

VANESSA MARIA NERY SPINELLI

**DINÂMICA FOLICULAR DE ÉGUAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
PROGRAMAS ALIMENTARES**

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

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2002

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

T

S757d  
2002

Spinelli, Vanessa Maria Nery, 1972-

Dinâmica folicular de éguas submetidas a diferentes  
programas alimentares / Vanessa Maria Nery Spinelli.  
– Viçosa : UFV, 2002.  
47 p. : il.

Orientador: Melba Maria Furtado Oliveira Gastal  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de  
Viçosa

1. Eqüino - Reprodução. 2. Eqüino - Nutrição. 3. Eqüino  
- Ovários - Dinâmica folicular. 4. Eqüino - Condição cor-  
poral. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 636.108982

CDD 20.ed. 636.108982

VANESSA MARIA NERY SPINELLI

**DINÂMICA FOLICULAR DE ÉGUAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
PROGRAMAS ALIMENTARES**

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

APROVADA: 26 de Junho de 2002

---

Prof. Juarez Lopez Donzele

---

Prof. Giovanni Ribeiro de Carvalho

---

Prof. Eduardo Leite Gastal  
(Conselheiro)

---

Prof. Orlando Marcelo Vendramini  
(Conselheiro)

---

Profa. Melba Maria Furtado Oliveira Gastal  
(Orientadora)

À minha filha, Taya Spinelli Carvalho, por existir na minha vida.

Ao meu marido André, pelo companheirismo em todos momentos.

Aos meus pais, Luiz Alberto e Maria Lúcia, pelo amor que sempre me dedicaram e pela coragem e fé que me ensinaram a ter para viver.

## AGRADECIMENTO

À professora Melba Maria Furtado Oliveira Gastal e ao professor Eduardo Leite Gastal, pela orientação e ajuda durante todo experimento.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e aos demais professores, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao professor Orlando Marcelo Vendramini, pela co-orientação, pelo apoio, pela amizade e colaboração durante realização do experimento.

Ao Fernando Antônio de Freitas, funcionário responsável pelo Setor de Eqüideocultura, pela ajuda dispensada sempre que solicitada.

À amiga e colega de pós-graduação Adriana Millan, pelas conversas, risadas, solidariedade e ajuda durante todo o curso.

Aos estudantes de graduação Juliana, Sabine, Ana Paula, Clayton, Davi, Tiago e Raquel, por me acompanharem durante dias e noites de trabalho no Setor de Eqüideocultura e por me concederem momentos de alegrias.

Aos funcionários do Setor de Eqüideocultura do DZO-UFV, José Paulo, Sebastião, José Antônio, Donizete, Júlio César, Roberto, Arcínio, Sílvio, Dimas e Bernardo.

Aos colegas Luiz Gustavo, Daniel e Márcio.

Ao professor José Domingos e Eduardo Paulino do Departamento de Veterinária, por terem contribuído com minha formação acadêmica.

À Celeste, funcionária da Coordenação de Pós-Graduação, pela paciência em me atender.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição do DZO, Vera e Fernando.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA

VANESSA MARIA NERY SPINELLI, filha de Luiz Alberto Siqueira Spinelli e Maria Lúcia Siqueira Nery Spinelli, nasceu em Niterói, Rio de Janeiro, em 14 de janeiro de 1972.

Obteve diploma de Médico Veterinário, em 1997, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em 1999, iniciou o programa de Mestrado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

	Páginas
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
Nutrição e metabólitos sanguíneos.....	4
Nutrição e função hipotalâmico-hipofisário.....	6
Nutrição e função ovariana.....	7
Condição corporal e atividade reprodutiva.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Experimento 1.....	12
Animais.....	12
Manejo e dietas experimentais.....	12
Grupos experimentais.....	13
Peso e condição corporal.....	15
Atividade ovariana.....	16

Amostras de sangue.....	16
Outros parâmetros.....	17
Análise estatística.....	17
Estudo complementar do Experimento 1.....	17
Experimento 2.....	17
Animais.....	17
Manejo e grupos experimentais.....	18
Atividade ovariana.....	21
Escore corporal e peso.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
Experimento 1.....	22
Experimento 2.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Composição centesimal das rações experimentais do Experimento 1.....	13
Tabela 2. Composição vitamina - mineral das rações do Experimento 1.....	14
Tabela 3. Composição centesimal dos nutrientes das rações do Experimento 1.....	14
Tabela 4. Valores estimados da dieta ingerida pelos animais do Experimento 1.....	15
Tabela 5. Distribuição dos grupos alimentares de acordo com o manejo alimentar do Experimento 2.....	19
Tabela 6. Composição centesimal dos nutrientes das rações do Experimento 2 .....	20
Tabela 7. Estimativa da ingestão alimentar de cada grupo do Experimento 2.....	20
Tabela 8. Parâmetros reprodutivos de éguas virgens submetidas a dois diferentes tipos de regimes alimentares, Experimento 1.....	24
Tabela 9. Parâmetros reprodutivos de éguas virgens avaliadas com base no escore da condição corporal, Experimento 1.....	29
Tabela 10. Média $\pm$ EPM do peso e da condição corporal das éguas dos três grupos alimentares do Experimento 2 .....	32

Tabela 11. Média $\pm$ EPM dos principais parâmetros reprodutivos foliculares, Experimento 2.....	33
Tabela 12. Parâmetros reprodutivos de éguas submetidas a três tipos de dieta alimentar durante dois ciclos estrais, Experimento 2.....	36

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Média $\pm$ EPM do diâmetro do maior folículo dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.....	25
Figura 2. Média $\pm$ EPM do número total de folículos dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.....	26
Figura 3. Média $\pm$ EPM da concentração de glicose dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.....	27
Figura 4. Média $\pm$ EPM do diâmetro do maior folículo dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 2.....	34
Figura 5. Média $\pm$ EPM do diâmetro de todos os folículos dos grupos de dieta durante o Experimento 2.....	35

## LISTA DE APÊNDICE

	Páginas
Tabela 1A. Resumo da condição corporal de cada égua durante o período experimental 1 .....	43
Tabela 2A. Resumo da condição corporal de cada égua durante o período experimental 2.....	44
Tabela 3A. Resumo do peso corporal de cada égua durante o Experimento 1.....	44
Tabela 4A. Resumo do peso corporal de cada égua durante o Experimento 2.....	45
Tabela 5A. Idade e estágio da atividade reprodutiva de cada égua ao início do Experimento 2.....	46
Tabela 6A. Resumo da ciclicidade de cada égua até dia 17/11 (40 dias) – Experimento 2.....	47
Tabela 7A. Resumo da ciclicidade de cada égua até dia 27/11 (50 dias) – Experimento 2.....	47

## RESUMO

SPINELLI, Vanessa Maria Nery, M.S., Universidade Federal de Viçosa, junho, 2002.  
**Dinâmica folicular de éguas submetidas a diferentes programas alimentares.** Orientadora: Melba Maria Furtado Oliveira Gastal. Conselheiros: Eduardo Leite Gastal e Orlando Marcelo Vendramini.

O objetivo deste estudo foi contribuir para o conhecimento da influência da nutrição sobre a atividade ovariana de éguas. Adicionalmente, observou-se a importância do escore da condição corporal na dinâmica folicular dessa espécie. No Experimento 1, 19 éguas virgens em anestro sazonal foram divididas ao acaso em dois grupos distintos de dieta alimentar: Controle (2% de matéria seca [MS] do peso vivo [PV/animal/dia]) e Restrição (1,59% de MS do PV/animal/dia). Neste experimento, estudaram-se a dinâmica ovariana, caracterizada pelo número de folículos, a taxa de crescimento e o diâmetro do folículo dominante ovulatório. Além disso, foram comparados os intervalos do início do experimento até a primeira ovulação, até o diâmetro folicular atingir  $\geq 30$  mm e o intervalo interovulatório. Os resultados dos intervalos estudados não diferiram entre os dois grupos. Entretanto, as éguas submetidas à restrição alimentar em energia apresentaram no Dia -1 (Dia 0 = ovulação) folículos pré-ovulatórios menores ( $P < 0,02$ ) que as do grupo Controle. Observou-se, ainda, que as éguas com baixa condição corporal ovularam com folículos menores ( $P < 0,007$ ), independentemente do tratamento alimentar a que foram submetidas. No Experimento 2, 21 éguas cíclicas, em fase transicional ou em anestro sazonal, foram aleatoriamente distribuídas em três diferentes grupos de dieta alimentar: Controle (2,25% PV/grupo/dia) e Restrição 40% (1,25% MS do

PV/grupo/dia), Restrição 60% (0,75% MS do PV/grupo/dia). No primeiro ciclo estudado, os valores médios dos diâmetros do segundo ( $20,8 \pm 0,9$ ,  $18,8 \pm 0,7$ ,  $15,8 \pm 0,6$  mm;  $P < 0,02$ ) e terceiro ( $14,0 \pm 1,2$ ,  $13,8 \pm 0,6$ ,  $11,9 \pm 0,5$  mm;  $P < 0,006$ ) folículos/grupo no Dia -1 foram maiores para o grupo Controle que o grupo Restrição 40% e Restrição 60%, respectivamente. No segundo ciclo, estudado separadamente, o diâmetro do segundo folículo no Dia -1 foi maior no grupo Controle ( $P < 0,04$ ), da mesma forma que o terceiro folículo mostrou tendência a maior diâmetro ( $P < 0,06$ ) no grupo Controle. Os resultados demonstraram maior taxa de crescimento folicular ( $P < 0,02$ ) no grupo Controle ( $2,8 \pm 0,27$ mm), quando comparada aos demais grupos (Restrição 40% =  $1,7 \pm 0,4$ mm e Restrição 60% =  $1,8 \pm 0,3$ mm). Foi observado também, no segundo ciclo estudado, que os intervalos até a 2<sup>a</sup> ovulação (Controle =  $32,8 \pm 2,2$ ; Restrição 40% =  $38,2 \pm 2,4$  e Restrição 60% =  $45,0 \pm 4,1$ dias) e até atingir o máximo diâmetro folicular (Controle =  $31,8 \pm 2,2$ ; Restrição 40% =  $36,8 \pm 2,1$  e Restrição 60% =  $42,8 \pm 4,2$  dias) foram menores ( $P < 0,03$  e  $P < 0,02$ , respectivamente) nos grupos Controle e Restrição 40%. Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que o fornecimento de uma dieta, obedecendo as exigências mínimas de manutenção, apresentou efeitos positivos sobre a atividade ovariana de éguas, sendo caracterizada, neste estudo, por menor intervalo para que o folículo dominante ovulatório atinja o máximo diâmetro e a ovulação, maiores taxas de crescimento e maior diâmetro do folículo pré-ovulatório no Dia -1. Além disso, o presente estudo demonstrou o papel da condição corporal sobre a dinâmica ovariana, caracterizada pelo maior desenvolvimento do folículo ovulatório em éguas com alta condição corporal.

## ABSTRACT

SPINELLI, Vanessa Maria Nery, M.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2002.  
**Follicular Dynamics of Mares Submitted to Distinct Feeding Programs.**  
Adviser: Melba Maria Furtado Oliveira Gastal. Committee members: Eduardo Leite Gastal e Orlando Marcelo Vendramini.

The aim of this project was to study the feeding influence on the ovarian activity of mares. Moreover, the effect of the body condition score on the follicular dynamics was analyzed. In Experiment 1, 19 virgin mares in seasonal anestrous were divided randomly in two distinct groups of diet: Control (2% of dry matter (DM) of the body weight (BW/animal/day) and Restriction (1,59% of DM of the BW/animal/day). In this experiment, the follicular dynamic was studied based on the number of follicles, growth rate, and diameter of the dominant ovulatory follicle. The intervals from the beginning of the experiment to the first ovulation until the follicular diameter reached  $\geq 30$  mm and the interovulatory interval were compared. The results of the analyzed intervals did not differ between the two groups. However, the mares submitted to energy feeding restriction presented on Day - 1 (Day 0 = ovulation) smaller preovulatory follicles ( $P < 0,02$ ) than those of the Control group. It was also observed that the mares with low body condition ovulated with smaller follicles ( $P < 0,007$ ), regardless of the feeding diet they were submitted to. In Experiment 2, 21 cyclic, transitional, or anestrous mares were randomly distributed in three different groups of diet: Control (2,25% BW/group/day) Restriction 40% (1,25% DM of BW/group/day), and Restriction 60% (0,75% DM of BW/group/day). The average values of diameter of the second ( $20,8 \pm 0,9$ ,  $18,8 \pm 0,7$ ,  $15,8 \pm 0,6$  mm) and third ( $14,0 \pm 1,2$ ,  $13,8 \pm 0,6$ ,  $11,9 \pm 0,5$  mm) follicle/group on Day -1, were higher ( $P < 0,02$

and  $P < 0,006$ , respectively), in the Control group. The follicular growth rate ( $P < 0,02$ ) in the Control group ( $2,8 \pm 0,27$  mm) was larger than the Restriction 40% ( $1,7 \pm 0,4$  mm) and Restriction 60% ( $1,8 \pm 0,3$  mm) groups. It was also observed that in the second studied cycle, the intervals to the second ovulation and until the follicle reach the maximum diameter were shorter ( $P < 0,03$  and  $P < 0,02$ , respectively) in the Control ( $32,8 \pm 2,2$  and  $31,8 \pm 2,2$  days) and Restriction 40% ( $38,2 \pm 2,4$  and  $36,8 \pm 2,1$  days) than the Restriction 60% ( $45,0 \pm 4,1$  and  $42,8 \pm 4,2$  days) groups.

Based on the results of the present study, it can be suggested that the maintenance diet presents positive effects on the follicle dynamics of mares, since it was observed, for the mares in the Control group, a shorter interval for the dominant ovulatory follicle to reach the maximum diameter and ovulate, a higher growth rate, and a larger diameter of the preovulatory follicle on Day -1.

Moreover, these experiments demonstrated the role of the body condition on the ovarian activity which was characterized by a higher development of the ovulatory follicle in mares with high body condition.

## INTRODUÇÃO

O papel da nutrição na regulação dos processos reprodutivos tem sido documentado em várias espécies mamíferas (BELONJE e VAN NIEKERK, 1975; BROWN, 1994; CAMERON, 1996; HARESIGN, 1981; RHODES et al., 1996; SHILLO, 1992; VAN DEN BRAND et al., 2000). Entretanto, os mecanismos de como esse processo é conduzido não estão devidamente esclarecidos na maioria dos estudos. Trabalhos recentes têm mencionado que o efeito do *status* nutricional na reprodução é decorrente da ação de sinais metabólicos, que são reconhecidos pelo eixo hipotalâmico-hipofisário e servem como índices do *status* metabólico (BARASH et al., 1996; BROWN, 1994). Dentro deste contexto, o sucesso da reprodução depende de adequada quantidade de nutrientes, pois a capacidade reprodutiva cessa antes do animal manifestar sinal de deficiência alimentar (DUNN e MOSS, 1991).

O efeito da nutrição na reprodução tem sido mais estudado por meio da determinação do teor energético da dieta alimentar (SHORT e ADAMS, 1988). Em geral, os resultados têm demonstrado que o déficit de energia na dieta tem provocado diferentes tipos de detrimientos na atividade reprodutiva dos animais estudados. Em ruminantes, os problemas reprodutivos mais correlacionados com níveis energéticos deficientes têm sido: o retardamento para atingir a puberdade em machos e fêmeas; a irregularidade dos ciclos estrais em animais sexualmente maduros; a redução da produção espermática; o prolongamento do período pós-parto; e o anestro em vacas e novilhas cíclicas (GUILBERT, 1942; TOPPS, 1977; SHORT et al., 1990; FERRELL, 1991; SCHILLO, 1992;). A ingestão energética afeta uma variedade de mecanismos endócrinos, neurais e metabólicos, incluindo alterações na secreção dos hormônios gonadotróficos pela hipófise, na sensibilidade

do hipotálamo-hipófise ao estrógeno, bem como na atividade ovariana caracterizada por alteração na secreção hormonal, no desenvolvimento folicular e na ovulação (SHORT e ADAMS, 1988). Resultados de estudo com pôneis demonstraram atraso do retorno à atividade reprodutiva em animais submetidos à alimentação de manutenção (ELLIS e LAWRENCE, 1978). Outros nutrientes, como proteínas, vitaminas, minerais e água, também podem afetar a reprodução, porém seus efeitos não estão bem documentados (SHORT e ADAMS, 1988).

Pesquisas relacionando os efeitos específicos da nutrição na atividade ovariana são escassas ou quase inexistentes na espécie eqüina. Entretanto, em bovinos, vários estudos têm demonstrado o efeito da nutrição na atividade ovariana. Novilhas que receberam dieta rica em energia apresentaram aumento no número e na taxa de crescimento de folículos pequenos (MAURASSE et al., 1985). MURPH et al. (1991) observaram que novilhas submetidas à baixa ingestão alimentar de matéria seca apresentaram menor diâmetro máximo do folículo dominante que os animais tratados com dieta de manutenção e suplementação. Nesse mesmo estudo, os autores verificaram também que as novilhas com restrição alimentar tenderam a apresentar maior número de ciclos estrais com três folículos dominantes. Adicionalmente, a adoção do sistema de fornecimento de elevados níveis alimentares, por curto período antes do início da estação reprodutiva (“flushing”), aumentou as taxas de ovulação em ovelhas, apesar de não ter alterado o diâmetro dos folículos ovarianos pequenos, sugerindo que a nutrição não teve efeito nos estádios iniciais de crescimento e maturação dos folículos (HARESIGN, 1981).

Recente estudo em eqüinos (NAGY et al., 2000) sugeriu que a inatividade reprodutiva sazonal pode ser resultante de uma inibição direta e ativa induzida por sinais como a luminosidade reduzida e a deficiência nutricional. Entretanto, a alimentação suplementar e/ou condição corporal parece estar mais diretamente envolvida no processo sazonal reprodutivo de eqüinos, uma vez que o aumento no número de horas luz diárias não conseguiu ativar prontamente a atividade reprodutiva de éguas subnutridas, independentemente se a subnutrição tenha sido decorrente de inadequada quantidade ou qualidade de alimento, redução do consumo alimentar, inadequada digestão ou absorção (BENGTSSON et al., 1963).

Recentemente, foi demonstrado que o anestro sazonal em éguas jovens é mais precoce que éguas mais velhas (FITZGERALD e MCMANUS, 2000). Além

disso, neste mesmo estudo, as éguas velhas tenderam a exibir ciclicidade reprodutiva durante o período do anestro sazonal. Segundo os últimos autores, este fato pode ter sido decorrente da ação de fatores como: altas concentrações circulantes de hormônios metabólicos, maior peso corporal e porcentagem de gordura corporal nas éguas mais velhas.

Em função do exposto acima, verifica-se que estudos relacionando a alimentação e/ou condição corporal com atividade reprodutiva de éguas são limitados e pouco específicos no que tange aos aspectos da dinâmica folicular ovariana. Dessa forma, a presente pesquisa foi desenvolvida com os objetivos de estudar mais detalhadamente a atividade folicular de éguas submetidas a diferentes tratamentos alimentares e determinar a relação entre a condição corporal e alguns parâmetros foliculares.

## REVISÃO DE LITERATURA

Vários estudos têm mostrado que os principais fatores envolvidos na reprodução de animais domésticos são: o fotoperíodo, a temperatura e a nutrição. Dentre esses fatores, a nutrição tem recebido maior consideração, devido ao fato de os pesquisadores e/ou criadores terem maior acesso a alterações do manejo alimentar (DUNN e MOSS, 1991).

SCHREIHOFER et al. (1993), trabalhando com primatas (macacos *Rhesus*), caracterizaram dois tipos de sinais envolvidos na supressão da atividade central para o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal durante os estádios iniciais do jejum. O primeiro sinal seria uma resposta fisiológica do stress ao jejum, o qual estaria relacionado com a inibição da atividade do eixo reprodutivo, e o segundo envolveria mudanças metabólicas, em consequência do jejum. Esse último sinal resultaria em redução da atividade central para o eixo reprodutivo. Esse autor verificou, ainda, que a precocidade da ação deletéria dos sinais nos estádios iniciais da subnutrição na função reprodutiva é primariamente decorrente do sinal metabólico, e não do estresse causado pela subnutrição. Adicionalmente, HELMREICH et al. (1991) observaram, em primatas, queda nas concentrações circulantes de insulina e hormônio tri-iodotironina, bem como aumento do hormônio de crescimento durante as primeiras horas da falta de alimentação.

### *Nutrição e Metabólitos Sangüíneos*

O período necessário para a desnutrição inibir a atividade reprodutiva parece depender da quantidade de reservas energéticas dos animais (SCHILLO, 1992).

Logo, a disponibilidade de substratos energéticos pode ser considerada um regulador da atividade reprodutiva dos animais. De acordo com BLACHE et al. (2000), uma resposta aguda às mudanças da nutrição envolve uma série de vias alternativas, possivelmente incluindo interações entre insulina, leptina e substratos energéticos.

A leptina, um hormônio protéico produzido pelos adipócitos e modulado pelo gen (*ob/ob*), fornece uma explicação bioquímica de como o cérebro é capaz de detectar o nível de gordura no corpo, o qual tem sido considerado um importante determinante para o início da atividade reprodutiva, em humanos (FOSTER e EBLING, 1998). Segundo HOUSEKNECHT et al. (1998), a leptina estimula a liberação de LH em roedores ovariectomizados, indicando seu efeito estimulatório em nível de hipófise anterior e hipotálamo. Porém, o mecanismo pelo qual este hormônio estimula diretamente a função gonadotrófica não é conhecido, mas sabe-se que receptores da leptina estão presentes em múltiplos tecidos, inclusive nos órgãos reprodutivos, hipófise anterior e cérebro (HOUSEKNECHT et al., 1998). Segundo KAUTER et al. (2000), a leptina parece alterar as concentrações sanguíneas de glicose e insulina em humanos.

Em eqüinos, o jejum agudo por 24 horas mostrou queda nas concentrações plasmáticas de leptina, porém nenhuma alteração foi detectada nas secreções de gonadotrofinas e prolactina (McMANUS e FITZGERALD, 2000). Estudo mais recente (GENTRY e THOMPSON, 2002) mostrou menor concentração de leptina em éguas com baixo escore da condição corporal, quando comparadas àquelas com elevada condição corporal. Entretanto, nesse mesmo estudo foi observado um declínio na concentração de leptina nas éguas de adequada condição corporal nos meses de inverno.

SCHNEIDER e WADE (1989) reportaram que o bloqueio da glicogenólise e da oxidação de ácidos graxos cessou o ciclo estral em hamster obesos. Semelhantemente, EL-AZAB et al. (1993) observaram que a baixa ingestão de energia resultou em baixas concentrações séricas de glicose em vacas, o que ocasionou a inatividade ovariana. Nesse último estudo, os folículos ovarianos não se desenvolveram até a maturidade e tornaram-se atrésicos. Este achado aponta a glicose como forte candidata a ser o sinal metabólico entre nutrição e reprodução (BLACHE et al., 2000). A utilização de animais hipoglicêmicos tem sido uma

alternativa para se determinar o efeito da glicose na atividade reprodutiva (BLACHE et al., 2000). Em ovelhas, a hipoglicemia provocada por insulina exógena resultou na inibição da secreção de hormônio luteinizante (LH). Entretanto, a administração posterior de glicose reverteu o efeito e estimulou a secreção de LH. Recente estudo em marrãs (VAN DER BRAND et al., 2000) demonstrou que os níveis de consumo de energia e a concentração sanguínea de glicose estiveram relacionados com a frequência de pulsos de LH. Resultados semelhantes foram obtidos por BUCHOLTZ et al. (1988), quando os níveis de glicose aumentaram a secreção de LH em ovelhas ovariectomizadas submetidas à restrição alimentar.

Em carneiros maduros, curtos períodos de aumento da ingestão alimentar levaram a mudanças nas concentrações sanguíneas de glicose, insulina, leptina e alguns aminoácidos no fluido cérebro-espinhal, aumentando, assim, a frequência do LH pulsátil (BLACHE et al., 2000). Porém, em tratamento de superalimentação a longo prazo, o efeito da dieta passou a ser independente do mecanismo do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), passando a agir diretamente sobre os testículos (Lindsay et al., 1993, citados por BLACHE et al., 2000), em razão, provavelmente, de os testículos apresentarem receptores para IGF-I e hormônio do crescimento. Assim, o eixo somatotrófico poderia mediar o efeito da nutrição no testículo, fato que poderia também ocorrer nos ovários (MONGET e MARTIN, 1997).

#### *Nutrição e Função Hipotalâmico-Hipofisária*

A subnutrição reduz a secreção de hormônio liberador de LH (LHRH) via hipotálamo, cujos mecanismos para secreção não estão bem caracterizados (SCHILLO, 1992). Segundo este autor, alguns constituintes da dieta podem afetar parte dos sinais metabólicos que influenciam a produção e/ou liberação de LH e hormônio folículo estimulante (FSH).

TOKASH et al. (1992) observaram, em suínos, correlação positiva entre insulina e concentrações pulsáteis de LH, sugerindo que este hormônio seria o intermediário entre as funções nutricional e reprodutiva. Adicionalmente, observou-se que a insulina exógena diminuiu a atresia folicular (MATAMOROS et al., 1991) e aumentou as taxas de ovulação (COX et al., 1987) em porcas pré-púberes.

Em ovinos, MILLER et al. (1998) verificaram que a secreção de gonadotrofinas, estimulada pela nutrição, foi acompanhada por flutuações das concentrações de insulina, ou seja, quando o *status* nutricional aumentou, a insulina e, possivelmente, a glicose interagiram para modular a secreção de GnRH.

Em novilhas, o efeito da restrição alimentar na atividade reprodutiva parece ser mediado pelo decréscimo da liberação de LHRH do hipotálamo, resultando na supressão da secreção pulsátil de LH pela hipófise (RHODES et al., 1996). Estes achados concordam com IMAKAWA et al. (1987), que observaram menor número de pulsos de LH em novilhas ovariectomizadas, livre da ação de estrógenos, e submetidas à dieta de restrição. A importância da alta frequência da secreção de LH pulsátil na fase final da maturação dos folículos ovarianos tem sido mencionada por vários pesquisadores (HANSEL e CONVEY, 1983; KINDER et al., 1987; RANDEL, 1990). Novilhas submetidas a baixos planos nutricionais durante o período pré-púbere têm, provavelmente, o sistema endócrino reprodutivo imaturo, provocando atraso na puberdade (DAY et al., 1986; KURZ et al., 1990; BERGFELD et al., 1994), o que, possivelmente, esteja relacionado à resposta da secreção do LH ao *feedback* negativo do estradiol (DAY et al., 1984). Novilhas submetidas à dieta com energia limitada apresentaram aumento dos pulsos e da frequência de LH em um ritmo mais lento, quando comparadas àquelas alimentadas com dieta à base de manutenção (DAY et al., 1986). A resposta ao *feedback* negativo do estradiol diminuiu após o início da alimentação de uma dieta com alto teor de energia (DAY et al., 1984).

Em primatas, o jejum curto pode ocasionar a supressão de gonadotrofinas, antes mesmo de qualquer mudança no peso corporal. Além disso, verificou-se que o aumento na secreção de hormônios gonadotróficos ocorreu após a elevação da ingestão nutricional calórica (CAMERON, 1996).

### *Nutrição e Função Ovariana*

Em novilhas de corte, folículos dominantes com diâmetros menores estiveram associados com reduzidas concentrações circulantes de estradiol, quando alimentadas com baixo teor energético, comparado àquelas alimentadas com alta energia na dieta (BERGFELD et al., 1994). Maior concentração de estradiol no fluido folicular foi encontrada em novilhas que ganharam peso, em comparação àquelas que apenas mantiveram ou que perderam peso corporal (Spicer et al., 1991,

citados por RHODES, 1996). HARESIGN (1981) não observou alteração no diâmetro dos folículos ovarianos pequenos, em novilhas que receberam diferentes níveis de energia, levando o autor a sugerir que a nutrição não teve efeito nos estádios iniciais do crescimento folicular, bem como na maturação dos folículos. Por outro lado, MURPH et al. (1991) observaram que novilhas submetidas à baixa ingestão alimentar apresentaram diâmetro máximo do folículo dominante menor que os animais que receberam dietas de manutenção ou suplementação. Além disso, esses últimos autores observaram maior número de folículos dominantes nos dois últimos grupos. Curto período de elevados níveis alimentares antes da estação reprodutiva (“flushing”) aumentou as taxas de ovulação de ovelhas, por prevenir a atresia do maior folículo (HARESIGN, 1981). Este procedimento tem sido muito utilizado por produtores de ovelhas antes ou logo após o início da estação reprodutiva (SMITH, 1988).

Segundo IMAKAWA et al. (1986) e RICHARDS et al. (1989), o início do anestro por restrição nutricional em vacas ocorreu após perda de aproximadamente 20% no peso corporal. O balanço energético negativo, provocado por restrição crônica de alimentação, originou decréscimo linear no diâmetro máximo dos sucessivos folículos dominantes e, eventualmente, resultou em anestro (RHODES et al., 1996). Por outro lado, dieta rica em energia acelerou a taxa de crescimento de folículos de menor diâmetro e limitou o crescimento dos folículos com diâmetro entre 3,7 e 8,6 mm (MAURASSE et al., 1985). PERRY et al. (1991) reportaram que a subnutrição afetou o crescimento folicular somente em vacas que apresentaram escore corporal baixo ao parto. Novilhas tratadas com dieta rica em energia apresentaram uma cronologia do desenvolvimento folicular mais precoce que as alimentadas com baixa energia (BERGFELD et al., 1994). Adicionalmente, estudo recente com restrição alimentar aguda, em novilhas, mostrou redução da taxa de crescimento e do máximo diâmetro de folículos dominantes, além de ter resultado na deficiência de folículos dominantes em ovular (MACKEY et al., 1999).

Estudos associando nutrição e atividade folicular ovariana na espécie equina não foram encontrados na literatura revisada.

### *Condição corporal e atividade reprodutiva*

Estudos têm revelado que a baixa condição corporal está, geralmente, associada à redução das taxas de concepção e longos intervalos do parto ao primeiro estro. Todavia, a relação entre condição corporal e fatores nutricionais para manutenção é pouco entendida em vacas (WAGNER et al., 1988) e com escassos estudos em éguas. Diferenças observadas nos requerimentos energéticos para manutenção entre vacas magras e gordas podem refletir em diferenças no nível de alimentação ingerida e estágio de produção (Armstrong e Blaxer, 1984, citados por WAGNER et al., 1988).

Segundo SCHILLO (1992), mudanças na gordura corporal de bovinos foram associadas às mudanças na atividade reprodutiva. No entanto, não se observou relação direta da gordura corporal na secreção de LHRH. De acordo com MILLER et al. (1998), é possível que “combustíveis” metabólicos circulantes e hormônios metabólicos forneçam mensagens sobre o *status* nutricional do animal para as células produtoras de GnRH.

Uma variedade de sistemas subjetivos de escores tem sido desenvolvida para caracterizar a condição corporal em bovinos (Lowmam et al., 1976; Cantrell et al., 1976; Cantrell et al., 1982, citados por WAGNER et al., 1988). Em eqüinos, o sistema desenvolvido por HENNEKE et al. (1983) tem sido o mais utilizado. O referido sistema avalia a condição corporal em escala de escore que varia de um (éguas extremamente magras) a nove (éguas extremamente gordas), com base na avaliação do percentual de gordura nas seguintes regiões do corpo: cernelha, paleta e estruturas do pescoço, tuberosidade coxal e isquiática, processos espinhosos e transversos das vértebras lombares, costelas e cauda. HENNEKE et al. (1984) verificaram que éguas solteiras e virgens no início da estação reprodutiva com escore corporal <5,0 apresentaram maior intervalo do primeiro cio à primeira ovulação, quando comparadas às éguas com escore ≥5,0. Adicionalmente, o número médio de ciclos/concepção foi maior nas éguas com escore <5,0.

A alimentação suplementar e/ou condição corporal exerce papel fundamental no processo sazonal reprodutivo de eqüinos, uma vez que foi demonstrado que o aumento do número de horas luz por dia não conseguiu ativar, prontamente, a atividade reprodutiva de éguas subnutridas (BENGTSSON et al., 1963).

Recentemente, foi demonstrado que o anestro sazonal em éguas jovens foi mais precoce que em éguas mais velhas (FITZGERALD e MCMANUS, 2000). Além disso, éguas mais velhas tenderam a exibir atividade reprodutiva contínua durante o período de anestro sazonal. Segundo os mesmos autores, este fato pode ser explicado pela ação de fatores como altas concentrações circulantes de hormônios metabólicos, peso corporal e porcentagem de gordura corporal nas éguas mais velhas.

Anestro em vacas não lactantes que perderam peso e escore corporal esteve associado à queda da frequência do LH pulsátil (RICHARDS et al., 1989). Em adição, estudos têm demonstrado correlação positiva entre concentrações e amplitude dos pulsos de LH e as mudanças de peso corporal (IMAKAWA et al., 1986; CABRAL, 1998). Adicionalmente, dieta deficiente e baixa condição corporal reduziram as concentrações de progesterona e, conseqüentemente, as taxas de fertilidade, em fêmeas bovinas (IMAKAWA et al., 1986), e as taxas de concepção em éguas (HENNEKE et al., 1984). CABRAL (1998) salientou que somente vacas com escore corporal levemente inferior a ótimo respondem à suplementação alimentar, apresentando melhorias na *performance* reprodutiva. Vacas extremamente magras ou com escore corporal ótimo ou obesas não apresentaram diferenças na *performance* reprodutiva, quando submetidas a altos níveis nutricionais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi dividido em dois experimentos desenvolvidos no período da estação transicional do anestro sazonal e da estação reprodutiva (agosto a dezembro de 1999 e 2000).

### 1. Local

O experimento foi realizado no Setor de Eqüideocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais (latitude 20°45'14").

### 2. Metodologia

#### Animais

Éguas mestiças da Raça Bretão Postier com idade média de 3 a 15 anos e peso corporal entre 200 e 500 kg foram utilizadas no presente estudo.

#### Manejo dos animais

Previamente ao período experimental, os animais foram vermifugados e condicionados ao sistema de manejo, o qual consistiu de permanência em áreas restritas, cercadas com tela de arame. Os currais foram providos de bebedouros e cocho para volumoso/ração e sal mineral.

## Experimento 1

### Animais

Dezessete éguas virgens, mestiças da Raça Bretão Postier, com idade média de 3 anos e peso corporal entre 200 e 400 kg foram utilizadas neste experimento. Todas as éguas estavam em anestro e foram selecionadas para o experimento, com base na ausência de folículos  $\geq 20$  mm e corpo lúteo nos ovários, por meio de exames ultra-sonográficos (GINTHER, 1995).

### Manejo e dietas experimentais

Previamente ao período experimental, os animais foram condicionados ao novo sistema de manejo e alimentação durante, aproximadamente, 22 dias. A partir do 23º dia (dia 13 de agosto), iniciou-se o período experimental, com avaliação dos principais parâmetros foliculares durante cinco meses.

O volumoso, capim-napier picado (*Pennisetum purpureum*), e o concentrado (ração comercial<sup>1</sup>) foram fornecidos em cochos individuais, onde as éguas foram mantidas confinadas para consumirem toda alimentação, durante um período máximo de 5 horas, diariamente. Após cada período de alimentação, as éguas permaneceram soltas em piquetes de 30 x 80 m, com água e sal mineral “ad libitum”. As rações experimentais foram formuladas à base de milho, soja, melaço e suplementação vitamínica (Tabelas 1 e 2) de forma que o teor de proteína fosse semelhante para ambos os grupos e o teor energético, reduzido para o grupo de restrição. A composição centesimal dos nutrientes das rações está descrita na Tabela 3.

---

<sup>1</sup>Nutroeste - Nutrição Animal, Av.Anhanguera, 15704, Setor Santos Dumont, Goiânia, GO – CEP: 74463-350 – Fone (062) 297-1215.

## Grupos experimentais

As éguas foram distribuídas de forma inteiramente casualizada (sorteio), em dois grupos de dieta: Controle (n=8) e Restrição (n=9). As éguas do grupo controle ingeriram o correspondente a 1% da média do peso vivo/animal de volumoso + 1% do peso vivo/animal de concentrado contendo 13% de proteína bruta. As éguas do grupo Restrição ingeriram o correspondente a 1% da média do peso vivo/animal de volumoso + 0,59% do peso vivo/animal de concentrado contendo 22% de proteína bruta, com base no NRC (1989).

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais do Experimento 1

Ingredientes	Grupos	
	Controle (n = 8)	Restrição (n = 9)
Milho	84	60
Concentrado protéico <sup>1</sup>	14	38
Melaço	02	02
Total	100	100

<sup>1</sup>Fosfato bicálcico 18%, calcita, óxido de magnésio, flor de enxofre, cloreto de potássio, sal comum, óxido de zinco, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio, farelo de soja e vitamina A.

Tabela 2 - Composição vitamina-mineral das rações (em 1.000 g) do Experimento 1

Nutrientes	Quantidade
Magnésio (g)	1,5
Enxofre (g)	0,5
Potássio (g)	5,0
Sódio (g)	2,0
Zinco (mg)	70,0
Cobre (mg)	12,5
Manganês (mg)	17,5
Cobalto (mg)	0,9
Iodo (mg)	1,8
Selênio (mg)	0,2
Vitamina A (UI)	5000

Tabela 3 - Composição centesimal dos nutrientes das rações do Experimento 1

Nutrientes	Grupos			
	Controle (n = 8)		Restrição (n = 9)	
	Ração concentrada	Volumoso	Ração concentrada	Volumoso
Matéria-seca (%)	87,6	37,0	88,8	37,0
Umidade (%)	12,4	11,8	11,2	11,8
Proteína bruta (%)	13,5	1,8	22,0	1,8
Energia digestível na MS (kcal/kg)	3400,0	1400,0	3650,0	1440,0
Energia bruta (kcal/kg)	3649,0		3845,0	
Cálcio (%)	0,8		0,8	
Fósforo (%)	0,4		0,4	

A análise do volumoso foi realizada, semanalmente, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Na Tabela 4, podem-se observar as quantidades estimadas ingeridas do volumoso, concentrado, proteína e energia pelos animais dos dois grupos experimentais.

Tabela 4 - Valores estimados da dieta ingerida pelos animais do Experimento 1

	Grupos					
	Controle (n = 8)			Restrição (n = 9)		
	MN (kg)	PB (g)	ED (Mcal)	MN (kg)	PB (g)	ED (Mcal)
Volumoso	10,8	72,5	5,8	10,8	72,5	5,8
Ração concentrada	4,0	520,0	13,6	2,4	520,0	9,0
Total	14,8	592,0	19,4	13,2	592,5	14,8

#### Peso e condição corporal

Os animais foram pesados, semanalmente, antes do fornecimento da alimentação, em balança apropriada para pesagem de grandes animais. Os cálculos para determinação da quantidade de matéria seca/dia/égua foram realizados considerando-se a média de três pesagens semanais anteriores.

A condição corporal foi determinada segundo sistema de escores, com escala variando de 1 (extremamente magra) a 9 (obesa), segundo HENNEKE et al. (1983), e foi avaliada a cada 15 dias até a segunda ovulação de cada égua.

## Atividade ovariana

Os ovários foram examinados a cada três dias, desde o início do experimento até as duas primeiras ovulações consecutivas, por meio de ultra-sonografia transretal (GINTHER, 1995). Utilizou-se um aparelho de ultra-sonografia (Aloka SSD-500V, Aloka, Wallingford, CT) acoplado a um transdutor linear transretal com 5,0 MHz. Todos os folículos foram contados e mensurados, porém não se manteve a identificação individual de cada folículo. O número de folículos por égua foi determinado de acordo com as seguintes classes previamente estabelecidas: a) Classe 1, folículos <15 mm; b) Classe 2, folículos entre 16 e 25 mm; e c) Classe 3, folículos  $\geq$  26 mm). Após a detecção de um folículo >25 mm, as éguas foram examinadas diariamente até a ovulação (GINTHER, 1995). O diâmetro máximo folicular atingido e o diâmetro do folículo ovulatório no dia precedente à ovulação foram registrados. A taxa de crescimento do folículo ovulatório foi determinada pelo somatório das diferenças do diâmetro folicular, mensurado em dias subseqüentes, dividido pelo número de intervalos envolvidos. Registraram-se, também, o número de ondas foliculares e cada onda folicular foi definida como a emergência de um grupo de folículos que cresceram paralelamente (GINTHER, 1995).

## Amostras de sangue

Amostras de sangue foram coletadas a cada três dias, no período da manhã, quando os animais ainda se encontravam em jejum para determinação das concentrações séricas de glicose. As coletas foram realizadas por meio de punção da veia jugular utilizando o sistema de tubos com vácuo e fluoreto. A seguir as amostras foram centrifugadas.

As concentrações plasmáticas de glicose foram determinadas espectrofotometricamente pelo método oxidase-peroxidase anti-oxidase usando um Kit comercial (Glicose GOD – ANA, LABTEST Diagnóstica S.A, Brasil, 1997). A análise foi realizada imediatamente ou até 4 horas após a coleta do sangue, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

## Outros parâmetros

Os intervalos em dias do início do experimento até a ovulação, até o maior folículo atingir 30 mm e o intervalo interovulatório, foram registrados.

## Análise estatística

Os parâmetros estudados foram avaliados por meio da análise de variância para dados seqüenciais (SAS, 1990). Diferenças entre as médias dos grupos experimentais foram comparadas pelo teste de comparação múltipla de Duncan ou pelo test-t de Student.

### Estudo complementar do Experimento 1

Com o intuito de se avaliar o efeito da condição corporal sobre a atividade folicular, os animais do Experimento 1 foram re-classificados de acordo com o escore da condição corporal, o qual foi determinado com base na média das avaliações realizadas antes da primeira ovulação de cada égua. Os dois grupos foram: a) Grupo 1 = escore corporal  $\geq 5$  e b) Grupo 2 = escore corporal  $< 5$ . Após essa classificação, os parâmetros foliculares foram re-analisados da mesma forma que o Experimento 1.

### Experimento 2

#### Animais

Foram utilizadas 21 éguas mestiças da Raça Bretão Postier. Sendo treze com idade média de 4 anos e oito com idade variando entre 9 e 15 anos. As éguas apresentaram escore corporal variando entre 4,5 e 8,5 (HENNEKE et al., 1983) e peso corporal médio de 400 kg.

Os animais foram selecionados por meio de exames ultra-sonográficos transretais, a fim de se determinar a fase do ciclo estral, com base nas características ultra-sonográficas do ovário e do útero. Foram selecionadas éguas cíclicas, caracterizadas pela presença de folículos pré-ovulatórios e/ou corpo lúteo; éguas na fase de transição, caracterizadas pela presença de múltiplos folículos  $\geq 25$

mm; e éguas acíclicas, caracterizadas pela presença de folículos  $\leq 20$  mm e ausência de corpo lúteo.

### Manejo e grupos experimentais

As éguas do presente experimento foram distribuídas em três grupos de diferentes tratamentos qualitativos de alimentação e sete repetições. Os grupos foram: 1) Controle - recebendo dieta de manutenção, de acordo com NRC (1989); 2) Restrição 40% - dieta suprimindo 60% da exigência nutricional de manutenção diária; 3) Restrição 60% - suprimindo 40% da necessidade de manutenção diária.

A distribuição foi realizada de forma que os grupos apresentaram homogeneidade com relação à atividade ovariana, ao escore corporal, peso corporal e à idade.

As éguas foram submetidas a um período de adaptação ao confinamento e à dieta por 10 dias. Cada grupo de sete animais foi mantido em piquete de 20 x 20 m cercado por telas. Os animais receberam alimentação em grupo e tiveram livre acesso à água e ao sal mineral. Durante o período de adaptação, todos os grupos receberam feno de transvala (*Digitaria decumbens*), correspondente a 1,25% da média do peso vivo/grupo (400 kg). A ração concentrada<sup>1</sup> foi introduzida em uma porcentagem média de 0,25% da média do peso vivo dos animais (1 kg PV/animal/dia). A partir do 10<sup>o</sup> dia (27 de setembro), iniciou-se o manejo alimentar experimental, descrito na Tabela 5. As composições das rações experimentais dos grupos estão ilustradas nas Tabelas 6 e 7.

O período experimental foi estimado em 50 dias após o início do tratamento alimentar, a fim de acompanhar duas ondas foliculares. No entanto, em função do estresse alimentar, foram feitas algumas adaptações no 40<sup>o</sup> dia para liberação de alguns animais: éguas que ovularam nos primeiros 25 dias após o tratamento tiveram mais 25 dias de permanência no experimento, com intuito de se acompanhar mais uma onda folicular durante o intervalo interovulatório médio (21 a 22 dias) da espécie, o que resultou em um período experimental de 50 dias. Aquelas éguas

---

<sup>1</sup>Ração Comercial Superform, Royal Horse-Brasil, Rua Pompéia, 756, São Paulo, SP – CEP: 0525-010.

que não ovularam pela segunda vez, entre 25 e 50 dias pós-tratamento, foram liberadas do experimento. Éguas que não ovularam nos primeiros 25 dias após o início do experimento tiveram mais 15 dias de permanência no experimento, resultando em um período experimental de 40 dias. Em caso de não ocorrência de ovulação durante esse período, a égua era automaticamente liberada aos 40 dias.

Tabela 5 - Distribuição dos grupos alimentares, de acordo com o manejo alimentar do Experimento 2

		Grupos		
		Controle (n=7) PV~400 kg	Restrição 40% (n=7) PV~400 kg	Restrição 60% (n=7) PV~400 kg
Alimento				
Volumoso				
	%PV	1,25	1,25	0,75
	kg	35,00	35,00	21,00
Regime alimentar (kg)				
	Manhã	10,00	10,00	7,00
	Tarde	10,00	10,00	7,00
	Noite	15,00	15,00	7,00
Ração concentrada				
	% PV	1,00	—	—
	kg	4,00	—	—
Regime alimentar (kg)				
	Manhã	10,00	—	—
	Tarde	10,00	—	—
	Noite	8,00	—	—

Tabela 6 - Composição centesimal dos nutrientes das rações (Experimento 2)

Nutrientes	Grupos					
	Controle (n=7)		Restrição 40% (n=7)		Restrição 60% (n=7)	
	Ração concentrada	Volumoso	Ração concentrada	Volumoso	Ração concentrada	Volumoso
MS (%)	100	90	–	90	–	90
PB (%)	11	5,25	–	5,25	–	5,25
ED (mcal)	3,28	3,8	–	3,8	–	3,8

Tabela 7- Estimativa da ingestão alimentar diária individual de cada grupo (Experimento2)

Nutrientes	Grupos		
	Controle (n=7)	Restrição 40% (n=7)	Restrição 60% (n=7)
<u>Volumoso</u>			
Matéria-seca (kg)	4,6	4,6	2,8
Proteína bruta (g)	266,8	266,8	160,0
Energia digestível (Mcal)	8,28	8,28	5,32
<u>Ração concentrada</u>			
Matéria-seca (kg)	3,4	–	–
Proteína bruta (g)	382,8	–	–
Energia digestível (Mcal)	13,1	–	–

## Atividade ovariana

As éguas foram examinadas desde o primeiro dia do período de adaptação experimental, por meio de exames ultra-sonográficos. Utilizou-se um aparelho de ultra-sonografia (Aloka 500-V) acoplado a um transdutor linear transretal de 5 MHz. Até o 10º dia do período de adaptação experimental, o exame ultra-sonográfico foi realizado com o objetivo de detectar a presença de um folículo pré-ovulatório e a detecção da ovulação. Dessa forma, durante esse período, apenas os animais com folículos pré-ovulatórios foram diariamente examinados.

A partir do primeiro dia do experimento, todas as éguas foram examinadas diariamente e o diâmetro dos quatro maiores folículos de cada ovário foi registrado, com base na média da largura e altura, determinada por meio da imagem ultra-sonográfica “congelada” da área máxima do folículo, com o auxílio dos marcadores de mensuração do aparelho de ultra-som (GINTHER, 1995). Vale salientar, entretanto, que apenas a individualidade dos três maiores folículos foi preservada no presente estudo, por meio do mapeamento diário (GASTAL et al., 1997).

## Escore corporal e peso

Os animais foram pesados semanalmente, à semelhança do que foi realizado no Experimento 1. Os cálculos para determinação da quantidade de matéria seca/dia/grupo foram realizados considerando-se a média das três pesagens semanais anteriores por grupo.

A condição corporal foi determinada utilizando o mesmo sistema (HENNEKE et al., 1983) e obedecendo a mesma frequência do Experimento 1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

Os resultados do presente experimento foram analisados nos dois ciclos estrais estudados separadamente ou agrupados (Tabela 8).

O intervalo em dias do início do experimento até a primeira ovulação, o intervalo interovulatório e o intervalo para o folículo dominante atingir um diâmetro  $\geq 30$  mm não difeririam ( $P > 0,05$ ) entre os grupos Controle e Restrição em cada ciclo (Tabela 8). Similarmente, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos Controle e Restrição para o número de ondas foliculares ( $1,9 \pm 0,2$  e  $2,6 \pm 0,4$ ;  $1,5 \pm 1,2$  e  $1,1 \pm 1,1$ ) por ciclo, respectivamente. A taxa de crescimento folicular não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os grupos nos dois ciclos estudados separadamente (Tabela 8). O número de folículos distribuídos nas diferentes classes (Classe 1 =  $13,9 \pm 0,8$  e  $12,0 \pm 0,6$  mm; Classe 2 =  $3,5 \pm 0,3$  e  $3,6 \pm 0,2$  mm; Classe 3 =  $1,3 \pm 0,0$  e  $1,4 \pm 0,0$  mm) no primeiro ciclo também não diferiu entre os grupos Controle e Restrição, respectivamente. Independentemente da classe, o número de folículos foi similar entre os dois grupos experimentais ( $16,2 \pm 0,6$ , Controle e  $14,8 \pm 0,4$ , Restrição). O perfil do maior folículo e do número de folículos para cada grupo, durante todo período experimental, estão ilustrados nas Figuras 1 e 2. O diâmetro médio do maior folículo determinado entre os Dias  $-7$  e  $-1$  (Dia 0 = ovulação) não foi estatisticamente diferente ( $P > 0,05$ ) entre os grupos Controle ( $45,3 \pm 0,8$  e  $43,3 \pm 1,0$  mm) e Restrição ( $42,3 \pm 0,7$  e  $41,4 \pm 0,9$  mm; Tabela 8), no 1º e 2º períodos, respectivamente. Porém, quando os resultados dos dois ciclos estrais foram combinados (Tabela 8), detectou-se que o diâmetro do maior folículo no Dia  $-1$  foi

maior ( $P < 0,02$ ) nas éguas do grupo Controle ( $49,3 \pm 1,0$  mm) que nas éguas do grupo Restrição ( $45,4 \pm 1,1$  mm). Estes resultados se assemelham aos encontrados por RHODES et al. (1996), que observaram diâmetros dos folículos dominantes menores no grupo de vacas com restrição na dieta alimentar. Além disso, foi detectada correlação positiva entre o escore corporal e o máximo diâmetro do maior folículo no primeiro ( $r=0,65$ ;  $P < 0,006$ ) e segundo ( $r=0,83$ ;  $P < 0,0001$ ) ciclos estrais, ou seja, quanto maior o escore corporal, maior o diâmetro do folículo pré-ovulatório. Estes resultados, novamente, foram semelhantes aos de RHODES et al. (1996), os quais observaram que as mudanças na massa corporal e condição corporal foram linearmente associadas às mudanças das características ovarianas. Por outro lado, PERRY et al. (1991) verificaram que a dieta de restrição afetou apenas o crescimento folicular de vacas que apresentaram baixo escore corporal ao parto.

As concentrações séricas de glicose (Tabela 8; Figura 3) não foram estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ) entre os grupos Controle ( $84,4 \pm 1,2$  mL/dL) e Restrição ( $82,6 \pm 1,5$  mL/dL), provavelmente em função de a coleta de sangue ter sido realizada com as éguas em jejum de 12 horas. Entretanto, EL-AZAB et al. (1993) coletando amostras após a alimentação, observaram correlação entre as concentrações séricas de glicose e o desenvolvimento dos folículos ovarianos em vacas.

Tabela 8 - Parâmetros reprodutivos de éguas virgens submetidas a dois diferentes tipos de regimes alimentares (Experimento 1)

Parâmetros	Controle (n=8)	Restrição (n=9)	Valor de "P"	CV
<u>Intervalos (dias)</u>				
À1ª Ovulação	42,2 ± 3,5	46,4 ± 8,1	NS	40,4
Interovulatório	22,9 ± 1,0	22,9 ± 1,7	NS	21,4
Folículo dominante ≥ 30 mm				
1º Período	33,4 ± 3,3	26,3 ± 3,8	NS	25,7
2º Período	7,5 ± 0,8	8,8 ± 0,7	NS	35,0
<u>Folículo dominante (mm)</u>				
Diâmetro médio				
1º Período	45,3 ± 0,8	42,3 ± 0,7	NS	5,5
2º Período	43,3 ± 1,0	41,4 ± 0,9	NS	5,9
No Dia -1				
1º Período	49,8 ± 1,3	44,8 ± 1,4	NS	8,8
2º Período	48,9 ± 1,5	46,2 ± 2,0	NS	9,6
1º Período e 2º Período	49,3 ± 1,0 <sup>a</sup>	45,4 ± 1,1 <sup>b</sup>	0,02	
Máximo diâmetro				
1º Período	50,0 ± 1,2	46,5 ± 1,7	NS	12,1
2º Período	50,0 ± 1,2	46,7 ± 2,2	NS	13,1
Número de folículos no 1º Período				
≤ 15mm	13,9 ± 0,8	12,0 ± 0,6	NS	32,2
16-25mm	3,5 ± 0,3	3,6 ± 0,2	NS	57,0
≥ 26mm	1,3 ± 0,0	1,4 ± 0,0	NS	36,5
Número total	16,2 ± 0,6	14,8 ± 0,4	NS	21,4
Número de ondas foliculares				
1º Período	1,9 ± 0,2	2,6 ± 0,4	NS	60,8
2º Período	1,5 ± 1,2	1,1 ± 1,1	NS	35,5
Taxa de crescimento do folículo dominante (mm/dia)				
1º Período	1,8 ± 0,4	1,3 ± 0,4	NS	160
2º Período	2,5 ± 0,4	1,9 ± 0,5	NS	142
Concentrações de glicose (ml/dl)	84,4 ± 1,2	82,6 ± 1,5	NS	11,9
Correlações				
Escore corporal vs Máximo diâmetro do folículo dominante				
1º Período		r = 0,65	0,006	
2º Período		r = 0,83	0,0001	

Avaliada entre os dias -7 e -1.

<sup>ab</sup>Letras distintas entre colunas foram diferentes.

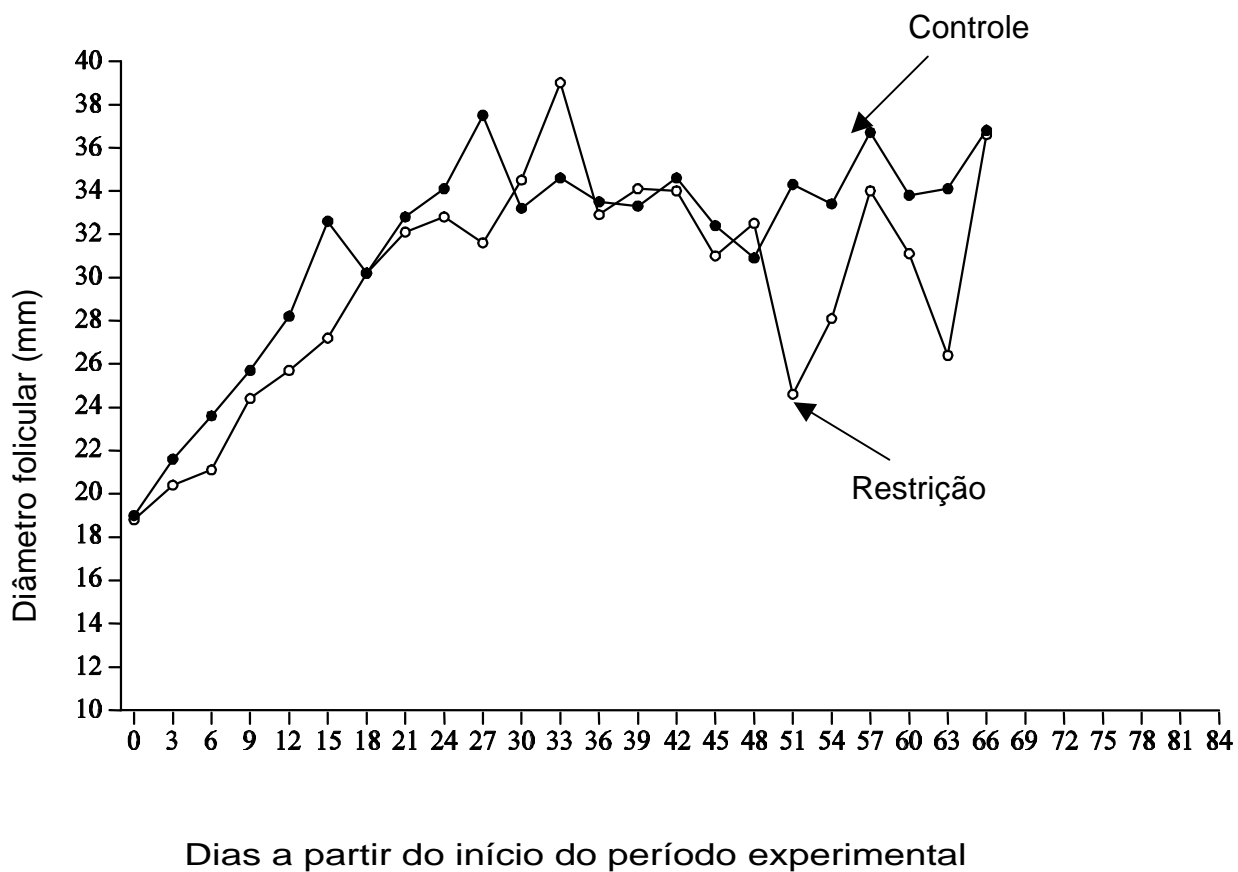


Figura 1 - Média  $\pm$  EPM do diâmetro do maior folículo dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.

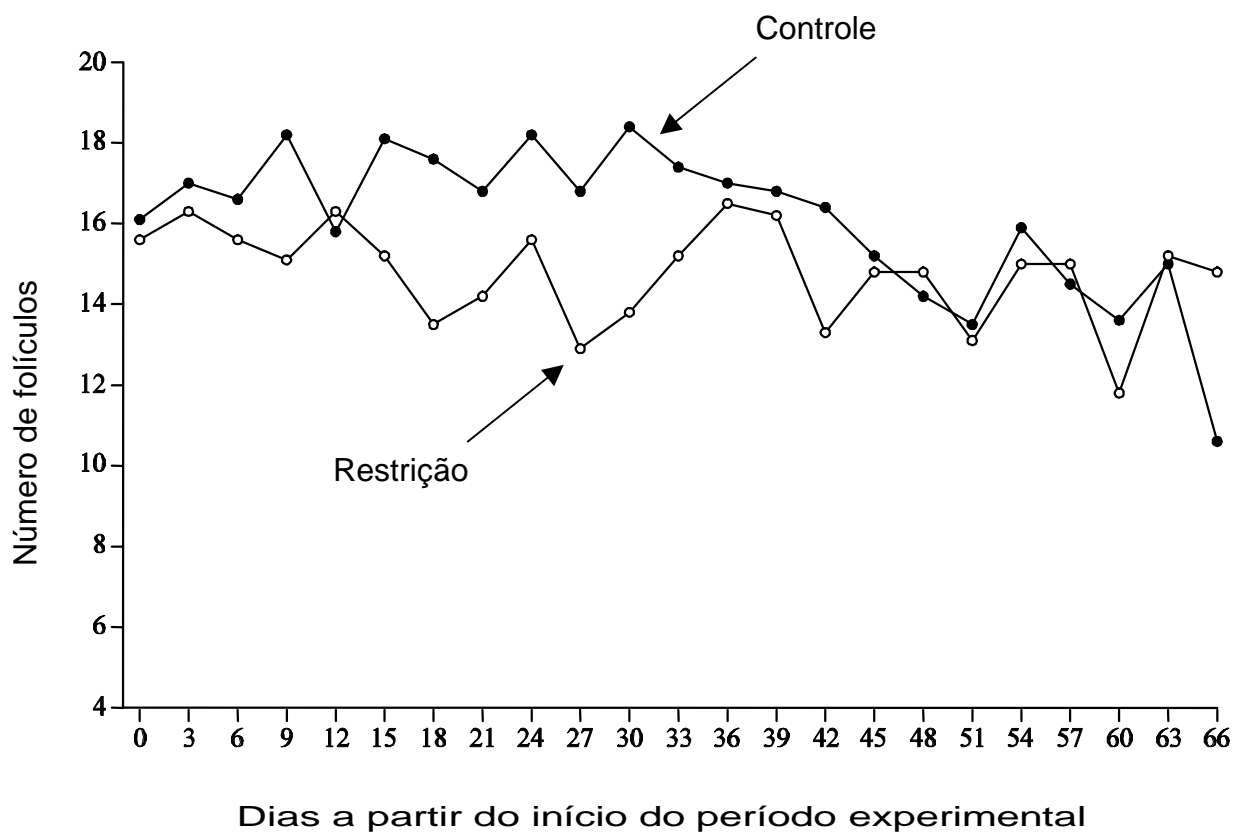


Figura 2 - Média  $\pm$  EPM do número total de folículos dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.

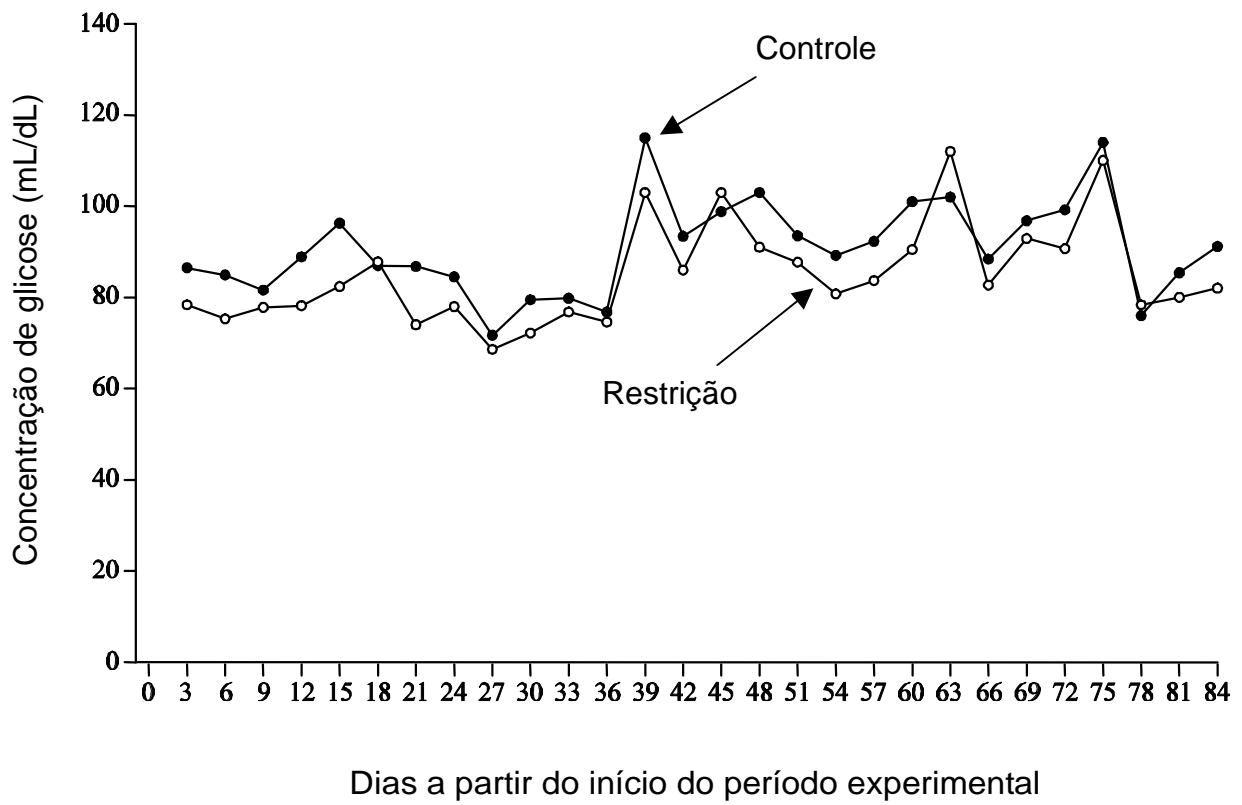


Figura 3 - Média  $\pm$  EPM da concentração sérica de glicose dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 1.

No estudo complementar, que foi realizado com o objetivo de se testar a hipótese de que o escore corporal afeta o diâmetro do folículo dominante ovulatório, as éguas foram re-classificadas em grupos de acordo com o escore corporal (HENNEKE et al., 1983). Na referida análise, considerou-se a média de várias avaliações do escore corporal realizadas antes da primeira ovulação de cada égua.

Após a nova classificação, todos os parâmetros reprodutivos foram novamente analisados com base na redefinição de dois novos grupos experimentais: grupo 1 (escore  $\geq 5$ ; n=8) e grupo 2 (escore  $< 5$ ; n=9).

Os resultados deste estudo complementar mostraram que o intervalo até a primeira ovulação, o intervalo interovulatório e intervalo para atingir o diâmetro folicular  $\geq 30$  mm foram semelhantes aos do Experimento 1, ou seja, não se detectou diferença entre os grupos (Tabela 9). Entretanto, o diâmetro médio do folículo dominante foi maior para as éguas com maior escore corporal, tanto no primeiro ( $46,5 \pm 0,7$  e  $41,0 \pm 0,7$  mm,  $P < 0,004$ ) quanto no segundo ciclo estral ( $44,6 \pm 0,8$  e  $39,5 \pm 1,0$  mm,  $P < 0,02$ ; Tabela 9). No Dia -1, éguas com escore corporal  $\geq 5$ , comparadas àquelas com escore  $< 5$ , apresentaram diâmetro do folículo pré-ovulatório maior tanto no primeiro ( $49,0 \pm 1,5$  e  $45,2 \pm 1,1$ ;  $P < 0,05$ ) quanto no segundo ciclo estral ( $51,0 \pm 1,0$  e  $44,0 \pm 1,7$ ;  $P < 0,002$ ). Resultado semelhante foi observado para o máximo diâmetro do folículo dominante, o qual foi maior para as éguas do grupo 2 quando comparadas àquelas classificadas para o grupo 1, tanto no primeiro ( $51,2 \pm 1,0$  e  $45,6 \pm 1,4$  mm;  $P < 0,007$ ) como no segundo ciclo estral ( $51,4 \pm 1,0$  e  $45,1 \pm 1,8$  mm;  $P < 0,007$ ). Nesta nova análise, confirmou-se a correlação positiva entre o diâmetro folicular e o escore corporal ( $r = 0,72$ ;  $P < 0,0001$ ). Os achados desta pesquisa corroboram os encontrados por RHODES et al. (1996), que verificaram diminuição linear da massa corporal, condição corporal e máximo diâmetro do folículo dominante do ciclo estral no grupo de restrição, entretanto, no mesmo período, encontraram aumento linear na massa corporal, condição corporal e taxa de crescimento dos folículos ovulatórios no grupo controle.

A taxa de crescimento folicular do folículo ovulatório também não apresentou diferença estatística entre os grupos 1 e 2 neste estudo complementar (Tabela 9).

Tabela 9 - Parâmetros reprodutivos de éguas virgens avaliadas com base no escore da condição corporal (Experimento 1)

Parâmetros	Escore $\geq 5$ (n = 8)	Escore $< 5$ (n = 9)	Valor de "P"
<u>Intervalos (dias)</u>			
À 1ª Ovulação	63 $\pm$ 3,7	73,4 $\pm$ 7,5	NS
Interovulatório	22,8 $\pm$ 1,1	23,0 $\pm$ 1,7	NS
Folículo dominante $\geq 30$ mm	53,1 $\pm$ 3,5	52,2 $\pm$ 4,0	NS
<u>Folículo dominante (mm)</u>			
Diâmetro médio			
1º Período	46,5 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>	41,0 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	0,004
2º Período	44,6 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	39,5 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	0,02
No Dia -1			
1º Período	49,0 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>	45,2 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	0,05
2º Período	51,1 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	44,0 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>	0,002
Máximo diâmetro			
1º Período	51,2 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	45,6 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>	0,007
2º Período	51,4 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	45,1 $\pm$ 1,8 <sup>b</sup>	0,007
Taxa de crescimento (mm/dia)			
1º Período	1,3 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,3	NS
2º Período	2,4 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,6	NS
Correlações			
Escore corporal vs Máximo diâmetro do folículo dominante			
1º Período		r = 0,64	0,006
2º Período		r = 0,85	0,0001

Avaliada entre os dias -7 e -1.

<sup>ab</sup>Letras distintas entre colunas foram diferentes.

## Experimento 2

De acordo com a Tabela 10, pode-se observar a similaridade no peso e na condição corporal entre os três grupos experimentais no início do experimento. Porém, foi verificado que, ao final do experimento o escore da condição corporal do grupo Controle foi maior ( $p < 0,007$ ) que os demais. Além disso, os animais do grupo Restrição 60% apresentaram redução ( $P < 0,002$ ) no peso ( $440 \pm 14,3$  vs  $350 \pm 10,3$  Kg) e no escore corporal ( $6,8 \pm 0,5$  vs  $3,7 \pm 0,6$ ), inicial e final, respectivamente.

As correlações entre escore corporal e máximo diâmetro folicular e escore corporal com o diâmetro do folículo ovulatório no Dia -1 não foram observadas neste estudo, como foi evidenciado no experimento anterior. O maior escore corporal médio ( $6,1 \pm 0,6$ ,  $6,8 \pm 0,51$ ,  $6,5 \pm 0,64$ ) dos grupos Restrição 40%, Restrição 60% e Controle, respectivamente, no presente estudo, possivelmente, possa explicar a ausência de correlação entre esses parâmetros.

Quanto aos parâmetros ovarianos observados na Tabela 11, a taxa de crescimento do folículo ovulatório das éguas dos grupos Restrição 40% ( $1,7 \pm 0,4$  mm/dia) e Restrição 60% ( $1,8 \pm 0,9$  mm) avaliada pelo teste t mostrou-se menor ( $P < 0,02$ ) que a taxa de crescimento do grupo Controle ( $2,8 \pm 0,9$  mm). Similarmente, em vacas, RHODES et al. (1996) encontraram aumento linear nas taxas de crescimento para o grupo controle (recebendo feno *ad libitum* e livre acesso ao pasto), em comparação com o grupo de restrição (recebendo 0,5% do peso vivo de matéria-seca com diminuição diária de 60 g do feno por 21 dias). O diâmetro médio do primeiro maior folículo (Tabela 11; Figura 4) tendeu ( $P < 0,06$ ) a ser superior para os grupos Controle ( $33,4 \pm 0,8$  mm) e Restrição 40% ( $31,4 \pm 0,8$  mm), quando comparados ao grupo Restrição 60% ( $30,8 \pm 0,8$  mm). De acordo com a Figura 5, não foi observada diferença no diâmetro médio dos três maiores folículos (F1, F2, F3) entre os grupos experimentais. No Dia -1, o maior folículo dos grupos Controle e Restrição 60% (Tabela 12) mostraram tendência de ser superior ( $P < 0,06$ ) ao grupo Restrição 40% durante o primeiro ciclo. Por outro lado, no segundo ciclo (Tabela 12) o segundo maior folículo no Dia -1 foi superior ( $P < 0,04$ ) no grupo Controle ( $26,4 \pm 4,3$  mm), quando comparado aos grupos Restrição 60% ( $16,0 \pm 0,6$  mm) e Restrição 40% ( $15,7 \pm 2,2$  mm). Quando os dois ciclos foram agrupados, a média do segundo e do terceiro maiores folículos no Dia -1 (Tabela 11) foi menor

para os grupos Restrição 40% ( $17,9 \pm 2,2$  e  $16,1 \pm 0,8$  mm;  $P < 0,02$ ) e Restrição 60% ( $18,6 \pm 1,9$  e  $14,5 \pm 1,1$  mm;  $P < 0,006$ ) em relação ao grupo Controle ( $25,9 \pm 1,4$  e  $19,5 \pm 1,0$  mm), respectivamente. Dessa forma, neste estudo, o tratamento alimentar teve maior influência sobre os folículos de menor diâmetro. Esses achados corroboram os resultados de pesquisas em novilhas, em que o efeito da dieta foi mais evidente no crescimento e desenvolvimento de folículos menores (MAURASSE et al., 1985).

Apesar de ter sido observada uma diferença numérica para os intervalos até a primeira ovulação e até atingir o máximo diâmetro folicular, durante o primeiro ciclo estudado entre os grupos experimentais, a diferença estatística pode não ter sido observada em função do curto período experimental. Por outro lado, no segundo ciclo (Tabela 12), foi observado que as éguas do grupo Restrição 60% necessitaram de maior ( $P < 0,03$ ) intervalo ( $45,0 \pm 4,1$  dias) para atingirem a ovulação que os grupos Restrição 40% ( $38,2 \pm 2,4$  dias) e Controle ( $32,8 \pm 2,2$  dias). Além disso, maior ( $P < 0,01$ ) número de dias foi necessário para os animais do grupo Restrição 60% ( $42,8 \pm 4,2$  dias) atingirem o máximo diâmetro folicular, em comparação aos demais grupos, Restrição 40% ( $36,8 \pm 2,1$  dias) e Controle ( $31,2 \pm 2,2$  dias).

Tabela 10 - Média  $\pm$  EPM do peso e da condição corporal das éguas dos três grupos de dietas alimentares (experimento 2)

	Grupos			Valor de "P"	CV
	Controle (n = 7)	Restrição 40% (n = 7)	Restrição 60% (n = 7)		
Escore inicial	6,5 $\pm$ 0,6 <sup>A</sup>	6,1 $\pm$ 0,6 <sup>A</sup>	6,8 $\pm$ 0,5 <sup>aa</sup>	NS	24,1
Escore final	6,6 $\pm$ 0,5 <sup>A</sup>	5,1 $\pm$ 0,6 <sup>A</sup>	3,7 $\pm$ 0,6 <sup>bb</sup>	0,006	29,0
Valor de "P"	NS	NS	0,0017		
CV	23,6	28,4	27,1		
Peso inicial (kg)	418 $\pm$ 25,3 <sup>aa</sup>	378 $\pm$ 23,0 <sup>aa</sup>	440 $\pm$ 14,3 <sup>aa</sup>	NS	13,8
Peso final (kg)	397 $\pm$ 25,4 <sup>ab</sup>	333 $\pm$ 25,7 <sup>aa</sup>	350 $\pm$ 10,3 <sup>ba</sup>	NS	15,9
Valor de "P"	NS	NS	0,0003		
CV	16,5	18,2	8,3		

<sup>ab</sup>Valores com sobrescritos minúsculos distintos foram diferentes entre linhas.

<sup>AB</sup>Valores com sobrescritos maiúsculos distintos foram diferentes entre colunas.

Tabela 11- Média  $\pm$  EPM dos principais parâmetros foliculares (Experimento 2)

	Grupos			Valor de "P"	CV
	Controle (n = 7)	Restrição 40% (n = 7)	Restrição 60% (n = 7)		
Média do diâmetro (mm) do maior folículo/dia	33,4 $\pm$ 0,8	31,4 $\pm$ 0,8	30,8 $\pm$ 0,8	0,06	34,3
Diâmetros (mm) médios no Dia -1					
Maior folículo (F1)	49,5 $\pm$ 1,5	45,3 $\pm$ 1,4	48,6 $\pm$ 1,1	NS	9,4
Segundo maior folículo (F2)	25,9 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>	17,9 $\pm$ 2,2 <sup>b</sup>	18,6 $\pm$ 1,9 <sup>b</sup>	0,02	32,4
Terceiro maior folículo (F3)	19,5 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	16,1 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	14,5 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	0,006	16,2
Taxa de crescimento folicular (mm/dia)	2,8 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	1,7 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	1,8 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	0,02	52,8

<sup>ab</sup>Valores com letras distintas foram diferentes entre colunas.

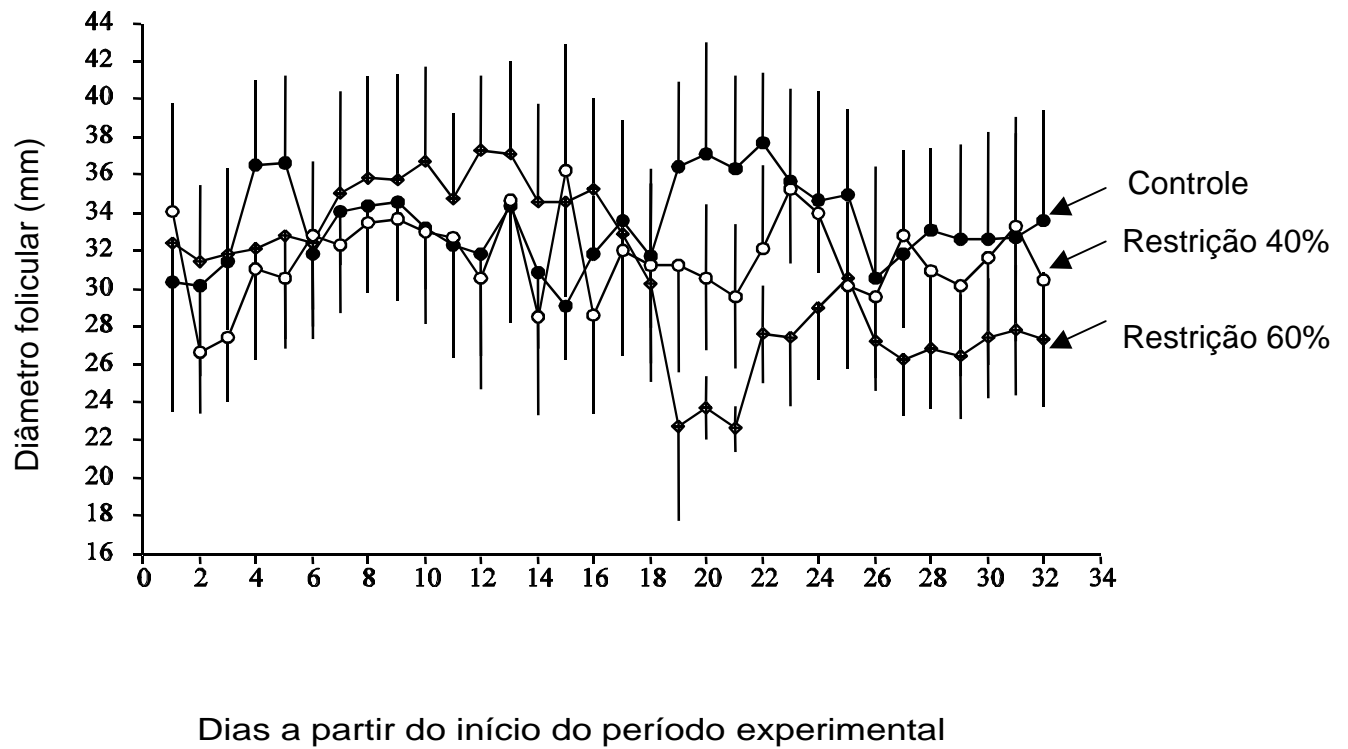


Figura 4 - Média  $\pm$  EPM do diâmetro do maior folículo dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 2.

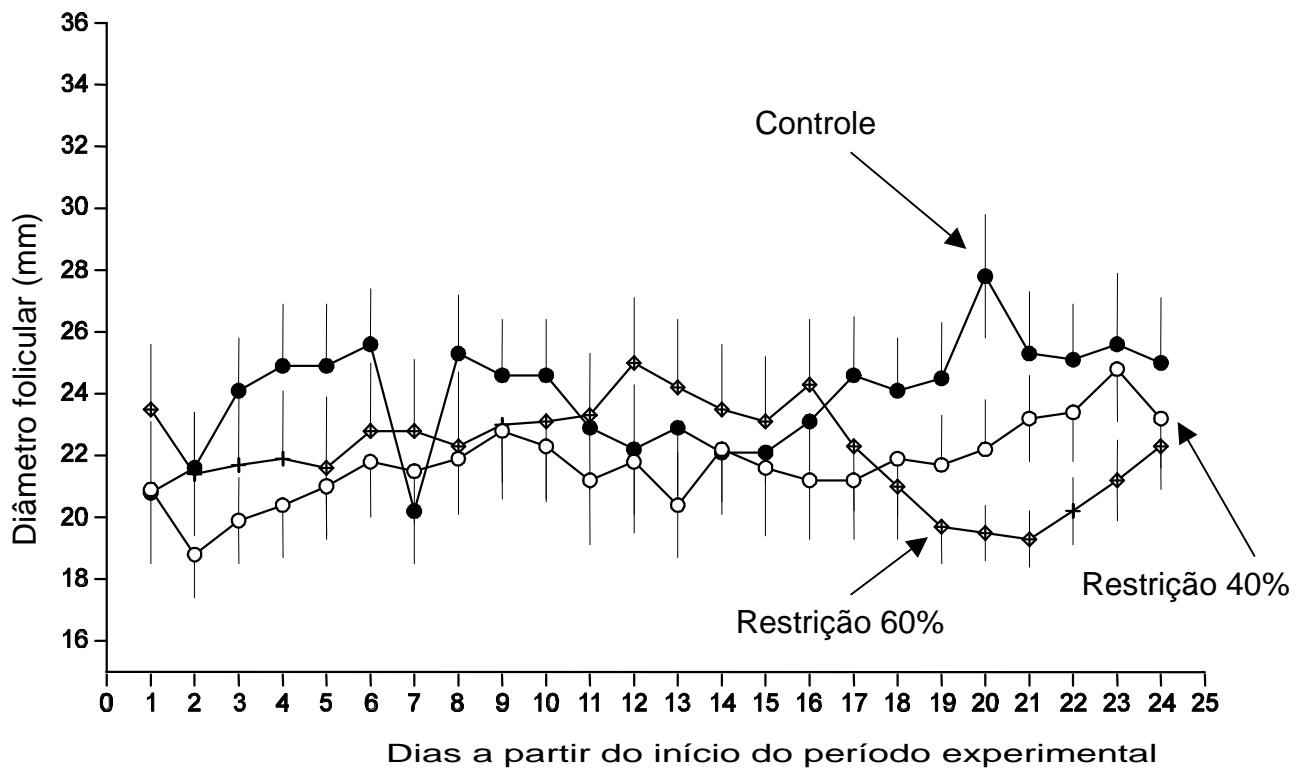


Figura 5 - Média  $\pm$  EPM do diâmetro de todos os folículos dos diferentes grupos de dieta durante o Experimento 2.

Tabela 12 - Parâmetros reprodutivos de éguas submetidas aos três tipos de dieta alimentar durante dois ciclos estrais. Experimento 2

1º Ciclo estral	Controle (n = 7)	Restrição 40% (n = 7)	Restrição 60% (n = 7)	Valor de "P"	CV
<u>Intervalos (dias)</u>					
Início do experimento:					
À ovulação	8,5 ± 1,9	13,2 ± 2,9	16,4 ± 2,9	NS	47,5
Ao máximo diâmetro	7,3 ± 1,9	10,8 ± 2,7	13,8 ± 2,4	NS	51,7
<u>Diâmetros foliculares (mm)</u>					
No Dia – 1					
F1	50,8 ± 1,6 <sup>a</sup>	44,1 ± 2,0 <sup>b</sup>	49,2 ± 1,4 <sup>a</sup>	0,06	8,2
F2	25,5 ± 2,8	20,6 ± 4,1	20,6 ± 3,2	NS	32,5
F3	19,9 ± 1,2	17,2 ± 1,1	15,0 ± 2,6	NS	17,7
Taxa de crescimento folicular (mm/dia)	2,8 ± 0,5	1,2 ± 0,9	1,5 ± 0,4	NS	76,4
2º Ciclo estral					
<u>Intervalos (dias)</u>					
Início do experimento:					
À ovulação	32,8 ± 2,2 <sup>b</sup>	38,2 ± 2,4 <sup>b</sup>	45,0 ± 4,1 <sup>a</sup>	0,03	16,4
Ao máximo diâmetro	31,2 ± 2,2 <sup>b</sup>	36,8 ± 2,1 <sup>b</sup>	42,8 ± 4,2 <sup>a</sup>	0,015	15,2
Interovulatório	24,3 ± 0,3	25,2 ± 0,9	29,8 ± 4,2	NS	16,8
<u>Diâmetros foliculares (mm)</u>					
No Dia – 1					
F1	49,0 ± 2,6	46,6 ± 2,1	47,8 ± 1,9	NS	11,1
F2	26,4 ± 4,3 <sup>a</sup>	15,7 ± 2,2 <sup>b</sup>	16,0 ± 0,6 <sup>b</sup>	0,04	33,4
F3	19,1 ± 1,7 <sup>a</sup>	15,3 ± 1,2 <sup>b</sup>	14,1 ± 1,0 <sup>b</sup>	0,06	16,6
Taxa de crescimento folicular (mm/dia)	2,9 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,5	NS	28,2

<sup>ab</sup>Valores com letras distintas foram diferentes entre linhas.  
Avaliada entre os Dias – 7 e – 1.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo confirmaram o papel da nutrição e da condição corporal na atividade reprodutiva de éguas. Apesar de a literatura citar a importância da dieta e da condição corporal na eficiência reprodutiva da maioria dos animais domésticos, os mecanismos envolvidos nesse processo não estão devidamente elucidados.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de estudar o efeito da nutrição na atividade folicular de éguas, sob diferentes condições de dieta alimentar. Com base nos resultados do Experimento 1, verificou-se que a restrição alimentar interferiu negativamente no desenvolvimento do diâmetro do folículo pré-ovulatório. Além disso, quando se analisou a condição corporal, observou-se que éguas com escore corporal abaixo de 5 apresentaram menores diâmetros foliculares pré-ovulatórios e menores taxas de crescimento folicular. No Experimento 2, onde foram testados dois graus de restrição alimentar (Grupos: Restrição 40% e Restrição 60%), verificou-se que a dieta de manutenção (Controle) favoreceu a dinâmica folicular, caracterizada por maiores diâmetros foliculares, maiores taxas de crescimento folicular e menores intervalos para a segunda ovulação e para atingir o máximo diâmetro folicular no segundo ciclo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARASH, I.A., CHEUNG, C.C., WEIGLE, D.S., REN, H., KABIGTING, E.B., KUIJPER, J.L., CLIFTON, D.K., STEINER, R.A. Leptin is a metabolic signal to the reproductive system. **Endocrinology Society**, v.137, n.7, p. 3144-3147, 1996.
- BELONJE, P.C. VAN NIEKERK, C.H. A review of the influence of nutrition upon the oestrus cycle and early pregnancy in mares. **Journal of Reproductive and Fertility**, p.167-169, 1975. (Suppl.23).
- BENGTSSON, G., KNUDSEN, O. Feed and ovarian activity of trotting mares in training. **Cornell Veterinary**, v.53, p.404-411, 1963.
- BERGFELD, E.G.M, KOJIMA, F.N., CUPP, A.S., WEHRMAN, M.E., PETERS, K.E., GARCIA-WINDER, M., KINDER, J.E. Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. **Biology of Reproduction**, v. 51, p.1051-1057, 1994.
- BLACHE, D., CHAGAS, L.M., BLACKBERRY, M.A., VERCOE, P.E., MARTIN, G.B. Review of metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.120, p.1-11, 2000.
- BROWN, B.W. A review of nutritional influence on reproduction in boars, bulls and rams. **Reproduction Nutrition Development**, v. 34, p.89-114, 1994.
- BUCHOLTZ, D.C., VANNERSON, L.A., EBLING, F.J.P., WOOD, R.I., SUTTIE, J.M., FOSTER, D.L. Modulation of gonadotropin secretion in growth-restricted lambs by glucose-amino acids. **Biology of Reproduction**, v. 38, p.185, 1988. (Suppl.1).
- CABRAL, R. Importancia de la condición corporal en vacas de cría. **Revista de Medicina Veterinária**, v.79, n.2, p.107-p110, 1998.
- CAMERON, J. Nutritional determinants of puberty. **Nutritional Reviews**, v.54, n.2, p.17-22, 1996.

- COX, N.M., STUART, M.J., ALTHEN, T.G., BENNETT, W.A., MILLER, H.W. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. **Journal of Animal Science**, v.64, p.507-516, 1987.
- DAY, M.L., IMAKAWA, K., GARCIA-WINDER, M., ZALESKY, D.D, SHANBACHER, B.D., KITTOK, R.J., KINDER, J.E. Endocrine mechanisms of puberty in heifers: estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction**, v.31, p.332-341, 1984.
- DAY, M.L, IMAKAWA, K., ZALESKY, D.D., KITTOK, R.J., KINDER, J.E. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of luteinizing hormone and responsiveness of the pituitary to luteinizing hormone-releasing hormone in heifers. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1641-1648, 1986.
- DUNN, T.G., MOSS, G.E. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1580-1593, 1991.
- EL-AZAB, M.A., BADR, A., EL-SADAWY, H.A., SHAWKI, G., BARAKAT, T.M. Some biochemical changes in relation to postpartum ovarian acyclicity in dairy cows. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 63, n.12, p.1244-1247, 1993.
- ELLIS, R.N.W., LAWRENCE, L.J. Energy under-nutrition in the weanling filly foal. I. effects on subsequent live-weight gains and onset of oestrus. **British Veterinary Journal**, p.134-205, 1978.
- FERREL, C.L. Nutritional influences on reproduction. In: CUPPS, P.T. (Ed). **Reproduction in domestic animals**. San Diego: Academic Press, 1991. p.577-603.
- FOSTER, D.L., EBLING, F.J.P. Encyclopedia of reproduction. In: KNOBIL, E., NEILL, J.D. **Puberty in nonprimate mammals**. San Diego: Academic Press, 1998. v.4, p.142-151.
- FITZGERALD, B.P., McMANUS, C.J. Photoperiodic versus metabolic signals as determinants of seasonal anestrus in the mare. **Biology of Reproduction**, v.63, p.335-340, 2000.
- GASTAL, E. L., GASTAL, M. O., BERGFELT, D. R., GINTHER, O. J. Two-follicle model for study of follicular waves in mares. **Theriogenology**, v. 47, n. 1, p. 391, 1997.
- GENTTRY, L.R., THOMPSON JR, D.L. The relationship between body condition, leptin and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. **Theriogenology**, v.58, p.563-566, 2002.

- GINTHER, O.J. **Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Horses**. Cross Plains: WI: Equiservices, 1995. p.43-66.
- GUILBERT, H.R. Some endocrine relationships in nutritional reproductive failure (a review). **Journal Animal Science**, v.1, n.3, 1942.
- HANSEL, W., CONVEY, E.M. Physiology of the estrous cycle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.2, p.404-423, 1983.
- HARESIGN, W. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. 1. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. **Animal Production**, v. 32, p.197-202, 1981.
- HELMREICH, D.L, PARFITT, D.B., CAMERON, J.L. Definition of metabolic states associated with the suppression and restoration of LH secretion caused by fasting and refeeding in rhesus monkeys. In: Meeting Of The Society For Neuroscience 21., 1991. p.1363.
- HENNEKE, D.R., POTTER, G.D., KREIDER, J.L., YEATS, B.F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v.15, n.4, p.371-372, 1983.
- HENNEKE, DR.; POTTER, GD.; KREIDER, JL.; Body conditional during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. **Theriogenology**, v.21, p.897-909, 1984.
- HOUSEKNECHT, K.L., BAILE, C.A., MATTERI, R.L., SPURLOCK, M.E. The biology of leptin: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1405-1420, 1998.
- IMAKAWA, K., DAY, M.L., ZALESKY, D.D., GARCIA-WINDER, M., KITTOK, R.J., KINDER, J.E. Influence of dietary-induced weight changes on serum luteinizing hormone, estrogen and progesterone in the bovine female. **Biology of Reproduction**, v.35, p.377-384, 1986.
- IMAKAWA, K., DAY, M.L., ZALESKY, D.D., CLUTTER, A., KITTOK, R.J., KINDER, J.E. Effects of 17 $\beta$ - estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.64, p.805-815, 1987.
- KAUTER, K., BALL, M., KEARNEY, P., TELLAM, R., McFARLANE, JR. Adrenaline, insulin and glucagon do not have acute effects on plasma leptin levels in sheep: development and characterisation of an ovine leptin Elisa. **Journal Endocrinology**, v.166, n.1, p.127-135, 2000.
- KINDER, J.E., DAY, M.L., KITTOK, R.J. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.34(Suppl.), p.167, 1987.
- KURZ, S.G., DYER, R.M., YUNFU HU, WRIGHT, M.D., DAY, M.L. Regulation of luteinizing hormone secretion in prepubertal heifers fed an energy-deficient diet. **Biology of Reproduction**, v.43, p.450-456, 1990.

- MACKEY, D.R., JOSEPH, M.S., ROCHE, J.F., DISKIN, M.G. Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropin concentration in beef heifers. **Biology of Reproduction**, v.61, p.1601-1607, 1999.
- MATAMOROS, I.A., COX, N.M., MOORE, A.B. Effects of exogenous insulin and body condition on metabolic hormones and gonadotropin-induced follicular development prepuberal gilts. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2081-2091, 1991.
- MAURASSE, C., MATTON, P., DUFOUR, J.J. Ovarian follicular populations at two stages of an estrous cycle in heifers given high energy diets. **Journal of Animal Science**, v.61, n.5, p.1194-200, 1985.
- McMANUS C.J., FITZGERALD B.P. Effects of a single day of feed restriction on changes in serum leptin, gonadotropins, prolactin and metabolites in aged and young mares. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.1-13, 2000.
- MILLER, D.W, BLACHE, D., BOUKHIQ, R., CURLEWIS, J.D., MARTIN, G.B. Central metabolic messengers and effects of nutrition on gonadotrophin secretion in sheep. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.112, p.347-356, 1998.
- MONGET, P. e MARTIN G.B. Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. **Human Reproduction**, v.2, p.33-52, 1997. Suppl.1.
- 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 oestrus cycle in beef heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.92, p.333-338, 1991.
- NAGY, P., GUILLAUME, D., DAELS, P. Seasonality in mares. **Animal Reproduction Science**, v.60 61, p.245-262, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S). Subcommittee on Horse Nutrition, 5 ed. National Academy Press: 1989. 100p.
- PERRY, R.C., CORAH, L.R., COCHRAN, R.C., BEAL, W.E., STEVENSON, J.S., MINTON, J.E., SIMMS, D.D., BRETHOUR, J.R. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3762-3773, 1991.
- RANDEL, R.D. Nutrition and pospartum rebreeding in cattle. **Journal of Animal Science**, v.51, p.925, 1990.
- RHODES, F.M., ENTWISTLE, K.W., KINDER, J.E. Changes in ovarian function and secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in bos indicus heifers. **Biology of Reproduction**, v.55, p.1437-1443, 1996.

- RICHARDS, M.W., WETTEMANN, R.P., SCHOENEMANN, H.M. Nutritional anestrus in beef cows: body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1520-1526, 1989.
- SAS INSTITUTE, version 6, 3 ed. Cary: 1990. 705p.
- SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1271-1282, 1992.
- SCHNEIDER, J.E., WADE, G.N. Availability of metabolic fuels controls estrous cyclicity of Syrian hamsters. **Sciences**, v. 244, p.1326, 1989.
- SCHREIHOFFER, D.A., AMICO, J.A., CAMERON, J.L. Reversal of fasting-induced suppression of luteinizing hormone (LH) secretion in male *Rhesus* monkeys by intragastric nutrient infusion: evidence for rapid stimulation of LH by nutritional signals. **Endocrinology**, v.132, n.5, p.1890-1897, 1993.
- SHORT, R.E., ADAMS, D.C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p.29-39, 1988.
- SHORT, R.E., BELLOWS R.A., STAIGMILLER, R.B., BERARDINELLI, J.G., CUSTER, E.E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal Animal Science**, v.68, p.799, 1990.
- SMITH, J.F. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. **Australian Journal Biology Research**, v.41, p.27, 1988.
- TOKASH, M.D., PETTIGREW, J.E., DIAL, G.D., WHEATON, J.E., CROOKER, B.A., JOHNSTON, L.J. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. **Journal of Animal Science**, v.78, p.405-411, 1992.
- TOPPS, J.H. The relationship between reproduction and undernutrition in beef cattle. **World Review Animal Production**, v.13, p.43, 1977.
- VAN DEN BRAND, H., DIELEMAN, S.J., SOEDE, N.M., KEMP, B. Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows: I. effects on glucose, insulin, and luteinizing hormone and on follicle development, weaning-to-estrus interval, and ovulation rate. **Journal of Animal Science**, v.78, p.396-404, 2000.
- WAGNER, J.J., LUSBY, K.S., OLTJEN, J.W., RAKESTRAW, J., WETTEMANN, R.P., WALTERS, L.E. Carcass composition in mature hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. **Journal of Animal Science**, v. 66, p.603-612, 1988.

## APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da condição corporal de cada égua durante o período experimental 1

Éguas	Grupo	Escore inicial	Escore à metade do experimento	Escore final
1	Restrição	4,8	5,5	6,0
4	Restrição	4,5	4,5	4,3
7	Restrição	4,0	3,8	4,5
8	Restrição	3,5	3,5	3,3
10	Restrição	4,6	4,3	4,0
13	Restrição	3,0	2,8	2,8
14	Restrição	6,3	5,8	7,0
18	Restrição	4,0	4,3	5,0
21	Restrição	5,8	6,5	5,0
2	Controle	3,3	3,5	3,8
5	Controle	5,5	5,0	5,8
9	Controle	5,8	7,3	7,8
12	Controle	6,3	6,0	8,0
15	Controle	5,0	5,5	6,5
17	Controle	5,0	4,5	4,9
20	Controle	4,5	4,3	4,0
22	Controle	5,0	5,5	6,3

Tabela 2A - Resumo da condição corporal de cada égua durante o período experimental 2

Éguas	Grupo	Escore inicial	Escore à metade do experimento	Escore final
4	Restrição 60%	5,0	5,0	3,0
8	Restrição 60%	5,0	5,0	4,0
14	Restrição 60%	6,0	6,3	5,0
17	Restrição 60%	7,0	6,3	5,0
39	Restrição 60%	7,5	7,0	6,0
54	Restrição 60%	8,5	8,5	8,0
70	Restrição 60%	4,0	5,0	4,5
1	Restrição 40%	7,0	5,8	3,0
12	Restrição 40%	7,0	5,5	4,5
15	Restrição 40%	7,0	4,0	1,5
16	Restrição 40%	6,5	5,6	3,5
36	Restrição 40%	8,0	6,0	5,5
41	Restrição 40%	8,0	7,0	5,8
65	Restrição 40%	4,0	4,0	3,0
18	Controle	7,0	6,5	6,5
22	Controle	6,0	6,2	6,0
35	Controle	8,0	8,0	8,0
46	Controle	8,0	7,3	7,0
57	Controle	6,5	7,0	7,0
64	Controle	7,0	8,0	8,0
66	Controle	3,0	4,5	4,0

Tabela 3A - Resumo do peso corporal de cada égua durante o Experimento 1

Éguas	Grupo	Peso inicial (kg)	Peso à metade do experimento (kg)	Peso final (kg)
1	Restrição	417	403	410
4	Restrição	243	239	247
7	Restrição	313	300	316
8	Restrição	251	241	256
10	Restrição	352	347	344
13	Restrição	347	330	345
14	Restrição	334	327	353
18	Restrição	344	321	333
21	Restrição	350	328	341
2	Controle	220	206	216
5	Controle	352	325	347
9	Controle	411	390	409
12	Controle	407	402	423
15	Controle	362	347	370
17	Controle	354	333	354
20	Controle	295	272	287
22	Controle	270	267	283

Tabela 4A - Resumo do peso corporal de cada égua durante o Experimento 2

Éguas	Grupo	Peso inicial (kg)	Peso à metade do experimento (kg)	Peso final (kg)
4	Restrição 60%	286	271	236
8	Restrição 60%	304	274	247
14	Restrição 60%	375	358	338
17	Restrição 60%	400	380	336
39	Restrição 60%	425	413	391
54	Restrição 60%	448	450	405
70	Restrição 60%	405	399	381
1	Restrição 40%	477	456	371
12	Restrição 40%	482	454	377
15	Restrição 40%	405	365	301
16	Restrição 40%	400	380	340
36	Restrição 40%	453	409	363
41	Restrição 40%	466	410	379
65	Restrição 40%	398	393	343
18	Controle	371	366	353
22	Controle	325	327	311
35	Controle	457	445	433
46	Controle	450	439	415
57	Controle	435	453	435
64	Controle	520	527	500
66	Controle	365	369	333

Tabela 5A - Idade e estágio da atividade reprodutiva de cada égua ao início do Experimento 2

Éguas	Grupo	Idade (anos)	Atividade reprodutiva
4	Restrição 60%	3	Transicional
8	Restrição 60%	4	Cíclica
14	Restrição 60%	4	Transicional
17	Restrição 60%	4	Transicional
39	Restrição 60%	11	Cíclica
54	Restrição 60%	8	Cíclica
70	Restrição 60%	15	Cíclica
1	Restrição 40%	4	Transicional
12	Restrição 40%	4	Transicional
15	Restrição 40%	4	Cíclica
16	Restrição 40%	4	Transicional
36	Restrição 40%	4	Cíclica
41	Restrição 40%	8	Cíclica
65	Restrição 40%	13	Cíclica
18	Controle	3	Cíclica
22	Controle	3	Transicional
35	Controle	7	Cíclica
46	Controle	9	Cíclica
57	Controle	4	Transicional
64	Controle	10	Cíclica
66	Controle	14	Transicional

Tabela 6A - Resumo da ciclicidade de cada égua até dia 17/11 (40dias) - Experimento 2

Éguas	Grupo	Ciclicidade
4	Restrição 60%	Ausência de ovulação
8	Restrição 60%	2 ovulações
14	Restrição 60%	Ausência de ovulação
17	Restrição 60%	2 ovulações
39	Restrição 60%	2 ovulações
54	Restrição 60%	2 ovulações
70	Restrição 60%	2 ovulações
1	Restrição 40%	Ausência de ovulação
12	Restrição 40%	1 ovulação
15	Restrição 40%	Ausência de ovulação
16	Restrição 40%	1 ovulação
36	Restrição 40%	1 ovulação
41	Restrição 40%	1 ovulação
65	Restrição 40%	2 ovulações
18	Controle	1 ovulação
22	Controle	Ausência de ovulação
35	Controle	2 ovulações
46	Controle	2 ovulações
57	Controle	2 ovulações
64	Controle	2 ovulações
66	Controle	2 ovulações

Tabela 7A - Resumo da ciclicidade das éguas que permaneceram no experimento até dia 27/11 (50dias) - Experimento 2

Éguas	Grupo	Ciclicidade
4	Restrição 60%	Ausência de ovulação
14	Restrição 60%	Ausência de ovulação
1	Restrição 40%	Ausência de ovulação
12	Restrição 40%	Ausência de ovulação
15	Restrição 40%	Ausência de ovulação
16	Restrição 40%	+1 ovulação
36	Restrição 40%	+1 ovulação
41	Restrição 40%	+1 ovulação
18	Controle	+1 ovulação
22	Controle	Ausência de ovulação