

**NILO CHAVES DE SÁ**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR EM MARRÃS DE REPOSIÇÃO SOBRE  
PARÂMETROS REPRODUTIVOS E PRODUTIVOS**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004**

A meus pais, Seu Juca e Dona Do Carmo, por nunca terem medido esforços para que mais este passo, assim como em todos os anteriores, fosse dado;

A meu irmão Filipe, minha cunhada Sônia e meu sobrinho Filipinho, por fazerem parte da minha família;

A meus incontáveis amigos, presentes nas mais alegres e difíceis situações. Bentão, Bruno, Camila, Carina, Cecília, Danilo, Danilo Heer, Digão, Douglas, Elaine, Elvana, Fábio, Guilherme, Hannan, Léo, Marquinhos, Márcio, Michele, Míriam, Pangaré, Renata, Rodrigo, Silvânia, Sil Kanadani, Tatiane e alguém que por ventura eu tenha esquecido, muito obrigado por serem meus amigos. Cada um de vocês, em diferentes momentos da minha vida, foi muito importante para o meu crescimento pessoal;

A Deus, que, sob suas inúmeras formas, tornou tudo isso possível.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência no ensino acadêmico e pela excelência na escola da vida;

Ao meu orientador, Eduardo Paulino da Costa, pela confiança, pelo apoio e pelas palavras de pai;

Ao meu co-orientador, Juarez Lopes Donzele, pela imensa ajuda e boa vontade em todos os momentos;

À empresa Perdigão Agroindustrial, por oferecer toda a estrutura do experimento;

À empresa Topigs do Brasil, em especial aos amigos Célio, Danilo, Éverton, Geovanny e Róbson, pela viabilização deste projeto e pela oportunidade de aprendizado.

***Muito Obrigado***

## **BIOGRAFIA**

NILO CHAVES DE SÁ, filho de José Maria de Sá e Maria do Carmo Chaves de Sá, nasceu na cidade de Dionísio, Minas Gerais, em 18 de março de 1979.

Ingressou no Curso de Graduação em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, em março de 1997, vindo a graduar-se em 10 de maio de 2002.

Em setembro de 2002 iniciou o Curso de Mestrado em Medicina Veterinária, na área de Reprodução Animal, também pela Universidade Federal de Viçosa, vindo a concluí-lo em Setembro de 2004.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>02</b>
<b>2.1 – Eixo Hipotálamo – Hipófise – Ovário – Útero .....</b>	<b>02</b>
<b>2.1.1 – Gonadotrofinas e esteróides .....</b>	<b>02</b>
<b>2.1.2 – Foliculogênese .....</b>	<b>03</b>
<b>2.2 – Efeito da nutrição durante a fase de reposição sobre eficiência reprodutiva ao primeiro parto .....</b>	<b>05</b>
<b>2.2.1 – Considerações sobre a nutrição durante a fase de reposição. 05</b>	
<b>2.2.2 – Efeito da restrição alimentar sobre a função reprodutiva .....</b>	<b>05</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 – Análises estatísticas .....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Descrição dos níveis nutricionais das rações de reposição e lactação utilizadas neste experimento ..... 13
- Tabela 2** – Quantidade e tipo de ração fornecida por dia às marrãs de acordo com o período de gestação ..... 14
- Tabela 3** – – Idade e peso médios, consumo total e ganho de peso médio durante o experimento, consumo diário de energia e lisina, variações na ET durante o experimento, ET ao parto, número de fêmeas cobertas no 1º, 2º, 3º e 4º estro e eficiência reprodutiva no primeiro parto das marrãs dos tratamentos 1 e 2 ..... 15

## RESUMO

SÁ, Nilo Chaves, M.S. Universidade Federal de Viçosa, Setembro de 2004. **Efeito da restrição alimentar em a marrãs de reposição sobre parâmetros reprodutivos e produtivos.** Orientador: Eduardo Paulino da Costa. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Ciro Alexandre Alves Torres

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar os efeitos da restrição alimentar em marrãs de reposição sobre sua eficiência reprodutiva ao primeiro parto. Foram utilizadas 80 marrãs C40 (Dalland, Pietran x Large White), com idade média de  $149,8 \pm 3,2$  dias e peso vivo médio de  $93,1 \pm 6,0$  quilos, divididas em oito lotes de 10 animais, sendo cada lote alojado em baias coletivas de  $15m^2$ . Os animais foram submetidos a dois tratamentos distintos dos 150 dias de idade até 7 dias antes da cobertura. No tratamento 1, as marrãs receberam 2,6 kg de ração (2945 Kcal EM, 14% PB, 0,60 lisina digestível) por dia, enquanto no tratamento 2 as marrãs receberam 2,2 kg (restrição alimentar de 15%) da mesma ração por dia. A partir de sete dias antes da cobertura as marrãs de ambos os tratamentos receberam 3,0 kg de ração lactação por dia (flushing). As marrãs tiveram a espessura de toucinho (ET) mensurada aos 170, 190 e 210 dias e foram pesadas aos 210 dias de idade. Aos  $215,6 \pm 6,7$  dias as marrãs foram artificialmente inseminadas. Não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) na ET aos 170 ( $12,3 \pm 1,6$  vs  $11,6 \pm 1,3$  mm), 190 ( $12,8 \pm 1,3$  vs  $12,2 \pm 1,1$  mm) e 210 ( $13,4 \pm 1,3$  vs  $12,9 \pm 1,1$  mm) dias, bem como no peso aos 210 dias de idade

(131,4 ± 7,1 vs 128,6 ± 9,8 kg) entre animais dos tratamentos 1 e 2, sendo que os dois tratamentos foram eficazes em preparar a fêmea de reposição dentro dos padrões de peso e ET à primeira cobertura. O tratamento não influenciou a taxa de repetição de estro, porém as marrãs do tratamento 1 tiveram um melhor (P<0,05) desempenho ao primeiro parto em relação as marrãs do grupo 2 (11,6 ± 1,6 vs 10,6 ± 2,3 total de leitões nascidos). A restrição alimentar de 15%, resultando em um consumo diário de 6479 Kcal de energia metabolizável e 13,2 g de lisina digestível, mostrou ter efeitos negativos no desempenho reprodutivo das marrãs ao primeiro parto, embora não fosse acompanhada de alterações no peso e na ET aos 210 dias. Os parâmetros peso e ET não foram seguros em determinar a eficiência reprodutiva das marrãs ao primeiro parto, uma vez que foram observados diferentes resultados ao primeiro parto sob mesmos padrões de peso e ET à cobertura. O “status” metabólico da marrã ao momento da inseminação parece ser tão importante quanto o peso e a ET à primeira cobertura.

## ABSTRACT

SÁ, Nilo Chaves, M.S. Universidade Federal de Viçosa, September 2004. **Effects of feeding rearing gilts with gestation feed on reproductive and economical parameters.** Advisor: Eduardo Paulino da Costa. Committee members: Juarez Lopes Donzele e Ciro Alexandre Alves Torres

This work was developed to determine the effects of feed restriction on rearing gilts on their reproductive efficiency as primiparous sows. Were used 80 gilts C40 (Dalland, Pietran x Large White), with  $149.8 \pm 3.2$  days and  $93.1 \pm 6.0$  kg of live weight, divided in eight lots of 10 animals, being each lot housed in collective pens of  $15\text{m}^2$ . The animals were submitted to two different treatments during 150 days of age until seven days after first mating. In treatment 1, gilts received 2,6 kg of feed (2945 Kcal ME, 14% CP, 0.6 lysine) a day, while in the treatment 2 the gilts received 2,2 kg (feed restriction 15%) of the same feed a day. Seven days before the first mating gilts of both treatments received 3,0 kg of lactation feed a day (flushing). The gilts had the backfat thickness (BF) measured at 170, 190 and 210 days and were weighted at 210 days of age. At  $215,6 \pm 6,7$  days gilts were artificially inseminated. There were no differences ( $P>0,05$ ) on BF at 170 ( $12,3 \pm 1,6$  vs  $11,6 \pm 1,3$  mm), 190 ( $12,8 \pm 1,3$  vs  $12,2 \pm 1,1$  mm) and 210 ( $13,4 \pm 1,3$  vs  $12,9 \pm 1,1$  mm) days, as well as in the weight at 210 days of age ( $131,4 \pm 7,1$  vs  $128,6 \pm 9,8$  kg) among the animals of the treatments 1 and 2, and both treatments were effective in preparing the replacement gilts inside the

patterns of weight and BF at the first breeding. The treatment did not influence the rate of estrus return, but gilts of treatment 1 had a better ( $P < 0,05$ ) performance as primiparous sows than gilts of treatment 2 ( $11,6 \pm 1,6$  vs  $10,6 \pm 2,3$  total piglets born). Feed restriction 15%, resulting in a daily intake of 6479 kcal ME and 13.2 g lysine, showed negative effects on reproductive performance, although it was not accompanied of alterations in the weight and in BT at 210 days. The parameters weight and BF were not safe to determine the reproductive efficiency of gilts as primiparous sows, once different results were observed at first farrow under same weight and BF patterns at first mating. Gilts's metabolic status at the insemination seems to be as important as the weight and BF at first mating.

## 1. INTRODUÇÃO

Em uma granja estabilizada, as marrãs devem representar cerca de 20% do total de fêmeas do plantel e um manejo nutricional adequado é essencial para se obter bons resultados na sua vida produtiva. Edwards (1997) e Martin Rillo (2000) demonstraram que a produtividade da fêmea suína está associada ao número de leitões nascidos vivos no primeiro parto. Assim, quanto maior a prolificidade das marrãs no primeiro parto, melhores serão seus resultados nos partos subseqüentes e, conseqüentemente, estas fêmeas terão um melhor desempenho reprodutivo e econômico durante toda sua vida produtiva.

O sucesso da rentabilidade de uma granja depende, entre outros fatores, de um manejo de arraçamento condizente com a linhagem genética utilizada. Segundo Antunes et al. (2004), as marrãs C40 (Dalland, híbridas Pietran x Large White), devem ter a espessura de toucinho entre 12 a 13 mm, a idade entre 220 a 230 dias e o peso de 130 a 135 quilos quando da primeira cobertura, e parir com a espessura de toucinho de 16 mm para maximizar sua eficiência reprodutiva. Desse modo, o estabelecimento de um bom programa nutricional para marrãs de reposição até a sua entrada no rebanho reprodutivo é essencial para que sejam cobertas dentro dos padrões estipulados pela empresa fornecedora do material genético.

Um manejo nutricional inadequado do programa nutricional durante a reposição pode fazer com que as marrãs ultrapassem os alvos de peso e espessura de toucinho à primeira cobertura, o que pode influir negativamente no seu desempenho ao primeiro parto e na lucratividade da atividade.

Desta maneira, a restrição alimentar durante o período de reposição pode ser uma alternativa para evitar que as marrãs ultrapassem as metas de peso e espessura de toucinho à primeira cobertura.

Este trabalho tem como objetivo verificar os efeitos da restrição alimentar em marrãs de reposição sobre os parâmetros reprodutivos e produtivos, avaliando a viabilidade da adoção deste manejo dentro dos padrões da suinocultura moderna.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Eixo Hipotálamo – Hipófise – Ovário – Útero**

#### **2.1.1. Gonadotrofinas e esteróides**

Em marrãs, o hormônio luteinizante (LH) é o principal fator que controla o desenvolvimento ovariano (Evans e O'doherty, 2001). A síntese e liberação do LH é controlada pelo hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) de origem hipotalâmica (Prunier e Quesnel, 2000). O LH é secretado de uma maneira pulsátil e cada pulso de LH coincide com um pulso de GnRH (Foxcroft et al., 1994). Conseqüentemente, a secreção de LH sofre influência dos fatores que atuam na liberação de GnRH. De acordo com Prunier e Quesnel (2000), estes fatores incluem numerosos neuropeptídeos de origem intra e extra-hipotalâmicos que permitem ao animal integrar as influências de origem interna (idade, "status" metabólico e de saúde) e externa (luminosidade, temperatura ambiente, nutrição etc.).

O aumento da secreção de LH é caracterizado por um aumento na sua concentração basal e na frequência pulsátil (Pelletier et al., 1981; Lutz et al., 1984; Prunier et al., 1993a). Este aumento final está associado com a maturação final dos folículos ovarianos (Beltranena et al., 1993) e culmina numa onda pre-ovulatória que estimula a ovulação.

O hormônio folículo estimulante (FSH) também é sintetizado e liberado pela hipófise e está sob controle positivo do GnRH (Prunier e Quesnel, 2000).

No entanto, os padrões de variação do LH e FSH são muito diferentes na fêmea suína (Camous et al., 1985). De fato, a secreção de FSH é primariamente controlada pela influência inibitória da inibina de origem ovariana, a qual age diretamente na hipófise (Foxcroft et al, 1994).

Os esteróides ovarianos exercem efeitos de feedback no eixo hipotalâmico-hipofisário. A progesterona sempre tem influência inibitória (Prunier e Quesnel, 2000). Antes de atingir a puberdade, as concentrações plasmáticas de progesterona estão baixas e somente aumentam após a puberdade com a formação dos primeiros corpos lúteos (Esbenshade et al., 1982; Prunier et al., 1993a). A fase de secreção de progesterona pelos corpos lúteos é chamada fase luteal, e compreende do dia um do ciclo (dia 0=ovulação) até a luteólise (provocada pela PGF $\alpha$ , sintetizada pelo útero), que ocorre por volta do dia 15 do ciclo na fêmea suína (Hunter e Wiesak, 1990). Segundo Chung et al (2002), em marrãs púberes não gestantes, as concentrações plasmáticas de progesterona atingem um pico de 19,7 a 21,7ng/mL por volta do oitavo ao 12º dia após o início do estro.

Os estrógenos (mais particularmente o 17 $\beta$ -estradiol), que são sintetizados pelos folículos, exercem principalmente um feedback negativo na secreção de LH. Entretanto, quando as concentrações são suficientemente altas, o estradiol pode atuar como sinal de feedback positivo para a onda pre-ovulatória de LH. Estas concentrações de estradiol são atingidas durante a fase folicular do ciclo estral, quando os folículos estão desenvolvidos e diferenciados o suficiente para secretar grandes quantidades de estrógenos (Prunier e Quesnel, 2000).

### **2.1.2. Foliculogênese**

Em marrãs pré-púberes, assim como em adultas, gestantes, lactantes ou desmamadas, grupos de folículos primordiais são continuamente ativados e começam a se desenvolver. A maioria desses folículos vai entrar em atresia e menos de 1% irá ovular (Prunier e Quesnel, 2000). O recrutamento folicular é definido como o início da fase dependente de gonadotrofinas durante a foliculogênese por um grupo de folículos. Enquanto o recrutamento e a dependência folicular de gonadotrofinas estão associados na maioria das

espécies, o número de folículos recrutados apresenta uma grande variação, podendo atingir acima de 50 folículos na fêmea suína (Driancourt, 2001).

Embora não haja informações disponíveis para marrãs jovens, o "turnover" folicular tem sido demonstrado em marrãs entre os 140 e 180 dias de idade (fase pré-puberal tardia). Foi demonstrado que alterações no aspecto morfológico dos ovários, inicialmente com um grande número de pequenos folículos e posteriormente com uma menor quantidade de folículos maiores, ocorrem em poucos dias. Isto pode ser tomado como evidência de que ondas foliculares ocorrem em marrãs nesta idade. Entretanto, a fase em que os ovários apresentam um grande número de pequenos folículos tende a persistir por até 10 dias em algumas marrãs, sugerindo que as ondas podem ser separadas por períodos onde os ovários permanecem quiescentes (Driancourt, 2001).

Um folículo primordial ativado requer vários meses para atingir o estágio ovulatório (Morbeck et al., 1992). O crescimento final dos folículos de um a quatro milímetros até o tamanho ovulatório (seis a 10 milímetros) é muito rápido e requer cerca de quatro a seis dias (Dailey et al., 1976; Morbeck et al., 1992). O crescimento é devido à proliferação celular e ao aumento do volume do antro folicular. Isto é acompanhado pela diferenciação das células foliculares, evidenciada pelo aumento da secreção de inibina e estradiol, e pelo aparecimento de receptores para o LH nas células da granulosa (Foxcroft e Hunter, 1985). O crescimento dos folículos até dois a três milímetros não requer suporte de gonadotrofinas (Driancourt et al., 1995; Brüssow et al., 1996) e parece ser controlado apenas por fatores ovarianos locais, como fatores de crescimento (Prunier e Quesnel, 2000). Experimentos com privação de gonadotrofinas mostraram que o FSH é necessário para o crescimento folicular de dois a três milímetros e o LH de quatro milímetros até o tamanho ovulatório (Driancourt et al., 1995).

Na fêmea suína, não há clara evidência mostrando que o sinal para o recrutamento e seleção dos folículos é um aumento nas concentrações de FSH, como tem sido proposto para outras espécies de mamíferos. Hunter et al. (1992) não associaram nenhuma variação na secreção de gonadotrofinas com o crescimento pré-ovulatório e sugeriram que, em fêmeas cíclicas, o declínio das concentrações de progesterona devido a luteólise é o sinal para o

recrutamento e seleção folicular. Entretanto, a ovulação pode ser induzida durante a fase luteal pela aplicação de gonadotrofinas exógenas, mostrando que pode ocorrer um crescimento folicular pré-ovulatório apesar dos altos níveis de progesterona (Caldwell et al., 1969). Assim, observa-se que o recrutamento e seleção dos folículos pré-ovulatórios ocorre somente quando o equilíbrio entre fatores estimulantes (pelo menos LH e FSH) e inibitórios (progesterona em fêmeas cíclicas, hormônios induzidos pela sucção em porcas lactantes, etc) tende a favor dos fatores estimulantes (Prunier e Quesnel, 2000).

## ***2.2 – Efeito da nutrição durante o período de reposição sobre eficiência reprodutiva ao primeiro parto***

### ***2.2.1. Considerações sobre a nutrição durante o período de reposição***

O período de reposição compreende o período da entrada das fêmeas na granja (ou seleção no próprio plantel) até a primeira cobertura. A nutrição durante esta fase tem por finalidade preparar a fêmea dentro dos padrões estabelecidos para sua linhagem, permitindo o seu bom desempenho fisiológico e a expressão de seu potencial genético como matriz.

Tem se proposto uma taxa de crescimento de cerca de 550 a 600 gramas por dia para as marrãs de reposição. Taxas de crescimento mais elevadas que esta simplesmente produzem fêmeas mais pesadas ao primeiro estro e à cobertura, o que está ligado a maiores custos de produção sem benefícios na produtividade (Aherne e Foxcroft, 2000). Pode-se obter tais taxas de crescimento utilizando-se as mais variadas formulações de rações, bastando ajustar a quantidade fornecida aos animais de acordo com os níveis nutricionais da ração. No entanto, as formulações das dietas utilizadas nesta fase podem induzir a diferenças nas taxas de crescimento, deposição de gordura e carne magra (Stalder et al., 2000), podendo influenciar no desempenho reprodutivo (Sinclair et al., 2001) e na longevidade (Dowd et al., 1997) da fêmea suína.

O plano nutricional durante esta fase têm efeitos em diferentes aspectos da fertilidade, como taxas de ovulação, concepção e sobrevivência

embrionária. As alterações nutricionais podem não ser necessariamente acompanhadas de mudanças evidentes na condição corporal para ter efeitos maiores na reprodução. Entretanto, variações no “status” metabólico em um curto prazo podem trazer riscos, uma vez que podem mudar a resposta do ovário aos estímulos das gonadotrofinas (Foxcroft et al., 2000).

### ***2.2.2. Efeito da restrição alimentar sobre a função reprodutiva***

A nutrição das leitoas durante o período de reposição tem efeitos na subsequente reprodução, tanto a curto quanto longo prazo (Aherne e Kirkwood, 1985). Os efeitos da nutrição na eficiência reprodutiva podem estar relacionados a mecanismos fisiológicos atuando em vários pontos ao longo do eixo hipotálamo – hipófise – ovário – útero. Tais efeitos podem ser mediados por nutrientes, hormônios ou neuropeptídeos primariamente envolvidos no controle da função nutricional (Prunier e Quesnel, 2000), e podem ter reflexos nas taxas de ovulação e sobrevivência embrionária.

A nutrição inadequada pode influenciar a eficiência reprodutiva da fêmea suína de várias maneiras: atraso a puberdade, redução nas taxas de ovulação, sobrevivência embrionária e aumento no intervalo desmame-estro (Prunier e Quesnel, 2000).

A restrição alimentar durante a fase de recria e reposição resulta num aumento da idade e redução no peso corporal à puberdade (Den Hartog e Van Kempen, 1980; Den Hartog e Noordewier, 1984; Le Cozler et al., 1999a). Análises de resultados mostram que o LH pulsátil é inibido durante o período de restrição na maioria dos experimentos, independente do estado fisiológico. Sete dias de restrição alimentar em níveis de manutenção inibem quase que totalmente a secreção de LH (Boot et al., 1994; Boot e Cosgrove, 1996). A restrição alimentar induz um aumento do conteúdo de LH na hipófise de leitoas púberes (Cooper et al., 1973). Em leitoas pré-púberes, a liberação de LH e FSH após administração de GnRH é maior em animais que estão submetidos a restrição alimentar (Armstrong e Britt, 1987; Cosgrove et al., 1992; Prunier et al., 1993a). Essas observações em relação ao LH pulsátil sugerem que a restrição alimentar inibe mais a liberação de LH que sua síntese (Prunier e Quesnel, 2000). Por outro lado, o retorno à alimentação à vontade resulta numa rápida

restauração na secreção de LH pulsátil em porcas desmamadas (Quesnel et al., 1998a) e em leitoas pré-púberes (Booth et al., 1996).

Vários pesquisadores (Cox et al.; 1987; Flowers et al., 1989; Beltranema et al., 1991) têm determinado a influência da restrição alimentar sobre a taxa de ovulação. Dados obtidos de marrãs púberes mostram que restrição alimentar iniciada durante a fase luteal ou luteólise induz a uma redução no número de corpos lúteos na subsequente ovulação. A restrição alimentar parece inibir o sistema gerador de pulsos de GnRH, o que resulta em menor estimulação da foliculogênese pelo LH e em uma menor taxa de ovulação. Flowers et al. (1989) mostraram que o fornecimento adicional de energia a marrãs por pelo menos 10 dias antes do estro (flushing) produz um aumento na taxa de ovulação, provavelmente pelo aumento nos pulsos de LH.

Entretanto, alguns estudos com uma restrição alimentar de 75 a 90% do consumo à vontade de 13 a 25 semanas de idade não mostraram efeitos na eficiência reprodutiva (Klindt et al., 1999; Le Cozler et al., 1999b).

A nutrição pode influenciar a função ovariana pelos efeitos mediados pelas gonadotrofinas, como descrito anteriormente, mas também pelos efeitos diretos dos nutrientes e ou dos hormônios metabólicos (insulina, hormônios do eixo somatotrópico, cortisol, hormônios da tireóide e leptina).

O hormônio insulina é um provável mediador dos efeitos da nutrição nos ovários. Alguns resultados de estudos “in vivo” sugerem que a insulina estimula a foliculogênese por efeito ovariano direto (Johnston et al, 2004). Cox et al. (1987) demonstraram que o tratamento com insulina no início da fase folicular aumenta a taxa de ovulação sem efeitos claros nas concentrações de LH plasmáticos, o que resulta num maior tamanho da leitegada (Ramirez et al., 1993). A insulina parece ter uma influência positiva na nutrição, crescimento e desenvolvimento de células foliculares. Entretanto, uma evidência direta ainda necessita ser demonstrada, onde a redução na secreção de insulina devido à restrição alimentar é responsável, ainda que em parte, por menores taxas de ovulação ou atraso da ovulação na fêmea suína (Prunier e Quesnel, 2000).

As concentrações plasmáticas do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), secretado pelos hepatócitos (entre outras células) em resposta aos estímulos do hormônio do crescimento (GH), secretado pela hipófise, são determinadas pelo “status” metabólico do animal (Cosgrove e Foxcroft, 1996).

A restrição alimentar reduz as concentrações plasmáticas de insulina, 3,5,3'-triodotironina (T3), tiroxina (T4) e, como conseqüência, a síntese de receptores de GH e proteínas plasmáticas carreadores de GH. Assim, a ligação do GH com os tecidos alvo (em particular o fígado) é reduzida. O fígado é o principal órgão produtor de IGF-1, um dos mais importantes hormônios anabólicos envolvidos no processo de crescimento. Desta maneira, durante restrição alimentar as concentrações plasmáticas de IGF-1 são reduzidas devido a menor disponibilidade de receptores e proteínas carreadoras de GH (Hornick et al., 2000).

As concentrações de IGF-1 no fluido folicular aumentam durante o desenvolvimento folicular, decrescendo após a ovulação (Hammound et al., 1993). As ações mais relevantes do IGF-1 no ovário são as aparentes interações deste com as gonadotrofinas e outros fatores de crescimento, amplificando a ação das gonadotrofinas na esteroidogênese (Veldhuis e Rodgers, 1987). A restrição alimentar ao nível de manutenção em marrãs pré-púberes resulta na redução das concentrações de IGF-1 após sete dias (Cosgrove et al, 1992). De acordo com Prunier e Quesnel (2000), fêmeas submetidas a uma nutrição inadequada (subnutrição) apresentam maiores concentrações plasmáticas de GH, menor resposta hepática ao GH, redução das concentrações de IGF-1 e alteração nas proteínas que se ligam aos IGFs. Em vários estudos (Cosgrove et al., 1994; Charlton et al., 1993; Booth et al., 1994) delineados para determinar a influência do nível de alimentação na atividade ovariana na fêmea suína, baixas concentrações de IGF-1 no plasma ou no fluido folicular têm sido associados a uma redução na taxa de ovulação ou prejuízos a foliculogênese.

A leptina, secretada pelo tecido adiposo em resposta a alterações no peso corporal ou energia, tem sido implicada na regulação da ingestão voluntária de alimento, do metabolismo e do eixo neuroendócrino. As concentrações plasmáticas de leptina estão fortemente correlacionadas com elevadas reservas corporais em animais submetidos a balanço energético positivo (Barb et al. 2001). Prunier e Quesnel (2000) afirmam que os efeitos diretos da leptina no ovário ainda precisam ser mais estudados na fêmea suína, visto que os resultados com outras espécies não esclareceram o papel deste hormônio. Por outro lado, segundo Barb et al. (2001) a presença de

receptores biologicamente ativos para a leptina no hipotálamo e na hipófise e o fato da leptina aumentar a secreção de LH por células da hipófise e de GnRH por tecido hipotalâmico *in vitro* sugerem que a leptina tenha ação direta no eixo hipotalâmico-hipofisário.

A nutrição durante o período de reposição também pode exercer efeitos sobre a taxa de sobrevivência embrionária. Almeida et al. (2000) submeteram marrãs pós-púberes a uma restrição alimentar (2,1 x energia de manutenção) durante os dias um a sete (fase luteal inicial, grupo RH) ou oito a 15 (fase luteal tardia, grupo HR) do ciclo estral. Do dia 16 até a cobertura (fase folicular), as marrãs de ambos os grupos foram submetidas a um maior plano de nutrição (2,8 x energia de manutenção). Um terceiro grupo (HH) recebeu 2,8 x energia de manutenção durante todo o período experimental. A taxa de ovulação não foi afetada pelos tratamentos, mas a taxa de sobrevivência embrionária aos 28 dias de gestação foi maior nos grupos RH e HH que no grupo HR. Estes autores observaram que o aumento nas concentrações plasmáticas de progesterona no início da gestação ocorreu mais tardiamente no grupo HR que nos grupos RH e HH, ficando evidentes com 48 ( $0,8 \pm 0,2$ ,  $1,4 \pm 0,2$  e  $1,2 \pm 0,2$  ng/mL nos grupos HR, HH e RH, respectivamente) e 72 horas ( $3,6 \pm 0,5$ ,  $4,9 \pm 0,4$  e  $5,0 \pm 0,5$  ng/mL nos grupos HR, HH e RH, respectivamente).

Em um trabalho subsequente, Almeida et al (2001) estudou as mudanças metabólicas e endócrinas associadas aos dois modelos de restrição alimentar previamente utilizados (grupos HR e RH). Em adição, a capacidade do tratamento com insulina de superar os efeitos negativos da restrição alimentar durante os dias 8 a 15 do ciclo em marrãs HR foram investigadas (grupo HR+I). Nenhuma mudança na secreção de gonadotrofinas ou em hormônios metabólicos como insulina ou IGF-1 foram observados no grupo HR. Comparado às marrãs RH, a restrição alimentar de marrãs HR na fase luteal tardia do ciclo estral parece ter afetado a maturação folicular, resultando em um menor aumento nas concentrações plasmáticas de estradiol durante a fase folicular tardia. Por sua vez, isto parece resultar em uma redução na amplitude da onda pré-ovulatória de LH (não acompanhada de redução na taxa de ovulação) e num aumento mais lento nas concentrações plasmáticas de progesterona após a ovulação. Os efeitos negativos da restrição alimentar na

fase luteal tardia foram neutralizados pelo tratamento com insulina no grupo HR+I.

Concluíram então, que a restrição alimentar durante os dias 8 a 15 do ciclo estral pode alterar o desenvolvimento e maturação dos ovócitos, o que pode influir no desenvolvimento dos embriões e alterar a taxa de sobrevivência destes, mesmo sem alterações na taxa de ovulação.

Além disso, segundo Jindal et al (1996; 1997) a nutrição no início da gestação pode afetar as concentrações plasmáticas de progesterona, possivelmente devido a uma relação inversa entre plano de nutrição e taxas de metabolização deste hormônio. Esta condição pode influenciar o sincronismo entre o desenvolvimento embrionário e uterino, afetando assim a viabilidade embrionária.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de novembro de 2003 a julho de 2004 em uma granja produtora de leitões localizada na zona rural (S=17°51'49,1", W=0,5°45'30,3") da cidade de Rio Verde - GO.

Foram utilizadas 80 marrãs C40 (Dalland), híbridas Pietran x Large White, com idade média de 149,8 dias e peso médio de 93,1 quilos. As marrãs foram divididas em oito lotes de 10 fêmeas e alojadas num mesmo galpão, sendo cada lote alojado em uma baia coletiva de 15 m<sup>2</sup>. No início do período experimental, as marrãs foram pesadas e tiveram a espessura de toucinho (ET) mensurada utilizando-se um ultrassom Renco<sup>®</sup> (Renco, posição 2) na posição P2 (cinco centímetros da coluna vertebral, na altura da última costela).

Os lotes foram distribuídos em oito blocos e submetidos a dois tratamentos (T1 e T2). As marrãs do T1 (testemunha) receberam, do período de sua chegada na granja até sete dias antes da data prevista de cobertura, 2,6 kg de ração por dia. Durante o mesmo período, as marrãs do T2 receberam 2,2 kg da mesma ração por dia (restrição de cerca de 15%). A ração foi fornecida em duas refeições diárias, sendo o primeiro às 7:00 e o segundo as 10:00 horas.

A partir do segundo dia do experimento, um macho sexualmente maduro e de boa libido foi introduzido nas baias duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, por um período médio de 15 minutos, a fim de estimular à puberdade e detecção de estro.

Aos 170 e 190 dias de idade mensurou-se espessura de toucinho das marrãs e entre 205 – 210 dias de idade as marrãs foram transferidas para gaiolas individuais de gestação, onde aos 210 dias foram pesadas e tiveram a espessura de toucinho novamente mensurada. Sete dias antes da data prevista de cobertura, as marrãs de ambos os tratamentos receberam 3.0 kg de ração lactação por dia (flushing), segundo recomendações (Topigs, 2003) da empresa fornecedora de material genético, até apresentarem o estro.

Os níveis nutricionais e os ingredientes das rações utilizadas são descritos nas Tabelas 1.

Tabela 1 – Descrição dos níveis nutricionais das rações de reposição e de lactação utilizadas neste experimento

<b>Composição Calculada</b>	<b>Reposição</b>	<b>Lactação</b>
Energia Metabolizável (Kcal)	2945	3250
Proteína Bruta (%)	14,0	17,5
Lisina Digestível (%)	0,60	0,90
Metionina + Cistina Digestível(%)	0,44	0,55
Cálcio (%)	0,94	0,92
Fósforo Disponível (%)	0,33	0,33
Fibra Bruta (%)	5,0 – 7,0	3,0 – 4,5

Ração reposição – milho, farelo de soja, casca de soja e núcleo mineral vitamínico

Ração lactação – milho, farelo de soja, soja integral, núcleo mineral vitamínico

Aos  $214,58 \pm 6,66$  dias de idade as marrãs foram artificialmente inseminadas utilizando-se sêmen resfriado, oriundo de uma central de inseminação. A primeira dose foi realizada no momento da detecção do estro, a segunda após 12 horas e a terceira dose, caso a marrã ainda apresentasse o reflexo de tolerância ao macho, 24 horas após a detecção do estro.

Após a inseminação, as marrãs de ambos os tratamentos permaneceram em gaiolas individuais e foram alimentadas de acordo com a Tabela 3.

Tabela 2 – Quantidade e tipo de ração fornecida por dia às marrãs de acordo com o período de gestação

<b>Período de Gestação</b>	<b>Quantidade de ração</b>
0 a 85 dias	1,8 kg ração gestação
85 a 110 dias	3,0 kg ração gestação
110 dias ao parto	1,0 kg ração lactação

Ingredientes – milho, farelo de soja, casca de soja e núcleo mineral vitamínico

Uma vez a cada semana de gestação a ET das marrãs de ambos os tratamentos foi mensurada para acompanhamento da deposição de gordura durante o período. Foram registrados a taxa de retorno ao estro e o número total de leitões nascidos no primeiro parto. As marrãs que retornaram ao estro após a primeira cobertura foram descartadas do experimento.

### **3.1 Análises estatísticas**

As variáveis quantitativas (espessura de toucinho, peso e número total de leitões nascidos) foram submetidas ao teste de normalidade (teste de Lilliefors) e homocedasticidade (teste de Cochran e Bartlett). Posteriormente, foram submetidas à análise de variância (ANOVA). As médias que apresentaram significância foram submetidas às comparações pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Foram realizadas análises de correlação simples entre as variáveis idade e peso aos 210 dias com o número total de leitões nascidos ao primeiro parto. As análises foram realizadas pelo programa estatístico SAEG (Euclides, 1992). As variáveis qualitativas (taxa de

repetição de estro) foram avaliadas pelo teste de Qui Quadrado (Sampaio, 2002).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados durante os experimento e os respectivos coeficientes de variação estão dispostos na Tabela 4.

No início do experimento as fêmeas dos tratamentos 1 e 2 tinham, respectivamente,  $148,68 \pm 2,92$  vs  $150,88 \pm 3,08$  dias de idade,  $92,61 \pm 5,87$  e  $93,58 \pm 6,18$  kg de peso e  $12,10 \pm 1,26$  e  $11,60 \pm 1,30$  mm de espessura de toucinho.

Três fêmeas (duas de T1 e uma de T2) foram descartadas do experimento por não apresentarem estro e uma fêmea do T2 morreu durante o período de reposição. Além destas, uma fêmea do tratamento 2 foi encontrada não gestante aos 110 dias após a inseminação. Os dados coletados destas fêmeas foram excluídos das análises estatísticas.

Não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) na ET aos 170 ( $12,28 \pm 1,63$  vs  $11,60 \pm 1,30$  mm), 190 ( $12,85 \pm 1,27$  vs  $12,23 \pm 1,06$  mm) e 210 dias ( $13,42 \pm 1,30$  vs  $12,89 \pm 1,07$  mm) e no peso aos 210 dias de idade ( $131,41 \pm 7,08$  vs  $128,65 \pm 9,84$  kg) entre os animais dos tratamentos 1 e 2. O fato de não haver diferenças no peso e na ET provavelmente foi devido à pequena diferença de consumo (400g/dia) entre os animais dos dois tratamentos e pelos níveis nutricionais da ração utilizada. Apesar da diferença de consumo entre os animais dos tratamentos 1 e 2 durante toda o período de reposição ter sido de aproximadamente 24 quilos de ração por fêmea, os baixos níveis nutricionais desta ração acabam por elevar a conversão alimentar nesta fase e reduzir a diferença entre os animais dos dois tratamentos.

Tabela 3 – Idade e peso médios, consumo total e ganho de peso médio durante o experimento, consumo diário de energia e lisina, variações na ET durante o experimento, ET ao parto, número de fêmeas cobertas no 1º, 2º, 3º e 4º estro e eficiência reprodutiva no primeiro parto das marrãs dos tratamentos 1 e 2

Variáveis	Tratamento 1	Tratamento 2	CV <sup>1</sup>
Número de animais	38	37	
Idade Inicial (dias)	148,7	150,9	2,1
Peso Inicial (kg)	92,6	93,6	6,5
Peso 210 dias (kg)	131,4	128,7	5,8
Consumo Médio (kg)	150,9	126,9	14,0
GP <sup>2</sup> Médio (kg)	39,5	35,2	25,2
Consumo Energia (Kcal/dia)	7657	6479	
Consumo Lisina (g/dia)	15,6	13,2	
ET <sup>3</sup> Inicial (mm)	12,1	11,6	10,9
ET 170 dias (mm)	12,3	11,6	12,6
ET 190 dias (mm)	12,8	12,2	9,6
ET 210 dias (mm)	13,4	12,9	9,2
ET ao parto (mm)	13,3	12,9	10,82
Variação ET (mm)	+ 1,3	+ 1,3	43,4
Fêmeas cobertas no 1º estro	1	1	
Fêmeas cobertas no 2º estro	7	1	
Fêmeas cobertas no 3º estro	7	14	
Fêmeas cobertas no 4º estro	24	21	
Repetição de estro (n)	2	2	
Nascidos Totais <sup>4</sup>	11,6 <sup>a</sup>	10,6 <sup>b</sup>	18,2

1 – Coeficiente de variação

2 – Ganho de peso

3 – Espessura de toucinho (P2)

4 – Letras diferentes subscritas na mesma linha indicam diferenças (P<0,05) entre os valores

As fêmeas de ambos tratamentos atingiram as recomendações da empresa de genética para peso (130-135 kg) e ET (12-13mm) à cobertura. O fato das fêmeas do T2 terem atingido uma adequada deposição e gordura, alcançando o objetivo à cobertura (12-13 mm), pode ter sido favorecido pela alta relação energia:lisina da ração. Deste modo, os dois tratamentos se

mostraram eficientes em preparar a fêmea de reposição de acordo com padrões de peso e ET para a linhagem utilizada.

A diferença no consumo de lisina entre os animais dos dois tratamentos pode ter produzido alterações na composição corporal entre as marrãs dos tratamentos 1 e 2. As marrãs do grupo 2 consumiram, durante todo o período experimental, cerca de 150 g de lisina a menos do que as fêmeas do grupo 1, o que provavelmente resultou numa menor massa protéica corporal. Como não houve diferenças na ET entre os animais dos tratamentos ( $P > 0,05$ ), essa possível menor massa protéica das marrãs do T2 pode justificar ao seu pior desempenho ao primeiro parto. Além disso, segundo Sinclair et al. (2000), as reservas corporais da fêmea suína ao parto exercem grande influência na sua performance na lactação e no estro seguinte. Inicialmente, isso foi atribuído ao papel das reservas de gordura (ET), mas vários pesquisadores (Edwards, 1998; Sinclair et al., 1998) indicaram que a função reprodutiva nos modernos genótipos de suínos são mais dependentes da massa protéica corporal. Assim posto, como as fêmeas do T2 provavelmente tiveram uma menor deposição protéica que as fêmeas do T1 durante o período de reposição, é possível que também haja algum efeito negativo durante a lactação e talvez até na parição (“síndrome do segundo parto”) seguinte devido às suas menores massas protéicas.

No entanto, alguns trabalhos não mostraram influência da composição corporal no desempenho de marrãs ao primeiro parto. Stalder et al. (2000) forneceram três diferentes tipos de ração (a primeira formulada para crescimento de carne magra, a segunda para acúmulo de reservas e a terceira para permitir um crescimento mais lento que as anteriores) a marrãs de cinco diferentes genéticas dos 120 aos 180 dias e avaliaram seu desempenho ao primeiro parto. As rações produziram diferenças no crescimento, acúmulo de reservas energéticas e deposição muscular durante o período de reposição, mas tiveram pouca influência na eficiência reprodutiva das marrãs ao primeiro parto. Klindt et al (1999) submeteram marrãs a uma restrição de 74% do consumo a vontade da 13<sup>a</sup> a 25 semanas de idade e não observaram diferenças na sua eficiência reprodutiva. Contudo, em ambos trabalhos, o consumo diário de lisina foi superior àquele observado nas marrãs do T2 neste estudo

Não houve diferença entre os animais dos tratamentos 1 e 2 na evolução da ET durante a gestação. Os animais dos tratamentos 1 e 2 atingiram a meta de ET à cobertura (12-13 mm), porém ambos os tratamentos falharam (13,3 vs 12,9 mm) em propiciar a ET desejada ao parto (16 mm), sendo que a partir do terço médio de gestação as marrãs ficaram abaixo da curva ideal de ganho de ET. É pouco provável que isto esteja relacionado com o tratamento realizado durante o período de reposição, visto que as marrãs de ambos os tratamentos atingiram a ET ideal à cobertura. Esse efeito possivelmente ocorreu devido às quantidades de ração fornecidas durante a gestação neste experimento, as quais não foram suficientes para permitir que as marrãs acumulassem toda a ET necessária durante este período.

A taxa de repetição de estro dos animais não foi afetada ( $P>0,05$ ) pelo tratamento (5,26 vs 5,40%, para os animais dos tratamentos 1 e 2, respectivamente), mas o número total de leitões nascidos por parto foi maior ( $P<0,05$ ) no tratamento 1 que no tratamento 2 ( $11,58 \pm 1,57$  vs  $10,63 \pm 2,26$ ). Esses foram achados interessantes, visto que não houve diferenças no peso e na ET aos 210 dias entre os animais dos dois tratamentos. Isso pode indicar que o “status” metabólico das fêmeas pode ser tão influente no desempenho destas ao primeiro parto quanto o peso ou ET à cobertura.

Essa pior eficiência reprodutiva das fêmeas do grupo 2 poderia estar relacionada à uma menor taxa de ovulação e ou sobrevivência embrionária, os quais teriam sido afetados pelo menor (15%) aporte de nutrientes durante o período de reposição.

Quesnel et al (2000) afirmaram que uma restrição de 80% do nível de manutenção não altera os padrões de LH e FSH plasmáticos. Além disso, o retorno ao fornecimento de ração à vontade resulta numa rápida restauração do LH pulsátil em porcas desmamadas (Quesnel et al. (1998a) e em marrãs pré-púberes (Booth et al., 1996). Assim, como as fêmeas do tratamento 2 passaram por uma restrição alimentar de apenas 15% e foram submetidas ao manejo de flushing pré-cobertura (o qual seria capaz de reverter algum possível dano causado pela restrição à taxa de ovulação) é pouco provável que tenha ocorrido uma alteração nos padrões plasmáticos de gonadotrofinas que possam ter comprometido a taxa de ovulação. Pelos mesmos motivos, é pouco provável que tenham ocorrido alterações nas concentrações plasmáticas de

insulina, GH, IGF-1 e outro hormônio ou metabólito envolvido no metabolismo de nutrientes que pudessem influenciar negativamente tal parâmetro (Almeida et al, 2001). Booth et al (1994) encontraram menores concentrações de glicose pré-prandial, cortisol e insulina pós-prandial e IGF-1 plasmáticos após um período de restrição alimentar, mas as marrãs foram submetidas a uma restrição ao nível de manutenção, quadro bem diferente do tratamento ao qual foram submetidas as marrãs do tratamento 2.

Apesar de aparentemente a leptina funcionar como um indicador do “status” nutricional do organismo, as concentrações plasmáticas desta proteína provavelmente também não foram alteradas pelos tratamentos. Segundo Barb et al. (2001), as concentrações de leptina no plasma e no tecido adiposo decrescem rápida e profundamente no caso de privação de alimento ou balanço energético negativo. No caso dessa redução de 15% no aporte de nutrientes pelas fêmeas do tratamento 2, dificilmente teria ocorrido uma redução nas concentrações plasmáticas de leptina que pudesse ter alguma influência negativa na secreção de GnRH e ou uma menor ação direta na hipófise para liberação de LH, o que poderia trazer prejuízos à taxa de ovulação.

Desta maneira, é muito pouco provável que a pior eficiência reprodutiva das fêmeas submetidas ao tratamento 2 seja devido à menor taxa de ovulação, pois a restrição alimentar de 15% a que foram submetidas as marrãs do T2 não foi severa o suficiente para interferir neste parâmetro. O menor aporte de nutrientes por estas fêmeas provavelmente comprometeu de alguma maneira as fases seguintes de desenvolvimento embrionário (Almeida et al, 2000; Almeida et al, 2001), resultando então em pior desempenho ao primeiro parto.

Almeida et al. (2000), submetem marrãs a restrição alimentar moderada (25%) durante os dias um a sete (grupo RH) ou oito a 15 (grupo HR) do ciclo estral. Do dia 16 até a cobertura as marrãs de ambos os grupos receberam 95% do seu consumo à vontade. Um terceiro grupo (HH) recebeu cerca de 95% do seu consumo à vontade durante todo o período experimental. Não foram encontradas diferenças na taxa de ovulação entre os animais dos tratamentos 1 e 2, mas a taxa de sobrevivência embrionária aos 28 dias de gestação foi menor no grupo HR do que nos grupos RH e HH, indicando que a restrição durante os dias 8 e 15 do ciclo teve efeito negativo no

desenvolvimento embrionário. Além disso, estes autores observaram atraso no aumento das concentrações plasmáticas de progesterona no início da gestação no grupo HR em relação aos grupos RH e HH.

Fazendo uma analogia com o presente estudo, as fêmeas do T2 também foram submetidas à restrição alimentar moderada (15%), porém esta durou do dia um até cerca do dia 14 do ciclo, quando passaram a receber o manejo de flushing pré-cobertura (o que é semelhante ao tratamento dado aos grupos RH e HR). Esta maior quantidade de ração fornecida na fase final do ciclo provavelmente permitiu que as marrãs se recuperassem do “status” menos anabólico a que estavam submetidas, a ponto de não haver diferenças na taxa de ovulação. Além disso, como a restrição foi de apenas 15%, poderia não haver diferenças mesmo se a restrição fosse estendida até o estro (Almeida et al., 2000).

No entanto, a restrição alimentar dos dias 8 a 14 do ciclo, por ter ocorrido num estágio crítico de desenvolvimento folicular, pode ter afetado a maturação dos oócitos e o subsequente desenvolvimento embrionário, tal qual descrito por Almeida et al. (2000). Essas alterações no desenvolvimento embrionário teriam provocado atraso no aumento das concentrações plasmáticas de progesterona no início da gestação. Segundo Hunter e Wiesak (1990), diferenças na maturação folicular antes da ovulação podem ser refletidas em pequenas, mas fisiologicamente importantes diferenças na secreção de progesterona no início da gestação. A variabilidade na síntese de progesterona pode levar ao assincronismo entre os embriões e o útero, modificar o desenvolvimento do oviduto (Buhi et al., 1990; Muray, 1993) e do endométrio (Ashworth e Bazer, 1989; Roberts et al., 1993) e a atividade secretória (Jindal et al., 1997).

Assim, o momento e o padrão do aumento nas concentrações plasmáticas de progesterona no início da gestação podem ser importantes fatores na determinação da probabilidade dos embriões de continuarem viáveis (Ashworth et al., 1989; Jindal et al., 1997). Portanto, o atraso no aumento das concentrações plasmáticas de progesterona no início da gestação pode ser a explicação para o pior desempenho das marrãs submetidas ao tratamento 2.

Diante disto, a menor ingestão de nutrientes pelas marrãs do T2 durante a fase luteal tardia (dias oito a 15 do ciclo estral) provavelmente pode ter

provocado alterações no desenvolvimento e maturação dos folículos pré-ovulatórios e conseqüentemente nos corpos lúteos. Estas alterações nos corpos lúteos provavelmente refletiram em variações nos padrões plasmáticos de progesterona no início da gestação, alterações no desenvolvimento embrionário e ambiente uterino, resultando em uma menor taxa de sobrevivência embrionária e, em última instância, em um menor número total de leitões nascidos ao primeiro parto.

Segundo Quesnel et al. (2000), a restrição alimentar alterar o crescimento folicular independente das concentrações de gonadotrofinas. Esses autores demonstraram que 10 dias de restrição alimentar em 80% do nível de manutenção não provocaram alterações nas concentrações plasmáticas de LH e FSH, mas reduziram as concentrações plasmáticas de insulina, IGF-1 e leptina. Esses achados indicam que baixas concentrações plasmáticas de insulina, IGF-1 e leptina não estão necessariamente associados com redução na secreção de gonadotrofinas. Assim, de acordo com a severidade da restrição alimentar, pode não haver diferenças no desenvolvimento final dos folículos (dependente dos pulsos de LH) e, conseqüentemente, nas taxas de ovulação, mesmo tendo uma redução nas concentrações plasmáticas de insulina, IGF-1 e leptina.

A restrição alimentar a que foram submetidas às marrãs do T2 poderia também ter reduzido as concentrações plasmáticas de insulina e IGF-1, o que pode ter influenciado negativamente o crescimento e maturação folicular. Isto pode explicar o fato do tratamento com insulina (Almeida et al, 2001) ter anulado os efeitos negativos da restrição alimentar durante os dias oito a 15 do ciclo, apesar destes autores não terem encontrado diferenças nos padrões plasmáticos deste hormônio. As alterações nas concentrações plasmáticas de insulina podem não ter sido estatisticamente diferentes, mas fisiologicamente foram muito relevantes. Segundo Prunier e Quesnel (2000b), a insulina pode aumentar as concentrações intra-foliculares de IGF-1, o qual amplifica a ação das gonadotrofinas no crescimento e maturação folicular (Giudice, 1992) e reduzem a atresia folicular em marrãs pré-púberes (Matamoros et al., 1990). Há evidências *in vitro* dos efeitos importantes da glicose, insulina e vários outros fatores de crescimento na função das células da granulosa (Hammond

et al., 1995). Além disso, Johnston et al. (2004) afirmaram que a insulina pode ter efeitos gonadotróficos no ovário.

Desta maneira, a insulina parece ser o mediador entre nutrição e reprodução, seja por efeitos diretos ou indiretos no ovário. A restrição alimentar, não só de carboidratos, mas também de proteínas (Atinmo et al., 1976b), reduz as concentrações plasmáticas de insulina o que, dependendo da fase do ciclo estral, pode ter maior ou menor influência sobre as taxas de ovulação e sobrevivência embrionária.

Estas hipóteses condizem com Foxcroft et al. (2000), que afirmaram que a nutrição durante o período de reposição afeta a fertilidade subsequente por afetar a qualidade do óvulo. A nutrição nesta fase pode afetar tanto mudanças hormonais críticas acerca do tempo de ovulação e no início da gestação, além da capacidade do ovulo de ser fecundado e se desenvolver normalmente. Por outro lado, estes resultados contrastam com o achados de Klindt et al. (1999) e Le Cozler et al. (1999b), que não encontraram efeitos na eficiência reprodutiva de marrãs submetidas a restrição moderada (75 a 90% do consumo à vontade) durante o período de reposição.

Não foi observada correlação ( $P>0,05$ ) entre a idade à primeira cobertura e o número total de leitões nascidos no primeiro parto. Estes resultados condizem com os achados de Rozeboom et al. (1996), que não encontraram correlação entre idade à primeira cobertura e a produtividade e longevidade das porcas nas três primeiras parições. Também estão de acordo com Ferreira et al. (2001), que não encontraram diferença no número de leitões nascidos ao primeiro parto entre marrãs cobertas no segundo, terceiro ou quarto estro pós-puberal, mas houve uma queda de produtividade no segundo parto naquelas fêmeas cobertas no segundo estro.

Entretanto, estes achados divergem de Warnick et al. (1951), MacPherson et al. (1977) e Clark et al. (1988), que demonstraram que o tamanho da leitegada na primeira parição aumenta em 0,06, 0,062 e 0,017 leitões, respectivamente, a cada dia de atraso na primeira cobertura. Clark e Lemman (1986a,b), Clark et al. (1990) e Friendship e Dewey (1990), observaram um aumento no tamanho da leitegada na primeira, e possivelmente na segunda, parição com o aumento da idade à primeira cobertura. Brooks e Smith (1980), mostraram que marrãs cobertas mais velhas têm maior tamanho

de leitegada na primeira parição, mas a eficiência reprodutiva ao final de cinco partições não foi afetada. Segundo Levis (1995), analisando mais de 8500 dados de marrãs, há diferenças na eficiência ao longo da vida produtiva e a idade à primeira cobertura, onde o número de leitões nascidos vivos foram maiores em marrãs cobertas pela primeira vez entre 240 e 250 dias de idade.

A idade à primeira cobertura parece estar positivamente relacionada com o número de leitões nascidos ao primeiro parto, uma vez que marrãs cobertas mais velhas apresentaram maior número de cios e maior desenvolvimento uterino (Martin Rillo et al., 2001). O fato de não ter sido encontrada correlação entre a idade à primeira cobertura e o número de leitões nascidos provavelmente foi devido ao número de animais utilizados. Como aproximadamente 65% das fêmeas foram cobertas entre 210 e 220 dias, fica difícil fazer uma análise adequada dos resultados das fêmeas cobertas abaixo ou acima deste padrão devido ao reduzido número de informações. Além disso, o coeficiente de variação para o número total de leitões nascidos é alto, o que exige maior número de animais para uma análise mais precisa.

Devido ao aumento dos custos de produção à medida que se atrasa a idade à primeira cobertura, é necessário achar um ponto de equilíbrio entre produtividade e rentabilidade. A idade ideal para a primeira cobertura permanece indeterminada, pois são muitos os fatores que devem ser considerados. Aumento dos dias não produtivos, maiores custos com preparação de marrãs, tempo necessário para aclimatação da marrã ao novo ambiente e seus patógenos, necessidade de mais instalações e mão-de-obra e possíveis efeitos na eficiência reprodutiva e longevidade das fêmeas tornam o assunto muito controverso. Schukken et al. (1994) levantaram dados de quase 15000 marrãs oriundas de 54 granjas comerciais e indicaram que a idade econômica (relação custo x produtividade) ideal para a primeira cobertura, quando os custos de instalação e alimentação das marrãs da entrada no plantel à cobertura são levados em conta, foi de 200 a 220 dias.

Assim como observado na idade, não foi encontrada correlação ( $P > 0,05$ ) entre a espessura de toucinho aos 210 dias e o número total de leitões nascidos ao primeiro parto. Segundo Levis (1995) existe uma divergência muito grande entre os estudos que buscaram correlacionar estas duas variáveis, provavelmente pela influência concomitante de vários outros fatores (nutrição,

genética, ambiente etc) que podem interferir no desempenho da fêmea. No entanto, as observações feitas neste presente estudo mostram que a análise isolada desta variável pode não ser um bom indicador de uma produtividade futura.

A controvérsia entre estudos que buscaram correlacionar a idade ou ET à cobertura com o número total de nascidos possivelmente se deve ao fato de que os efeitos da composição corporal, ET, idade e peso à primeira cobertura estão relacionados a outros fatores como instalações, ambiente, sanidade e nutrição, entre outros, o que acaba gerando achados contraditórios. Entretanto, como o número total de leitões nascidos é uma variável muito instável, o fato de não se ter encontrado neste experimento nenhuma correlação entre a idade à primeira cobertura ou ET aos 210 dias e o número total de leitões nascidos provavelmente seja devido ao número de animais utilizados.

De acordo com as observações do presente experimento, os parâmetros peso e espessura de toucinho à cobertura parecem não ser tão precisos em se determinar o momento (ou condição corporal) ideal à primeira inseminação. Sob os mesmos padrões de peso e ET à cobertura e possível haver grandes diferenças na eficiência reprodutiva da fêmea suína.

Pequenas alterações nutricionais, aparentemente pouco significativas e que normalmente não são acompanhadas de variações visíveis no escore ou composição corporal, podem ser responsáveis por efeitos negativos na reprodução. Os padrões atuais de avaliação das mães de reposição, baseados apenas no crescimento e na conformação do animal, podem não prever a real condição da fêmea de ter uma eficiência reprodutiva otimizada (Foxcroft e Aherne, 2000).

Por meio de diferentes padrões de arrazoamento durante o período de reposição, seja por intermédio de variações qualitativas ou quantitativas, é possível atingir as recomendações de peso e ET à primeira cobertura. No entanto, devem ser levadas em conta as alterações que estes diferentes manejos podem acarretar no “status metabólico” e na composição corporal da fêmea, além dos seus efeitos no ciclo subsequente e durante toda a vida produtiva da fêmea.

## **CONCLUSÕES**

A restrição alimentar de 15%, resultando em um consumo diário de 6479 Kcal de energia metabolizável e 13,2 g de lisina digestível, mostrou ter efeitos negativos no desempenho reprodutivo das marrãs ao primeiro parto, embora não fosse acompanhada de alterações no peso e na ET aos 210 dias.

O “status” metabólico da fêmea parece tão ou mais importante do que o peso ou ET à primeira cobertura, uma vez que foram encontrados resultados diferentes ao primeiro parto sob mesmos padrões de peso e ET aos 210 dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHERNE, F.; FOXCROFT, G.R. Manejo das marrãs e fêmeas de primeiro parto: Parte III. Estabelecendo alvos de crescimento para marrãs de reposição. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 8, 2000, Foz de Iguaçu. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2000, p.106-109.
- AHERNE, F.; KIRKWOOD, R.N. Nutrition and sow prolificacy. **Journal of Reproduction & Fertility**, Supplement v.33, p.169-183, 1985.
- ALMEIDA, F.R.C.L.; KIRKWOOD, R.N.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R. Consequences of different patterns of feed intake during the estrous cycle in gilts on subsequent fertility. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1556-1563, 2000.
- ALMEIDA, F.R.C.L.; MAO, J.; NOVAK, S.; COSGROVE, J.R.; FOXCROFT, G.R. Effects of different patterns of feed restriction and insulin treatment during the luteal phase on reproductive, metabolic and endocrine parameters in cyclic gilts. **Journal of Animal Science**, v.79, p.200-212, 2001.
- ANTUNES, R.C.; ROCHA, D.L.; SILVA, E.F.; PAULA, E. Estratégias de otimização da produtividade da fêmea C40 dalland. [www.topigs.com.br/principal.htm](http://www.topigs.com.br/principal.htm), acessado em 15/08/04.
- ARMSTRONG, J.D.; BRITT, J.H. Nutritionally-induced anestrus in gilts: metabolic and endocrine changes associated with cessation and resumption of oestrus cycles. **Journal of Animal Science**, v.65, p.508-523, 1987.

- ASHWORTH, C.J.; BAZER, F.W. Changes in ovine conceptus and endometrial function following asynchronous embryo transfer or administration of progesterone. **Biology of Reproduction**, v.40, p.425, 1989.
- BARB, C.R.; HAUSMAN, G.J.; HOUSEKNECHT, K.L.. Biology of leptin in the pig. **Domestic Animal Endocrinology**, v.21, p.297-317, 2001.
- BELTRANENA, E.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R. Innate variability in sexual development irrespective of body fatness in gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.471-480, 1993.
- BELTRANENA, E.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R.; KIRKWOOD, R.N. Endocrinology of nutritional flushing in gilts. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, p.1063-1071, 1991.
- BOOTH, P.J.; CRAIGON, J.; FOXCROFT, G.R. Nutritional manipulation of growth and metabolic and reproductive status in prepubertal gilts. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2415-2424, 1994.
- BOOTH, P.J.; COSGROVE, J.R.; FOXCROFT, G.R. Endocrine and metabolic responses to realimentation in feed-restricted prepubertal in gilts: associations among gonadotropins, metabolic hormones, glucose, and uteroovarian development. **Journal of Animal Science**, v.74, p.840-848, 1996.
- BRÜSSOW, K.P.; TORNER, H.; RATKY, J.; SCHNEIDER, F., KANITZ, W.; KÖCHLING, W. Aspects of follicular development and intrafollicular oocyte maturation in gilts. **Reproduction of Domestic Animals**, v.31, p.555-563, 1996.
- BUHI, W.C.; ALVAREZ, I.M.; SUDHIPONG, V.; DONES-SMITH, M.M. Identification and characterization of de novo-synthesized porcine oviductal secretory proteins. **Biology of Reproduction**, v.43, p.929, 1990.
- CALDWELL, B.V.; MOOR, R.M.; WILMUT, I.; POLGE, C.; ROWSON, L.E.A. The relationship between day of formation and functional lifespan of induced corpora lutea in the pig. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.18, p.107-113, 1969.
- CAMOUS, S.; PRUNIER, A.; PELLETIER, J. Plasma prolactin, LH, FSH and estrogen excretion patterns in gilts during sexual development. **Journal of Animal Science**, v.60, p.1308-1317, 1985.

- CHARLTON, S.T.; CAMERON, B.J.; GLIMM, D.R.; FOXCROFT, G.R.; KENNELLY, J.J. Insuline-like growth factor 1 (IGF-1) gene expression in porcine ovarian tissue. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, 253-257, 1993.
- CLARK, L.K.; LEMAN, D. Factors that influence litter size in pigs. Part 1. **Pig News Info**, 7:303, 1986a.
- CLARK, L.K.; LEMAN, D. Factors that influence litter size in pigs. Part 2. **Pig News Info**, 7:431, 1986b.
- CLARK, L.K.; LEMAN, D.; MORRIS, R. Factors influencing litter size in swine: Party-one females Part 1. **Journal of American Veterinary Association**, 192:187, 1988.
- COOPER, K., J.; BROOKSP, H.; COLE, D.J.A.; HAYNES, N.B. The effect of feed level during the oestrus cycle on ovulation, embryo survival and anterior LH potency in the gilts. **Journal Reproduction & Fertility**, v.32, p.71-78, 1973.
- COSGROVE, J.R.; FOXCROFT, G.R. Nutrition and reproduction in the pig: ovarian aetiology. **Animal Reproduction Science**, v.42, p.131-141, 1996.
- COSGROVE, J.R.; TILTON, J.E.; HUNTER, M.G.; FOXCROFT, G.R. Gonadotropin-independent mechanism participate in ovarian responses to realimentation in feed-restricted prepubertal gilts. **Biology of Reproduction**, v.47, p.736-745, 1992.
- 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.
- CHUNG, W.B.; CHENG, W.F.; WU, L.S.; YANG, P.C. The use of plasma progesterone profiles to predict the reproductive status of anestro gilts and sows. **Theriogenology**, v.58, p.1165-1174, 2002.
- DAILEY, R.A.; CLARK, J.R.; STAIGMILLER, R.B.; FIRST, N.L.; CHAPMAN, A.B.; CASIDA, L.E. Growth of new follicles following electrocautery in four genetic groups of swine. **Journal of Animal Science**, v.43, p.175-183, 1976.
- DEN HARTOG, L.A.; NOORDEWIJER, G.J. The effect of energy intake at puberty in gilts. **Neth Journal of Agricultural Science**, v.32, p.263-280, 1984.

- DEN HARTOG, L.A.; VAN KEMPEN, G.L.M. Relation between nutrition and fertility in pigs. **Neth Journal of Agricultural Science**, v.28, p.211-227, 1980.
- DOWD, S.O.; HOSTE, S.; MERCER, J.T.; FOWLER, V.R.; EDWARDS, S.A. Nutritional modification of body composition and the consequences for reproductive performance and longevity in genetically lean sows. **Livestock Production Science**, v.52, p.155-165, 1997.
- DRIANCOURT, M.A. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. **Theriogenology**, v.55, p.1211-1239, 2001.
- DRIANCOURT, M.A.; LOCATELLI, A.; PRUNIER, A. Effects of gonadotropins deprivation on follicular growth in gilts. **Reproduction and Nutrition Development**, v.35, p.663-673, 1995.
- EDWARDS, S.A. Nutrition of the rearing gilt and sow. In: WISEMAN, J.; VARLEY, M.A.; CHADWICK, J.P. (Eds), **Progress in Pig Science**. Nottingham University Press, Nottingham, p361-380, 1998.
- EDWARDS, S.A. Management of gilts, primiparous sows, multiparous sows and boars. In: ANAPORC (EDS), SIMPOSIUM ANAPORC LLEIDA, XVIII, 1997, Anaporc, Lleida, ..73-85, 1997.
- ESBENSHADE, K.L.; PATERSON, A.M.; CANTLEY, T.C.; DAY, B.N. Changes in plasma hormone concentrations associated with the onset of puberty in the gilt. **Journal of Animal Science**, v.54, p.320-324, 1982.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema de análise estatística e genética (SAEG)**. Viçosa-MG; UFV, 1992. 62p.
- EVANS, A.C.O.; O'DOHERTY, J.V. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. **Livestock production Science**, v.68, p.1-12, 2001.
- FERREIRA, F.M.; BORCHARDT NETO, G.; SCHRÖDER, D.E. Desempenho reprodutivo no primeiro e segundo partos de leitoas inseminadas artificialmente no segundo, terceiro ou quarto estro pós-puberal. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 14, Belo Horizonte, MG, **Anais...**, p.235-236, 2001.
- FLOWERS, B.; MARTIN, M.J.; CANTLEY, T.C.; DAY, B.N. Endocrine changes associated with a dietary-induced increase an ovulation rate (flushing) in gilts. **Journal of Animal Science**, v.67, p. 771-778, 1989.
- FOXCROFT, G.R.; ALMEIDA, F.; AHERNE, F. Manejo das marrãs e fêmeas de primeiro parto: Parte IV. Manejo nutricional de marrãs em cobertura. In:

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 8, 2000, Foz de Iguaçu. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2000, p.114-118.

FOXCROFT, G.R.; COSGROVE, J.R.; DING, J.; HOFACHER, S.; WIESAK, T. Reproductive function: current concepts. In: **Progress in Pig Science**, University Press, 225-252, 1994.

FOXCROFT, G.R.; HUNTER, M.G. Basic physiology of follicular maturation in the pig. **Journal of Reproduction & Fertility**, Supplement, v.33, p1-19, 1985.

FRIENDSHIP, R.M.; DEWEY, C.E. factors affecting litter size in swine. **Proc. Annu. Mtg. Theriogenology Soc.**, Toronto, Canada, p.302, 1990.

GIUDICE, L.C. Insuline-like growth factors and ovarian follicular development. **Endocr. Rev.**, v.13, p.641-669, 1992.

HAMMOND, J.M.; SAMARAS, S.E.; GRIMES, R.; LEIGHTON, J.; BARBER, J.; CANNING, S.F.; GUTHRIE, H.D. The role of insulin-like growth factors and epidermal growth factor-related peptides in intraovarian regulation in the pig ovarian. In: Foxcroft, G.R.; HUNTER, M.G.; DOBERSKA, C. Control of Pig Reproduction IV. **Journal of Reproduction and Fertility**, supplement, v.48, p.117-125, 1993.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.121-132, 2000.

HUNTER, M.G.; WIESAK, T. Evidence for and implications of follicular heterogeneity in pigs. **Journal of Reproduction and Fertility**, Supplement v.40, p.163-177, 1990.

JINDAL, R.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R. Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts. Association with progesterone. **Journal of Animal Science**, v.74, p.620-624, 1996.

JINDAL, R.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R. Progesterone mediates nutritionally induced effects on embryonic survival in gilts. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1063-1070, 1997.

JOHNSTON, L.J.; RENTERIA, A.; SHURSON, J. Fiber nutrition of sows. <http://www.wcroc.coafes.umn.edu/people/mnco2fiber.pdf>, acessado em 15/02/2004.

- KLINDT, J.; YEN, J.T.; CHRISTENSON, R.K. Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development of gilts. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1968-1976, 1999.
- LE COZLER, Y.; RINGMAR-CEDERBERG, E.; JOHANSEN, S. ; DOURMAD, J. Y. ; NEIL, M. ; STERN, S. Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of sweedish yorkshire sows. 1. Growth, puberty and conception rate. **Animal Science**, v.68, p.355-363, 1999a.
- LE COZLER, Y.; RINGMAR-CEDERBERG, E.; RYDHMER, L. ; LUNDEHEIM, N. ; DOURMAD, J.Y. ; NEIL, M. Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of sweedish yorkshire sows. 2. Reproductive performance, food intake, backfat changes and culling rate during the first two parities. **Animal Science**, v.68, p.365-377, 1999b.
- LEVIS, D. Management of replacement gilts for efficient reproduction, <http://www.thepigsite.com/featuredarticle/default.asp?area=reproduction&isplay=567>, acessado em 22/07/2004.
- LUTZ, J.B.; RAMMPACEK, G.K.; KRAELING, R.R.; PINKERT, C.A. Serum luteinizing hormone and estrogen profiles before puberty in the gilt. **Journal of Animal Science**, v.58, p.686-691, 1984.
- MARTIN RILLO, S.; DE ALBA, C.; FALCETO, M.V.; PERALTA, W.; BUSTAMANTE, J. Efecto del aparato genital de la primeriza sobre la productividad de la cerda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUINOS, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais do VII simpósio de reprodução e inseminação artificial em suínos**. Foz do Iguaçu: 2000, p.39-49.
- MATAMOROS, I.A.; COX, N.M.; MOORE, A.B. Exogenous insulin and additional energy affect follicular distribution, follicular steroid concentrations, and granulosa cell human chorionic gonadotropin binding in swine. **Biology of Reproduction**, v.43, p.1-7, 1990.
- MORBECK, D.E.; ESBENSHADE, K.L.; FLOWERS, W.L.; BRITT, J.H. Kinetics of follicle growth in the prepubertal gilt. **Biology of Reproduction**, v.47, p.485-491, 1992.
- MURRAY, M.K. An estrogen dependent glycoprotein is synthesized and released from the oviduct in a temporal- and region-specific manner during early pregnancy in the ewe. **Biology of Reproduction**, v.48, p.446, 1993.

- PELLETIER, J.; CARREZ-CAMOUS, S.; THIERY, J. C. Basic neuro-endocrine events before puberty in cattle, sheep and pigs. **Journal of Reproduction & Fertility**, v.30, p.91-102, 1981.
- PRUNIER, A.; CHOPINEAU, M. ; MOUNIER, A. M. ; MORMEDE, P. Patterns of plasma LH, FSH, oestradiol and corticosteroids from birth to the first oestrus cycle in Meishan gilts. **Journal of Reproduction & Fertility**, v.98, p.313-319, 1993a.
- PRUNIER, A.; QUESNEL H. Nutritional influences on the hormonal control of reproduction in female pigs. **Livestock production Science**, v.63, p.1-16, 2000.
- QUESNEL, H.; PASQUIRE, A.; MOUNIER, A. M. ; PRUNIER, A. Influence of feed restriction during lactation on gonadotropic hormones and ovarian development in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v.76, p.856-863, 1998a.
- ROBERTS, R.M.; XIE, S.; TROUT, W.E. Embryo-uterine interactions in pigs during week 2 of pregnancy. **Journal of Reproduction and Fertility, Supplement** v.48, p.171, 1993.
- ROZEBOOM, D. W.; PETTIGREW, J. E.; MOSER, R. L.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M. Body composition of gilts at puberty. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2524-2531, 1995.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística Aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SCHUKKEN, Y.H.; BUURMAN, J.; HUIRNE, R.B.M.; WILLEMSE, A.H.; VERNOOY, J.C.M.; VAN DEN BROEK, J.; VERHEIJDEN, J.H.M. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1387-1392, 1994.
- SINCLAIR, A.G., BLAND, V.C., EDWARDS, S.A. The influence of gestation feeding strategy on body composition of gilts at farrowing and response to dietary protein in a modified lactation. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2397-2405, 2001.
- STALDER, K.J.; LONG, T.E.; GOODWIN, R.N.; WYATT, R.L.; HALSTEAD, J.H. Effect of gilt development diet on the reproductive performance of primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1125-1131, 2000.

TOPIGS. Manual de reprodução, 2003/2004, **Topigs do Brasil**, 22p, 2003.

VELDHUIS, J.D.; RODGERS, R.J.; Mechanisms subserving the steroidogenic synergism between follicle-stimulating hormone and insulin-like growth factor I (somatomedin C). **Journal of Biology and Chemistry**, v.262, p.7658-7669, 1987.