1065126 | 0,065 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 12,35539 | 12,35539 | 7,507 | 0,02545 |
| Resíduo | | 8 | 13,16667 | 1,645833 | | |

Coeficiente de variação = 6,87

| Duração da fase folicular | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,583333 | 0,5277778 | 0,792 | ***** |
| Linear | 0,04 | 1 | 0,05952381 | 0,05922381 | 0,089 | ***** |
| Quadrático | 0,11 | 1 | 0,1120448 | 0,1120448 | 0,168 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 1,411765 | 1,411765 | 2,118 | 0,18370 |
| Resíduo | | 8 | 5,333333 | 0,666667 | | |

Coeficiente de variação = 28,00

Tabela 12 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Dia de emergência da primeira onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,743590 | 0,5811966 | 0,167 | ***** |
| Linear | 0,01 | 1 | 0,01963141 | 0,01963141 | 0,006 | ***** |
| Quadrático | 0,95 | 1 | 1,634406 | 1,634406 | 0,469 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,08955224 | 0,08955224 | 0,026 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 31,33333 | 3,481481 | | |
| Coeficiente de variação = 485,13 | | | | | | |
| Dia de emergência da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 12,76923 | 4,256410 | 1,008 | 0,43308 |
| Linear | 0,41 | 1 | 5,206731 | 5,206731 | 1,233 | 0,29558 |
| Quadrático | 0,72 | 1 | 3,970460 | 3,970460 | 0,940 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,592040 | 3,592040 | 0,851 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 38,00000 | 4,222222 | | |
| Coeficiente de variação = 26,71 | | | | | | |
| Dia de emergência da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 17,42308 | 5,807692 | 1,202 | 0,36354 |
| Linear | 0,03 | 1 | 0,4907853 | 0,4907853 | 0,102 | ***** |
| Quadrática | 0,76 | 1 | 12,75070 | 12,75070 | 2,638 | 0,13878 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,181592 | 4,181592 | 0,865 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 43,50000 | 4,833333 | | |
| Coeficiente de variação = 15,62 | | | | | | |
| Final da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 25,07692 | 8,358974 | 2,213 | 0,15612 |
| Linear | 0,15 | 1 | 3,769631 | 3,769631 | 0,998 | ***** |
| Quadrático | 0,16 | 1 | 0,2525653 | 0,2525653 | 0,067 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 21,05473 | 21,05473 | 5,573 | 0,04255 |
| Resíduo | | 9 | 34,00000 | 3,777778 | | |
| Coeficiente de variação = 15,41 | | | | | | |
| Final da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 41,52564 | 13,84188 | 3,445 | 0,06512 |
| Linear | 0,01 | 1 | 0,4631410 | 0,4631410 | 0,115 | ***** |
| Quadrático | 0,15 | 1 | 5,836132 | 5,836132 | 1,452 | 0,25889 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 35,22637 | 35,22637 | 8,766 | 0,01594 |
| Resíduo | | 9 | 36,16667 | 4,018519 | | |
| Coeficiente de variação = 11,04 | | | | | | |
| Final da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 5,897436 | 1,965812 | 0,698 | ***** |
| Linear | 0,05 | 1 | 0,3141026 | 0,3141026 | 0,112 | ***** |
| Quadrático | 0,26 | 1 | 1,195274 | 1,195274 | 0,425 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,388060 | 4,388060 | 1,559 | 0,24333 |
| Resíduo | | 9 | 25,33333 | 2,814815 | | |
| Coeficiente de variação = 7,82 | | | | | | |

Tabela 13 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Intervalo de emergência da primeira e segunda ondas foliculares | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 20,10256 | 6,700855 | 1,483 | 0,28384 |
| Linear | 0,23 | 1 | 4,586939 | 4,586939 | 1,015 | 0,33999 |
| Quadrático | 0,76 | 1 | 10,69970 | 10,69970 | 2,368 | 0,15823 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,815920 | 4,815920 | 1,066 | 0,32884 |
| Resíduo | | 9 | 40,66667 | 4,518519 | | |
| Coeficiente de variação = 29,09 | | | | | | |
| Intervalo de emergência da segunda e terceira ondas foliculares | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 26,91026 | 8,970085 | 7,941 | 0,00674 |
| Linear | 0,33 | 1 | 8,894631 | 8,894631 | 7,874 | 0,02051 |
| Quadrático | 0,42 | 1 | 2,490749 | 2,490749 | 2,205 | 0,17173 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 15,52488 | 15,52488 | 13,743 | 0,00487 |
| Resíduo | | 9 | 10,16667 | 1,129630 | | |
| Coeficiente de variação = 16,65 | | | | | | |
| Comprimento da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 30,30769 | 10,10256 | 1,196 | 0,36525 |
| Linear | 0,11 | 1 | 3,245192 | 3,245192 | 0,384 | ***** |
| Quadrático | 0,21 | 1 | 3,171953 | 3,171953 | 0,376 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 23,89055 | 23,89055 | 2,829 | 0,12686 |
| Resíduo | | 9 | 76,00000 | 8,444444 | | |
| Coeficiente de variação = 23,76 | | | | | | |
| Comprimento da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 19,06410 | 6,354701 | 2,367 | 0,13874 |
| Linear | 0,13 | 1 | 2,564103 | 2,564103 | 0,955 | ***** |
| Quadrático | 0,14 | 1 | 0,1791045 | 0,1791045 | 0,067 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 16,32090 | 16,32090 | 6,078 | 0,03584 |
| Resíduo | | 9 | 24,16667 | 2,685185 | | |
| Coeficiente de variação = 15,66 | | | | | | |
| Comprimento da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 38,91026 | 12,97009 | 11,482 | 0,00198 |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,01963141 | 0,01963141 | 0,017 | ***** |
| Quadrático | 0,56 | 1 | 21,75381 | 21,75381 | 19,257 | 0,00175 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 17,13682 | 17,13682 | 15,170 | 0,00365 |
| Resíduo | | 9 | 10,16667 | 1,129630 | | |
| Coeficiente de variação = 14,39 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 6,381410 | 2,127137 | 0,780 | ***** |
| Linear | 0,41 | 1 | 2,596254 | 2,596254 | 0,952 | ***** |
| Quadrático | 0,71 | 1 | 1,903937 | 1,903937 | 0,698 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 1,881219 | 1,881219 | 0,690 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 24,54167 | 2,726852 | | |
| Coeficiente de variação = 20,84 | | | | | | |

Tabela 14 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 3,833333 | 1,277778 | 1,190 | 0,36745 |
| Linear | 0,07 | 1 | 0,2708333 | 0,2708333 | 0,252 | ***** |
| Quadrático | 0,66 | 1 | 2,246580 | 2,246580 | 2,092 | 0,18202 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 1,315920 | 1,315920 | 1,225 | 0,29705 |
| Resíduo | | 9 | 9,666667 | 1,074074 | | |
| Coeficiente de variação = 14,80 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 10,25641 | 3,418803 | 4,615 | 0,03216 |
| Linear | 0,01 | 1 | 0,1157853 | 0,1157853 | 0,156 | ***** |
| Quadrático | 0,90 | 1 | 9,145600 | 9,145600 | 12,347 | 0,00658 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,9950249 | 0,9950249 | 1,343 | 0,27628 |
| Resíduo | | 9 | 6,666667 | 0,7407407 | | |
| Coeficiente de variação = 10,03 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,230769 | 0,4102564 | 0,295 | ***** |
| Linear | 0,01 | 1 | 0,008112981 | 0,008112981 | 0,006 | ***** |
| Quadrático | 0,02 | 1 | 0,01867615 | 0,01867615 | 0,013 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 1,203980 | 1,203980 | 0,867 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 12,50000 | 1,388889 | | |
| Coeficiente de variação = 16,93 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,2564103 | 0,08547009 | 0,058 | ***** |
| Linear | 0,38 | 1 | 0,09625401 | 0,09625401 | 0,066 | ***** |
| Quadrático | 0,76 | 1 | 0,09796720 | 0,09796720 | 0,067 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,06218905 | 0,06218905 | 0,043 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 13,16667 | 1,462963 | | |
| Coeficiente de variação = 19,90 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 6,666667 | 2,222222 | 2,540 | 0,12982 |
| Linear | 0,14 | 1 | 0,9523810 | 0,9523810 | 1,088 | 0,32732 |
| Quadrático | 0,41 | 1 | 1,792717 | 1,792717 | 2,049 | 0,19021 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,921569 | 3,921569 | 4,482 | 0,06714 |
| Resíduo | | 8 | 7,000000 | 0,8750000 | | |
| Coeficiente de variação = 13,05 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 4,307692 | 1,435897 | 0,340 | ***** |
| Linear | 0,99 | 1 | 4,250401 | 4,250401 | 1,007 | 0,34191 |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 0,01749067 | 0,01749067 | 0,004 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,03980100 | 0,03980100 | 0,009 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 38,00000 | 4,222222 | | |
| Coeficiente de variação = 267,12 | | | | | | |

Tabela 15 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Dia de emergência do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 12,25641 | 4,085470 | 1,126 | 0,38925 |
| Linear | 0,10 | 1 | 1,256410 | 1,256410 | 0,346 | ***** |
| Quadrático | 0,49 | 1 | 4,781095 | 4,781095 | 1,317 | 0,28068 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 6,218905 | 6,218905 | 1,713 | 0,22298 |
| Resíduo | | 9 | 32,66667 | 3,629630 | | |
| Coeficiente de variação = 23,59 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 5,525641 | 1,841880 | 0,458 | ***** |
| Linear | 0,16 | 1 | 0,8850160 | 0,8850160 | 0,220 | ***** |
| Quadrático | 0,92 | 1 | 4,220227 | 4,220227 | 1,050 | 0,33222 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,4203980 | 0,4203980 | 0,105 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 36,16667 | 4,018519 | | |
| Coeficiente de variação = 13,50 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,4102564 | 0,1367521 | 0,050 | ***** |
| Linear | 0,35 | 1 | 0,1446314 | 0,1446314 | 0,053 | ***** |
| Quadrático | 0,61 | 1 | 0,1064210 | 0,1064210 | 0,039 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1592040 | 0,1592040 | 0,058 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 24,66667 | 2,740741 | | |
| Coeficiente de variação = 29,48 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 28,08974 | 9,363248 | 1,537 | 0,27099 |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,006410256 | 0,006410256 | 0,001 | ***** |
| Quadrático | 0,02 | 1 | 0,6579602 | 0,6579602 | 0,108 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 27,42537 | 27,42537 | 4,501 | 0,06287 |
| Resíduo | | 9 | 54,83333 | 6,092593 | | |
| Coeficiente de variação = 20,70 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 9,576923 | 3,192308 | 0,660 | ***** |
| Linear | 0,08 | 1 | 0,8112981 | 0,8112981 | 0,168 | ***** |
| Quadrático | 0,47 | 1 | 3,728312 | 3,728312 | 0,771 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 5,037313 | 5,037313 | 1,042 | 0,33397 |
| Resíduo | | 9 | 43,50000 | 4,833333 | | |
| Coeficiente de variação = 10,66 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 6,358974 | 2,119658 | 0,650 | ***** |
| Linear | 0,94 | 1 | 5,963141 | 5,963141 | 1,830 | 0,20918 |
| Quadrático | 0,94 | 1 | 0,03762438 | 0,03762438 | 0,012 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,3582090 | 0,3582090 | 0,110 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 29,33333 | 3,259259 | | |
| Coeficiente de variação = 37,25 | | | | | | |

Tabela 16 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Fase de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 10,85897 | 3,619658 | 0,935 | ***** |
| Linear | 0,13 | 1 | 1,442308 | 1,442308 | 0,373 | ***** |
| Quadrático | 0,31 | 1 | 1,891791 | 1,891791 | 0,489 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 7,524876 | 7,524876 | 1,944 | 0,19667 |
| Resíduo | | 9 | 34,83333 | 3,870370 | | |
| Coeficiente de variação = 51,15 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 27,64103 | 9,213675 | 2,039 | 0,17894 |
| Linear | 0,12 | 1 | 3,391026 | 3,391026 | 0,750 | ***** |
| Quadrático | 0,70 | 1 | 15,88184 | 15,88184 | 3,515 | 0,09358 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 8,368159 | 8,368159 | 1,852 | 0,20665 |
| Resíduo | | 9 | 40,66667 | 4,518519 | | |
| Coeficiente de variação = 36,84 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,3430109 | 0,1143370 | 1,410 | 0,30230 |
| Linear | 0,15 | 1 | 0,05089590 | 0,05089590 | 0,628 | ***** |
| Quadrático | 0,34 | 1 | 0,06620365 | 0,06620365 | 0,817 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,2259113 | 0,2259113 | 2,787 | 0,12940 |
| Resíduo | | 9 | 0,7296332 | 0,08107036 | | |
| Coeficiente de variação = 26,84 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,4486289 | 0,1495430 | 0,580 | ***** |
| Linear | 0,09 | 1 | 0,04006410 | 0,04006410 | 0,155 | ***** |
| Quadrático | 0,10 | 1 | 0,004180486 | 0,004180486 | 0,016 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,4043843 | 0,4043843 | 1,568 | 0,24201 |
| Resíduo | | 9 | 2,320602 | 0,2578447 | | |
| Coeficiente de variação = 41,15 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,1892122 | 0,06307072 | 0,443 | ***** |
| Linear | 0,60 | 1 | 0,1143519 | 0,1143519 | 0,804 | ***** |
| Quadrático | 0,60 | 1 | 0,00006691322 | 0,00006691322 | 0,000 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,07479339 | 0,07479339 | 0,526 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 1,280813 | 0,1423125 | | |
| Coeficiente de variação = 35,22 | | | | | | |
| Diâmetro do folículo ovulatório | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 6,101010 | 2,033670 | 2,997 | 0,10476 |
| Linear | 0,09 | 1 | 0,5425347 | 0,5425347 | 0,800 | ***** |
| Quadrático | 0,09 | 1 | 0,03676176 | 0,03676176 | 0,054 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 5,521714 | 5,521714 | 8,137 | 0,02460 |
| Resíduo | | 7 | 4,750000 | 0,6785714 | | |
| Coeficiente de variação = 10,36 | | | | | | |

Tabela 17 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Número de ovulações | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 3,416667 | 1,138889 | 2,603 | 0,12420 |
| Linear | 0,08 | 1 | 0,2880952 | 0,2880952 | 0,659 | ***** |
| Quadrático | 0,74 | 1 | 2,243768 | 2,243768 | 5,129 | 0,05333 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,8848039 | 0,8848039 | 2,022 | 0,19279 |
| Resíduo | | 8 | 3,500000 | 0,43750000 | | |
| Coeficiente de variação = 34,51 | | | | | | |

Tabela 18 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas

| Período interestro | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|-------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,125000 | 0,5625000 | 0,288 | ***** |
| Linear | 0,99 | 1 | 1,111842 | 1,111842 | 0,570 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,007 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 9,750000 | 1,950000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,38 | | | | | | |

| Período interovulatório | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|-------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,375000 | 1,187500 | 0,565 | ***** |
| Linear | 0,80 | 1 | 1,901316 | 1,901316 | 0,905 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,226 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 10,50000 | 2,100000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,62 | | | | | | |

| Duração da fase lútea | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 3,375000 | 1,6875 | 0,888 | ***** |
| Linear | 0,86 | 1 | 2,901316 | 2,901316 | 1,527 | 0,27145 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,249 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 9,500000 | 1,900000 | | |
| Coeficiente de variação = 7,30 | | | | | | |

| Duração da fase folicular | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|-------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,000000 | 1,000000 | 0,500 | ***** |
| Linear | 0,05 | 1 | 0,1052632 | 0,1052632 | 0,053 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 1,894737 | 1,894737 | 0,947 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 2,000000 | 2,000000 | | |
| Coeficiente de variação = 47,14 | | | | | | |

| Dia de emergência da primeira onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|-------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,2500000 | 0,1250000 | 0,027 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,2368421 | 0,2368421 | 0,051 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,003 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 23,25000 | 4,650000 | | |
| Coeficiente de variação = 862,55 | | | | | | |

Tabela 19 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Dia de emergência da segunda onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 4,125000 | 2,062500 | 0,221 | ***** |
| Linear | 1,00 | 1 | 4,111842 | 4,111842 | 0,440 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,001 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 46,75000 | 9,350000 | | |
| Coeficiente de variação = 49,92 | | | | | | |
| Dia de emergência da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 14,25000 | 7,125000 | 4,914 | 0,06603 |
| Linear | 0,98 | 1 | 13,92105 | 13,92105 | 9,601 | 0,02690 |
| Quadrática | 1,00 | 1 | 0,3289474 | 0,3289474 | 0,227 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 7,250000 | 1,450000 | | |
| Coeficiente de variação = 10,25 | | | | | | |
| Dia de emergência da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,375000 | 1,187500 | 0,253 | ***** |
| Linear | 1,00 | 1 | 2,375000 | 2,375000 | 0,505 | ***** |
| Quadrática | 1,00 | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 23,50000 | 4,700000 | | |
| Coeficiente de variação = 13,87 | | | | | | |
| Final da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,250000 | 1,125000 | 0,292 | ***** |
| Linear | 0,29 | 1 | 0,6578947 | 0,6578947 | 0,171 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 1,592105 | 1,592105 | 0,414 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 19,25000 | 3,850000 | | |
| Coeficiente de variação = 16,70 | | | | | | |
| Final da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 11,00000 | 5,500000 | 1,019 | 0,42555 |
| Linear | 0,96 | 1 | 10,52632 | 10,52632 | 1,949 | 0,22148 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,088 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 27,00000 | 5,400000 | | |
| Coeficiente de variação = 14,52 | | | | | | |
| Final da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 4,250000 | 2,250000 | 0,186 | ***** |
| Linear | 0,75 | 1 | 3,184211 | 3,184211 | 0,278 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 1,065789 | 1,065789 | 0,093 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 57,2500 | 11,45000 | | |
| Coeficiente de variação = 16,71 | | | | | | |
| Final da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,375000 | 1,187500 | 0,565 | ***** |
| Linear | 0,80 | 1 | 1,901316 | 1,901316 | 0,905 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,226 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 10,50000 | 2,100000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,62 | | | | | | |

Tabela 20 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com três ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Intervalo de emergência da primeira e segunda ondas foliculares | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,375000 | 1,187500 | 0,290 | ***** |
| Linear | 1,00 | 1 | 2,375000 | 2,375000 | 0,579 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 20,50000 | 4,100000 | | |
| Coeficiente de variação = 34,46 | | | | | | |
| Intervalo de emergência da segunda e terceira ondas foliculares | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 33,37500 | 16,68750 | 1,875 | 0,24684 |
| Linear | 0,99 | 1 | 33,16447 | 33,16447 | 3,726 | 0,11144 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,2105263 | 0,2105263 | 0,024 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 44,50000 | 8,900000 | | |
| Coeficiente de variação = 53,03 | | | | | | |
| Intervalo de emergência da terceira e quarta ondas foliculares | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 5,125000 | 2,562500 | 1,090 | 0,40456 |
| Linear | 0,94 | 1 | 4,796053 | 4,796053 | 2,041 | 0,21250 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,3289474 | 0,3289474 | 0,140 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 11,75000 | 2,350000 | | |
| Coeficiente de variação = 39,56 | | | | | | |
| Comprimento da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 3,000000 | 1,500000 | 0,682 | ***** |
| Linear | 0,56 | 1 | 1,684211 | 1,684211 | 0,766 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 1,315789 | 1,315789 | 0,598 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 11,00000 | 2,200000 | | |
| Coeficiente de variação = 12,90 | | | | | | |
| Comprimento da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,125000 | 1,062500 | 0,124 | ***** |
| Linear | 0,70 | 1 | 1,480263 | 1,480263 | 0,173 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,6447368 | 0,6447368 | 0,075 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 42,75000 | 8,550000 | | |
| Coeficiente de variação = 29,61 | | | | | | |
| Comprimento da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 4,000000 | 2,000000 | 0,312 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 3,789474 | 3,789474 | 0,592 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,2105263 | 0,2105263 | 0,033 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 32,00000 | 6,400000 | | |
| Coeficiente de variação = 29,76 | | | | | | |
| Comprimento da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,5000000 | 0,2500000 | 0,114 | ***** |
| Linear | 0,005 | 1 | 0,02631579 | 0,02631579 | 0,012 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,215 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 11,00000 | 2,200000 | | |
| Coeficiente de variação = 23,73 | | | | | | |

Tabela 21 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,2500000 | 0,1250000 | 0,167 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,2368421 | 0,2368421 | 0,316 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,018 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 3,750000 | 0,7500000 | | |
| Coeficiente de variação = 11,55 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,5625000 | 0,2812500 | 0,608 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,5328947 | 0,5328947 | 1,152 | 0,33214 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,02960526 | 0,02960526 | 0,064 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 2,312500 | 0,4625000 | | |
| Coeficiente de variação = 9,54 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,062500 | 1,031250 | 0,705 | ***** |
| Linear | 0,54 | 1 | 1,111842 | 1,111842 | 0,760 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,9506579 | 0,9506579 | 0,650 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 7,312500 | 1,462500 | | |
| Coeficiente de variação = 17,59 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,8437500 | 0,4218750 | 1,298 | 0,35151 |
| Linear | 0,44 | 1 | 0,3700658 | 0,3700658 | 1,139 | 0,33473 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 1,457 | 0,28132 |
| Resíduo | | 5 | 1,625000 | 0,3250000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,96 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,083333 | 0,5416667 | 5,571 | 0,09770 |
| Linear | 0,96 | 1 | 1,041667 | 1,041667 | 10,714 | 0,04666 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,04166667 | 0,04166667 | 0,429 | ***** |
| Resíduo | | 3 | 0,2916667 | 0,09722222 | | |
| Coeficiente de variação = 4,62 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 3,250000 | 1,625000 | 1,026 | 0,45752 |
| Linear | 0,82 | 1 | 2,678571 | 2,678571 | 1,692 | 0,28427 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,5714286 | 0,5714286 | 0,361 | ***** |
| Resíduo | | 3 | 4,750000 | 1,583333 | | |
| Coeficiente de variação = 22,88 | | | | | | |

Tabela 22 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,750000 | 0,8750000 | 1,235 | 0,40610 |
| Linear | 0,75 | 1 | 1,312500 | 1,312500 | 1,853 | 0,26667 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4375000 | 0,4375000 | 0,618 | ***** |
| Resíduo | | 3 | 2,125000 | 0,7083333 | | |
| Coeficiente de variação = 14,64 | | | | | | |
| Diâmetro máximo do segundo maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,964286 | 0,9821429 | 15,714 | 0,01275 |
| Linear | 0,72 | 1 | 1,407468 | 1,407468 | 22,519 | 0,00900 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,5568182 | 0,5568182 | 8,909 | 0,04055 |
| Resíduo | | 4 | 0,2500000 | 0,06250000 | | |
| Coeficiente de variação = 3,53 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,2500000 | 0,1250000 | 0,027 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,2368421 | 0,2368421 | 0,051 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,003 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 23,25000 | 4,650000 | | |
| Coeficiente de variação = 862,55 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 4,125000 | 2,062500 | 0,221 | ***** |
| Linear | 1,00 | 1 | 4,111842 | 4,111842 | 0,440 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,001 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 46,75000 | 9,350000 | | |
| Coeficiente de variação = 49,92 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 10,75000 | 5,375000 | 3,707 | 0,10296 |
| Linear | 0,79 | 1 | 8,526316 | 8,526316 | 5,880 | 0,05975 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 2,223684 | 2,223684 | 1,534 | 0,27055 |
| Resíduo | | 5 | 7,250000 | 1,450000 | | |
| Coeficiente de variação = 10,03 | | | | | | |
| Dia de emergência do maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 4,250000 | 2,125000 | 0,500 | ***** |
| Linear | 0,30 | 1 | 1,289474 | 1,289474 | 0,303 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 2,960526 | 2,960526 | 0,697 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 21,25000 | 4,250000 | | |
| Coeficiente de variação = 12,68 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 12,25000 | 6,125000 | 0,921 | ***** |
| Linear | 0,95 | 1 | 11,60526 | 11,60526 | 1,745 | 0,24372 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,6447368 | 0,6447368 | 0,097 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 33,25000 | 6,650000 | | |
| Coeficiente de variação = 49,12 | | | | | | |

Tabela 23 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,3750000 | 0,1875000 | 0,021 | ***** |
| Linear | 0,44 | 1 | 0,1644737 | 0,1644737 | 0,018 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,2105263 | 0,2105263 | 0,023 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 45,50000 | 9,100000 | | |
| Coeficiente de variação = 28,39 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 3,000000 | 1,500000 | 0,259 | ***** |
| Linear | 0,56 | 1 | 1,684211 | 1,684211 | 0,290 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 1,315789 | 1,315789 | 0,227 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 29,00000 | 5,800000 | | |
| Coeficiente de variação = 15,54 | | | | | | |
| Dia do diâmetro máximo do maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,125000 | 0,5625000 | 0,321 | ***** |
| Linear | 0,99 | 1 | 1,111842 | 1,111842 | 0,635 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,01315789 | 0,01315789 | 0,008 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 8,750000 | 1,750000 | | |
| Coeficiente de variação = 6,19 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 9,000000 | 4,500000 | 1,500 | 0,30882 |
| Linear | 0,95 | 1 | 8,526316 | 8,526316 | 2,842 | 0,15264 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,4736842 | 0,4736842 | 0,140 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 15,00000 | 3,000000 | | |
| Coeficiente de variação = 34,64 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,750000 | 1,375000 | 0,519 | ***** |
| Linear | 0,96 | 1 | 2,631579 | 2,631579 | 0,993 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,1184211 | 0,1184211 | 0,045 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 13,25000 | 2,650000 | | |
| Coeficiente de variação = 36,17 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 2,750000 | 1,375000 | 0,743 | ***** |
| Linear | 0,96 | 1 | 2,631579 | 2,631579 | 1,422 | 0,28651 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,1184211 | 0,1184211 | 0,064 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 9,250000 | 1,850000 | | |
| Coeficiente de variação = 38,86 | | | | | | |
| Fase de crescimento do maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 3,375000 | 1,687500 | 1,125 | 0,39499 |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,006578947 | 0,006578947 | 0,004 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 3,368421 | 3,368421 | 2,246 | 0,19427 |
| Resíduo | | 5 | 7,500000 | 1,500000 | | |
| Coeficiente de variação = 23,90 | | | | | | |

Tabela 24 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis da dinâmica folicular ovariana, nas cabras com quatro ondas foliculares, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Taxa de crescimento do maior folículo da primeira onda folicular | | | | | | |
|---|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,2688138 | 0,1344069 | 1,389 | 0,33127 |
| Linear | 0,92 | 1 | 0,2482546 | 0,2482546 | 2,566 | 0,17009 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,02055921 | 0,02055921 | 0,213 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 0,4837372 | 0,09674745 | | |
| Coeficiente de variação = 31,10 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da segunda onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,05652494 | 0,02826247 | 0,328 | ***** |
| Linear | 0,35 | 1 | 0,01976608 | 0,01976608 | 0,229 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,03675886 | 0,03675886 | 0,426 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 0,4310941 | 0,08621882 | | |
| Coeficiente de variação = 29,93 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da terceira onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,1818576 | 0,09092882 | 2,639 | 0,16510 |
| Linear | 0,40 | 1 | 0,07309942 | 0,07309942 | 2,121 | 0,20506 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,1087582 | 0,1087582 | 3,156 | 0,13581 |
| Resíduo | | 5 | 0,1723090 | 0,03446181 | | |
| Coeficiente de variação = 16,20 | | | | | | |
| Taxa de crescimento do maior folículo da quarta onda folicular | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,1182116 | 0,05910581 | 0,772 | ***** |
| Linear | 0,13 | 1 | 0,01549186 | 0,01549186 | 0,202 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,1027198 | 0,1027198 | 1,341 | 0,29910 |
| Resíduo | | 5 | 0,3828809 | 0,07657618 | | |
| Coeficiente de variação = 26,08 | | | | | | |
| Diâmetro do folículo ovulatório | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 1,703869 | 0,8519345 | 1,357 | 0,35485 |
| Linear | 0,50 | 1 | 0,8437500 | 0,8437500 | 1,344 | 0,31076 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,8601190 | 0,8601190 | 1,370 | 0,30672 |
| Resíduo | | 4 | 2,510417 | 0,6276042 | | |
| Coeficiente de variação = 11,16 | | | | | | |
| Número de ovulações | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 2 | 0,1250000 | 0,06250000 | 0,417 | ***** |
| Linear | 0,05 | 1 | 0,006578947 | 0,006578947 | 0,044 | ***** |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,1184211 | 0,1184211 | 0,789 | ***** |
| Resíduo | | 5 | 0,7500000 | 0,1500000 | | |
| Coeficiente de variação = 18,22 | | | | | | |

Tabela 25 - Resumo da análise de variância aplicada à variável concentração de progesterona plasmática no dia do estro (Dia 0) e nos dias três, sete, 11, 15 e 19 após o estro, nas cabras que manifestaram ciclos estrais de duração normal, em função da concentração de uréia nas dietas

| Dia Zero | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 0,05806258 | 0,01935419 | 1,896 | 0,15843 |
| Linear | 0,18 | 1 | 0,01048683 | 0,01048683 | 1,027 | 0,32131 |
| Quadrático | 0,96 | 1 | 0,04549266 | 0,04549266 | 4,457 | 0,04583 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,002083087 | 0,002083087 | 0,204 | ***** |
| Resíduo | | 23 | 0,2347591 | 0,01020692 | | |
| Coeficiente de variação = 70,79 | | | | | | |
| Dia Três | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1,136539 | 0,3788462 | 0,359 | ***** |
| Linear | 0,25 | 1 | 0,2867823 | 0,2867823 | 0,272 | ***** |
| Quadrático | 0,33 | 1 | 0,08505568 | 0,08505568 | 0,081 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,7647005 | 0,7647005 | 0,725 | ***** |
| Resíduo | | 23 | 24,25751 | 1,054674 | | |
| Coeficiente de Variação = 73,58 | | | | | | |
| Dia Sete | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 10,77872 | 3,592906 | 2,656 | 0,07239 |
| Linear | 0,30 | 1 | 3,191991 | 3,191991 | 2,360 | 0,13814 |
| Quadrático | 0,39 | 1 | 1,051483 | 1,051483 | 0,777 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 6,535245 | 6,535245 | 4,832 | 0,03827 |
| Resíduo | | 23 | 31,11044 | 1,352628 | | |
| Coeficiente de Variação = 20,22 | | | | | | |
| Dia 11 | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 25,55472 | 8,518241 | 3,742 | 0,02521 |
| Linear | 0,21 | 1 | 5,363294 | 5,363294 | 2,356 | 0,13846 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 20,09447 | 20,09447 | 8,826 | 0,00684 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,09695850 | 0,09695850 | 0,043 | ***** |
| Resíduo | | 23 | 52,36370 | 2,276683 | | |
| Coeficiente de Variação = 19,95 | | | | | | |
| Dia 15 | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 27,86843 | 9,289475 | 3,372 | 0,03579 |
| Linear | 0,58 | 1 | 16,07541 | 16,07541 | 5,835 | 0,02405 |
| Quadrático | 0,87 | 1 | 8,127785 | 8,127785 | 2,950 | 0,09929 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 3,665234 | 3,665234 | 1,330 | 0,26057 |
| Resíduo | | 23 | 63,36139 | 2,754843 | | |
| Coeficiente de Variação = 22,88 | | | | | | |
| Dia 19 | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 16,16804 | 5,389346 | 0,732 | ***** |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,02089414 | 0,02089414 | 0,003 | ***** |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 16,04135 | 16,04135 | 2,180 | 0,15926 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,1057969 | 0,1057969 | 0,014 | ***** |
| Resíduo | | 16 | 117,7541 | 7,359629 | | |
| Coeficiente de Variação = 109,15 | | | | | | |

Efeito do fornecimento de uréia na dieta de cabras da raça Alpina sobre a qualidade e o estágio de desenvolvimento embrionário

Tabela 26 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis consumo de MS, PB, EE, lignina e FDN, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| MS | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|-----------------|--------|----------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,07666498 | 0,01277498 | 12,216 | 0,00002 |
| Tratamento | | 3 | 0,01300943 | 0,004336476 | 4,147 | 0,02128 |
| Linear | 0,97 | 1 | 0,01255911 | 0,01255911 | 12,010 | 0,00276 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,000448000 | 0,000448000 | 0,428 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,000002314286 | 0,000002314286 | 0,002 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,01882357 | 0,00104575 | | |
| Coeficiente de Variação = 4,07 | | | | | | |
| PB | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,0008160906 | 0,0001361051 | 13,238 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,0004158947 | 0,0001386316 | 13,493 | 0,00007 |
| Linear | 0,98 | 1 | 0,0004096310 | 0,0004096310 | 39,868 | 0,00000 |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 0,000002615160 | 0,000002615160 | 0,255 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,000003648484 | 0,000003648484 | 0,355 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,0001849447 | 0,00001027471 | | |
| Coeficiente de Variação = 2,76 | | | | | | |
| EE | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,000180182 | 0,00003003036 | 26,031 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,00009679933 | 0,00003226644 | 27,969 | 0,00000 |
| Linear | 1,00 | 1 | 0,00009677088 | 0,00009677088 | 83,884 | 0,00000 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,9902936E-09 | 0,9902936E-09 | 0,001 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,2746175E-07 | 0,2746617E-07 | 0,024 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,00002076535 | 0,00000115363 | | |
| Coeficiente de Variação = 3,76 | | | | | | |
| Lignina | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,00006881297 | 0,00001146883 | 4,139 | 0,00873 |
| Tratamento | | 3 | 0,00005210534 | 0,00001736845 | 6,268 | 0,00422 |
| Linear | 0,70 | 1 | 0,00003637059 | 0,00003637059 | 13,125 | 0,00195 |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 0,00001522054 | 0,00001522054 | 5,493 | 0,030078 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0000005142011 | 0,0000005142011 | 0,186 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,00004987991 | 0,000002771106 | | |
| Coeficiente de Variação = 5,34 | | | | | | |
| FDN | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,03550896 | 0,005918161 | 14,784 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,002268933 | 0,0007563108 | 1,889 | 0,16759 |
| Linear | 0,14 | 1 | 0,0003268727 | 0,0003268727 | 0,817 | ***** |
| Quadrático | 0,89 | 1 | 0,001681192 | 0,001681192 | 4,200 | 0,05529 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0002608678 | 0,0002608678 | 0,652 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,007205594 | 0,0004003108 | | |
| Coeficiente de Variação = 6,10 | | | | | | |

Tabela 27 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis consumo de FDA, MO, NDT, CHO e cinzas, expressos em kg/dia, em função da concentração de uréia nas dietas

| FDA | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,006376023 | 0,001062671 | 7,581 | 0,00036 |
| Tratamento | | 3 | 0,001719490 | 0,0005731634 | 4,089 | 0,02232 |
| Linear | 0,48 | 1 | 0,0008281169 | 0,0008281169 | 5,908 | 0,02575 |
| Quadrático | 0,92 | 1 | 0,0007555761 | 0,0007555761 | 5,390 | 0,03218 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,0001357971 | 0,0001357971 | 0,969 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,002523110 | 0,0001401728 | | |
| Coeficiente de Variação = 6,28 | | | | | | |
| MO | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,06537550 | 0,01089592 | 11,715 | 0,00002 |
| Tratamento | | 3 | 0,007654544 | 0,00255151 | 2,743 | 0,07332 |
| Linear | 0,95 | 1 | 0,007301397 | 0,007301397 | 7,850 | 0,01179 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,0003425899 | 0,0003425899 | 0,368 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,00001055899 | 0,00001055784 | 0,011 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,01674125 | 0,0009300692 | | |
| Coeficiente de Variação = 4,13 | | | | | | |
| NDT | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,03990643 | 0,006651071 | 17,132 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,01037188 | 0,003457293 | 8,905 | 0,00078 |
| Linear | 1,00 | 1 | 0,01035047 | 0,01035047 | 26,661 | 0,00007 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,00001238747 | 0,0000238747 | 0,032 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,000009018103 | 0,000009018103 | 0,023 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,006988112 | 0,0003882284 | | |
| Coeficiente de Variação = 3,62 | | | | | | |
| CHO | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,04810683 | 0,008017804 | 11,806 | 0,00002 |
| Tratamento | | 3 | 0,03001125 | 0,01000375 | 14,731 | 0,00004 |
| Linear | 0,98 | 1 | 0,02949889 | 0,02949889 | 43,437 | 0,00000 |
| Quadrático | 1,00 | 1 | 0,0004969975 | 0,0002949889 | 0,732 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,00001537011 | 0,00001537011 | 0,023 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,01222409 | 0,0006791161 | | |
| Coeficiente de Variação = 4,18 | | | | | | |
| Cinzas | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Semanas | | 6 | 0,0003938605 | 0,00006564342 | 17,909 | 0,00000 |
| Tratamento | | 3 | 0,0002066088 | 0,00006886958 | 18,789 | 0,00000 |
| Linear | 0,96 | 1 | 0,0001975869 | 0,0001975869 | 53,906 | 0,00000 |
| Quadrático | 0,99 | 1 | 0,000006589407 | 0,000006589407 | 1,798 | 0,19666 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 0,000002432456 | 0,000002432458 | 0,664 | ***** |
| Resíduo | | 18 | 0,00006597699 | 0,000003665389 | | |
| Coeficiente de Variação = 5,32 | | | | | | |

Tabela 28 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis duração do estro e intervalo da remoção da esponja ao estro, em função da concentração de uréia nas dietas

| Duração do estro | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 527,6832 | 175,8944 | 0,557 | ***** |
| Linear | 0,01 | 1 | 5,193540 | 5,193540 | 0,016 | ***** |
| Quadrático | 0,67 | 1 | 346,5035 | 346,5035 | 1,098 | 0,31241 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 175,9862 | 175,9862 | 0,558 | ***** |
| Resíduo | | 14 | 4417,089 | 315,5063 | | |
| Coeficiente de Variação = 53,44 | | | | | | |
| Intervalo Esponja-Estro | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 47,72199 | 15,90733 | 0,331 | ***** |
| Linear | 0,16 | 1 | 7,704055 | 7,704055 | 0,160 | ***** |
| Quadrático | 0,42 | 1 | 12,36495 | 12,36495 | 0,257 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 27,65298 | 27,65298 | 0,575 | ***** |
| Resíduo | | 14 | 673,2120 | 48,08657 | | |
| Coeficiente de Variação = 17,03 | | | | | | |

Tabela 29 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis número de estruturas e de embriões, em função da concentração de uréia nas dietas

| Número de estruturas | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 244,0976 | 81,36587 | 1,509 | 0,27154 |
| Linear | 0,00 | 1 | 0,2590618 | 0,2590618 | 0,005 | ***** |
| Quadrático | 0,12 | 1 | 30,00027 | 30,00027 | 0,556 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 213,8383 | 213,8383 | 3,966 | 0,07442 |
| Resíduo | | 10 | 539,1167 | 53,91167 | | |
| Coeficiente de Variação = 76,14 | | | | | | |
| Número de embriões | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 179,3333 | 59,77778 | 1,364 | 0,30919 |
| Linear | 0,04 | 1 | 6,286070 | 6,286070 | 0,143 | ***** |
| Quadrático | 0,42 | 1 | 69,26348 | 69,26348 | 1,581 | 0,23722 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 103,7838 | 103,7838 | 2,369 | 0,15482 |
| Resíduo | | 10 | 438,1667 | 43,81667 | | |
| Coeficiente de Variação = 77,87 | | | | | | |

Tabela 30 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis número e percentagem de embriões viáveis e número e percentagem de embriões excelentes e bons, em função da concentração de uréia nas dietas

| Número de embriões viáveis | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 172,9405 | 57,64683 | 1,900 | 0,19359 |
| Linear | 0,07 | 1 | 12,96411 | 12,96411 | 0,427 | ***** |
| Quadrático | 0,67 | 1 | 103,2084 | 103,2084 | 3,402 | 0,09492 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 56,76802 | 56,76802 | 1,871 | 0,20132 |
| Resíduo | | 10 | 303,4167 | 30,34167 | | |
| Coeficiente de Variação = 76,35 | | | | | | |
| Percentagem de embriões viáveis | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 1485,434 | 495,1446 | 1,495 | 0,27504 |
| Linear | 0,01 | 1 | 16,58042 | 16,58042 | 0,050 | ***** |
| Quadrático | 0,94 | 1 | 1378,085 | 1378,085 | 4,160 | 0,06868 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 90,76857 | 90,76857 | 0,274 | ***** |
| Resíduo | | 10 | 3312,435 | 331,2435 | | |
| Coeficiente de Variação = 21,80 | | | | | | |
| Número de embriões excelentes e bons | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 162,1905 | 54,06349 | 1,958 | 0,18442 |
| Linear | 0,13 | 1 | 20,98401 | 20,98401 | 0,760 | ***** |
| Quadrático | 0,78 | 1 | 105,8912 | 105,8912 | 3,834 | 0,07868 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 35,31532 | 35,31532 | 1,279 | 0,28452 |
| Resíduo | | 10 | 276,1667 | 27,61667 | | |
| Coeficiente de Variação = 77,44 | | | | | | |
| Percentagem de embriões excelentes e bons | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Signif, |
| Tratamento | | 3 | 2529,397 | 843,1324 | 2,849 | 0,09136 |
| Linear | 0,16 | 1 | 398,7155 | 398,7155 | 1,347 | 0,27275 |
| Quadrático | 0,90 | 1 | 1865,423 | 1865,423 | 6,302 | 0,03089 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 265,2583 | 265,2583 | 0,896 | ***** |
| Resíduo | | 10 | 2959,884 | 295,9884 | | |
| Coeficiente de Variação = 22,20 | | | | | | |

Tabela 31 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis concentração de uréia e de glicose no plasma, no dia do estro e da coleta dos embriões, em função da concentração de uréia nas dietas

| Concentração de uréia plasmática antes da alimentação, no dia do estro | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 15,77692 | 5,258974 | 0,065 | ***** |
| Linear | 0,75 | 1 | 11,90838 | 11,90838 | 0,146 | ***** |
| Quadrático | 0,85 | 1 | 1,484142 | 1,484142 | 0,018 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 2,384397 | 2,384397 | 0,029 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 733,3000 | 81,47778 | | |
| Coeficiente de Variação = 25,34 | | | | | | |
| Concentração de uréia plasmática antes da alimentação, no dia da coleta | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 394,9976 | 131,6659 | 0,947 | ***** |
| Linear | 0,06 | 1 | 23,65458 | 23,65458 | 0,170 | ***** |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 359,3750 | 359,3750 | 2,584 | 0,13902 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 11,96802 | 11,96802 | 0,086 | ***** |
| Resíduo | | 10 | 1390,717 | 139,0717 | | |
| Coeficiente de Variação = 30,35 | | | | | | |
| Concentração de uréia plasmática após a alimentação, no dia do estro | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 163,4167 | 54,47222 | 0,208 | ***** |
| Linear | 0,48 | 1 | 78,08130 | 78,08130 | 0,298 | ***** |
| Quadrático | 0,97 | 1 | 80,92703 | 80,92703 | 0,309 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 4,408333 | 4,408333 | 0,017 | ***** |
| Resíduo | | 8 | 2095,250 | 261,9062 | | |
| Coeficiente de Variação = 36,23 | | | | | | |
| Concentração de uréia plasmática após a alimentação, no dia da coleta | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 325,3905 | 108,4635 | 0,634 | ***** |
| Linear | 0,08 | 1 | 26,87456 | 26,87456 | 0,157 | ***** |
| Quadrático | 0,22 | 1 | 43,78439 | 43,78439 | 0,256 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 254,7315 | 254,7315 | 1,489 | 0,25039 |
| Resíduo | | 10 | 1710,967 | 171,0967 | | |
| Coeficiente de Variação = 27,37 | | | | | | |
| Concentração de glicose plasmática antes da alimentação, no dia do estro | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 248,0308 | 82,67692 | 3,426 | 0,06591 |
| Linear | 0,59 | 1 | 147,3881 | 147,3881 | 6,107 | 0,03550 |
| Quadrático | 0,93 | 1 | 82,84979 | 82,84979 | 3,433 | 0,09691 |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 17,79291 | 17,79291 | 0,737 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 217,2000 | 24,13333 | | |
| Coeficiente de Variação = 6,50 | | | | | | |
| Concentração de glicose plasmática antes da alimentação, no dia da coleta | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 27,79762 | 9,265873 | 0,339 | ***** |
| Linear | 0,09 | 1 | 2,448117 | 2,448117 | 0,090 | ***** |
| Quadrático | 0,32 | 1 | 6,419322 | 6,419322 | 0,235 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 18,93018 | 18,93018 | 0,692 | ***** |
| Resíduo | | 10 | 273,4167 | 27,34167 | | |
| Coeficiente de Variação = 7,62 | | | | | | |

Tabela 32 - Resumo da análise de variância aplicada às variáveis concentração de uréia e de glicose no plasma, no dia do estro e da coleta dos embriões, em função da concentração de uréia nas dietas (continuação)

| Concentração de glicose plasmática após a alimentação, no dia do estro | | | | | | |
|--|----------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 407,2000 | 135,7333 | 0,539 | ***** |
| Linear | 0,60 | 1 | 245,6854 | 245,6854 | 0,976 | ***** |
| Quadrático | 0,61 | 1 | 1,378437 | 1,378437 | 0,005 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 160,1362 | 160,1362 | 0,636 | ***** |
| Resíduo | | 9 | 2264,800 | 251,6444 | | |
| Coeficiente de Variação = 22,03 | | | | | | |
| Concentração de glicose plasmática após a alimentação, no dia da coleta | | | | | | |
| Fontes de variação | R ² | G.L. | Soma de quadrado | Quadrado médio | F | Sign. |
| Tratamento | | 3 | 373,1905 | 124,3968 | 0,894 | ***** |
| Linear | 0,39 | 1 | 146,4691 | 146,4691 | 1,052 | 0,32911 |
| Quadrático | 0,71 | 1 | 118,5682 | 118,5682 | 0,852 | ***** |
| Cúbico | 1,00 | 1 | 108,1532 | 108,1532 | 0,777 | ***** |
| Resíduo | | 10 | 1391,667 | 139,1667 | | |
| Coeficiente de Variação = 14,26 | | | | | | |