

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PROGRAMAS ALIMENTARES DE PORCAS  
GESTANTES E LACTANTES UTILIZANDO O MODELO  
INRAPORC<sup>®</sup>**

**TESE DE DOUTORADO**

**Cheila Roberta Lehen**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**PROGRAMAS ALIMENTARES DE PORCAS GESTANTES E  
LACTANTES UTILIZANDO O MODELO INRAPORC®**

por

**Cheila Roberta Lehn**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia.**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Alberto Lovatto**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

L523p Lehnen, Cheila Roberta  
Programas alimentares de porcas gestantes e lactantes utilizando o modelo  
INRAPORC<sup>R</sup> / por Cheila Roberta Lehnen. – 2012.  
98 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Paulo Alberto Lovatto  
Coorientador: Irineo Zanella  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências  
Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2012

1. Modelagem 2. Nutrição 3. Primíparas 4. Reservas corporais I. Lovatto,  
Paulo Alberto II. Zanella, Irineo III. Título.

CDU 636.4

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109  
Biblioteca Central UFSM

---

©2012

Todos os direitos autorais reservados a Cheila Roberta Lehnen. A reprodução de partes ou do  
todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**PROGRAMAS ALIMENTARES DE PORCAS GESTANTES E  
LACTANTES UTILIZANDO O MODELO INRAPORC®**

elaborada por  
**Cheila Roberta Lehen**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia**

**Comissão Examinadora:**

**Irineo Zanella, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Coorientador)

**Marcos Martinez do Vale, Dr. (UFSM)**

**Alexandre de Mello Kessler, Dr. (UFRGS)**

**Vladimir de Oliveira, Dr. (UFSC)**

**Luciano Hauschild, Dr. (UNESP)**

Santa Maria, 15 de fevereiro de 2012.

Ao meu noivo Jardel, pelos momentos felizes e alegrias, por compartilhar este trabalho a cada minuto, pela dedicação e amor que tu demonstras em cada gesto...Te amo muito.

***DEDICO***

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Celso e Vanira pelas oportunidades de estudo, em cursar Zootecnia e a Pós-graduação.

Ao querido professor Paulo Alberto Lovatto pela amizade, incentivo, orientação e presença em minha formação.

Ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, em especial ao Irineo Zanella, João Radünz Neto e Marcos Martinez do Vale pelos ensinamentos e apoio.

Ao proprietário Enio Einloft Scholz e funcionários da Granja Toropi, pela amizade, estrutura física e animais utilizados.

Aos amigos e colegas do Grupo de Modelagem Animal, em especial ao Luciano Hauschild, Ines Andretta, Marcos Kipper e Aline Remus pela amizade, companheirismo e responsabilidade.

Aos amigos do Setor de Suínos, em especial ao Gerson Guarez Garcia, Raquel Melchior, Eloíza Lanferdini e Carlos Augusto Rossi pela amizade e responsabilidade.

Aos meus colegas de graduação e de pós-graduação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

*“É melhor tentar e falhar,  
que preocupar-se e ver a vida passar;  
é melhor tentar, ainda que em vão,  
que sentar-se fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar,  
que em dias tristes em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz, embora louco,  
que em conformidade viver ...”*  
(Martin Luther King)

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### PROGRAMAS ALIMENTARES DE PORCAS GESTANTES E LACTANTES UTILIZANDO O MODELO INRAPORC<sup>®</sup>

AUTOR: CHEILA ROBERTA LEHNEN  
ORIENTADOR: PAULO ALBERTO LOVATTO

**Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de fevereiro de 2012.**

Um estudo foi realizado com o objetivo de avaliar em condições brasileiras as estratégias nutricionais e alimentares do modelo InraPorc<sup>®</sup> para porcas gestantes e lactantes. Para atender os requisitos do modelo, o trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: estabelecimento do perfil animal, determinação das exigências nutricionais, definição do programa nutricional e alimentar e aplicação do modelo InraPorc em granja comercial. Foram utilizadas 80 porcas DanBred, selecionadas por ordem de parto, peso vivo e espessura de toucinho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso constituídos de dois tratamentos - programa de dietas e alimentar utilizado pela Granja e programa de dietas e alimentar ajustado pelo InraPorc<sup>®</sup>. Os tratamentos foram constituídos por 40 repetições, distribuídos em três grupos de ordem de parto (OP): OP1 – 15; OP2 – 13 e OP $\geq$ 3 – 12 porcas. Na gestação, entre os 26 e 85 dias, o consumo de ração foi 5% superior em primíparas, 14% em porcas OP2 e 13,5% em porcas OP $\geq$ 3 alimentadas com programa ajustado pelo InraPorc comparado ao da Granja. Entre os 86 a 108 dias, o ajuste nutricional pelo modelo foi superior em 8,3% no consumo de ração em primíparas, 6,2% em porcas OP2 e 9,3% em porcas OP $\geq$ 3. O ajuste nutricional durante a lactação aumentou o ganho materno em média de 5% no grupos estudados. O conteúdo uterino e o peso da leitegada ao nascer foi superior ( $P < 0,05$ ) em fêmeas OP2 alimentadas com programa nutricional ajustado. O consumo médio durante a lactação foi 3,6% superior em primíparas, 7,3% em porcas OP2 e 6,7% em porcas de OP  $\geq$  3 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc em relação ao programa alimentar da granja. O número de leitões nascidos totais e de nascidos vivos foi superior em porcas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc. O peso médio dos leitões ao nascer foi superior nos grupos alimentados com programa ajustado pelo InraPorc (1,313 vs. 1,273 kg). O peso ao desmame foi 14 e 9% superior em leitões de primíparas e porcas OP2 alimentadas com programa ajustado pelo InraPorc. O peso das porcas ao desmame foi 6,4% superior nas primíparas alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc. Nesse estudo, a perda de peso verificada nos grupos estudados oscilou de 2 a 4,9%, sendo verificada a maior mobilização em porcas OP $\geq$ 3 alimentadas com o programa InraPorc. O InraPorc identificou deficiências nutricionais em primíparas no terço final da gestação e propôs um ajuste nutricional para essa categoria. O ajuste nutricional em primíparas na gestação aumenta o ganho materno e na lactação reduz o catabolismo das reservas corporais. Além disso, o aporte nutricional na gestação aumenta o peso do leitão ao nascer e, durante a lactação o peso ao desmame.

**Palavras-chave:** Modelagem. Nutrição. Primíparas. Reservas corporais.



## **ABSTRACT**

Doctoral Thesis  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **FEEDING STRATEGIES OF INRAPORC<sup>®</sup> MODEL FOR GESTATING AND LACTATING SOWS**

**AUTHOR: CHEILA ROBERTA LEHNEN**

**ADVISOR: PAULO ALBERTO LOVATTO**

**Site and Date of Defense: Santa Maria, February, 15, 2012.**

A study was conducted to evaluate in Brazilian conditions the nutritional and feeding strategies of InraPorc<sup>®</sup> model for gestating and lactating sows. To meet the requirements of the model, the work was done in four steps: establishment of animal profile, determination of nutritional requirements, and definition of feed and nutrition program and application of the model InraPorc in commercial farm. Eighty DanBred sows were used, selected in order of birth, weight and backfat thickness. The experimental design was a randomized block and treatments were assigned to diets and feeding program used by the Farm program and adjusted by InraPorc. The treatments consisted of 40 replications were divided into three groups: OP1 - 15; OP2 - 13 and OP> 3-12 sows. During pregnancy, between 26 and 85 days, feed intake was 5% higher in primiparous sows, 14% in OP2 sows and 13.5% in OP> 3 sows fed by the InraPorc nutritional program. Between 86 to 108 days, the nutritional adjustments was 8.3% higher in feed intake in primiparous sows, 6.2% in OP2 sows and 9.3% in OP> 3 sows. During the lactation, the nutritional adjustment increased the maternal gain an average of 5% in both groups. The uterine contents and litter weight at birth was higher ( $P < 0.05$ ) in OP2 sows fed by the InraPorc<sup>®</sup> nutritional program to relation sows fed with Farm program. The total number of piglets born and born alive was higher in OP2 sows fed with the feeding program by InraPorc. The average weight of piglets at birth was higher in groups fed with the feeding program by InraPorc (1.313 vs. 1.273 kg). Piglet weight at weaning was 14 and 9% higher in piglets of primiparous and OP2 sows fed with feeding program by InraPorc. The sows weaning weight was 6.4% higher in primiparous sows fed diets adjusted by InraPorc. In this study, the weight loss observed in the groups ranged from 2 to 4.9%, and we found the largest mobilization in  $OP \geq 3$  sows fed diets adjusted by InraPorc. The InraPorc identified nutritional deficiencies in primiparous sows during late gestation and proposed a nutritional adjustment to the category. The adjustment in primiparous nutrition in gestation increases the maternal gain and in lactation reduces the maternal catabolism of body reserves. In addition, nutritional support during pregnancy increases the piglet weight at birth and during lactation, weaning weights.

**Key words:** Body reserves. Modeling. Nutrition. Primiparous sows.

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Partição da energia e exigências de energia metabolizável e lisina digestível estimadas pelo InraPorc para porcas gestantes e lactantes .....                            | 35 |
| Tabela 2 - Composição centesimal e calculada das dietas de porcas gestantes e lactantes.....  | 37 |
| Tabela 3 – Quantidade de ração fornecida de acordo com a ordem de parto e programa alimentar durante a lactação.....  | 39 |
| Tabela 4 - Consumo de ração, ingestão de nutrientes e conversão alimentar de porcas gestantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc.....           | 45 |
| Tabela 5 - Peso vivo e ganho materno de porcas em gestação e pós-parição alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc.....                                | 51 |
| Tabela 6 - Espessura de toucinho (ET, mm) de porcas na gestação alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc.....   | 53 |
| Tabela 7 - Consumo de ração, ingestão de nutrientes e conversão alimentar de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc.....           | 59 |
| Tabela 8 - Produção de leite e conteúdo de energia e nitrogênio exportados no leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc..... | 62 |
| Tabela 9 - Peso ao nascer e análise descritiva das leitegadas de porcas alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc .....                                | 65 |
| Tabela 10 - Peso vivo e ganho médio diário de leitegadas de porcas em lactação alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc.....                          | 68 |
| Tabela 11 - Espessura de toucinho (ET, mm) de porcas na lactação e intervalo desmame cobertura (IDC) alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc .....   | 70 |
| Tabela 12 - Peso ao desmame e perda de peso de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc .....  | 71 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Configuração geral do InraPorc para definir estratégias nutricionais e comparar diferentes cenários de produção .....  | 25 |
| Figura 2 - Utilização dos nutrientes por porcas de acordo com o InraPorc .....  | 26 |
| Figura 3 - Programa alimentar (kg/d e em kcal EM/d) utilizado na Granja e estimado pelo InraPorc durante a fase de gestação.....  | 38 |
| Figura 4 - Composição proteica e lipídica do ganho materno de porcas gestantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc, obtidos pelas equações propostas por DOURMAD et al.(1997) (n = 80) ..... | 55 |
| Figura 5 - Utilização de energia e nitrogênio exportados no leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc .....  | 63 |
| Figura 6 - Peso vivo de leitões machos (M) e fêmeas (F) de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja (G) ou ajustado pelo InraPorc (I) ..   | 69 |
| Figura 7 - Distribuição (%) de porcas com ET >12 mm, entre 13 e 21 mm e >21 mm alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc durante diferentes estágios do ciclo produtivo .....                      | 74 |
| Figura 8 - Intervalo desmame-cobertura de porcas alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc .....   | 76 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                    |   |
|--------------------|---|
| $d_{\text{lact}}$  | Duração da lactação                         |
| $E_{\text{leite}}$ | Energia exportada pelo leite                |
| ET                 | Espessura de toucinho                       |
| GMD                | Ganho médio diário                          |
| GP Gest            | Ganho de peso na gestação                   |
| IDC                | Intervalo Desmame Cobertura                 |
| $N_{\text{leite}}$ | Nitrogênio exportado pelo leite             |
| OP                 | Ordem de parto                              |
| PDmax              | Potencial máximo de deposição proteica      |
| PEMat108           | Peso na entrada na maternidade aos 108 dias |
| PLeite             | Produção de leite                           |
| PP Lact            | Perda de peso na lactação                   |
| PParto             | Peso pós-parição                            |
| PV                 | Peso vivo                                   |
| PVv                | Peso vivo vazio                             |
| $t$                | Estágio da lactação                         |
| $\Delta G, \%PV$   | Variação do peso na gestação                |
| $\Delta L, \%PV$   | Variação do peso na lactação                |

## LISTA DE APÊNDICES

|  |    |
|--|----|
| APÊNDICE A - Características do rebanho para definição do perfil animal .....  | 90 |
| APÊNDICE B - Alojamento do rebanho nas fases de gestação e lactação .....      | 91 |
| APÊNDICE C - Calibração do perfil animal .....                                 | 92 |
| APÊNDICE D - Comandos para estimar as exigências nutricionais do rebanho ..... | 93 |
| APÊNDICE E - Partição dinâmica da lisina de acordo com o ciclo produtivo.....  | 94 |
| APÊNDICE F - Produção bibliográfica durante o curso .....                      | 95 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                  | <b>14</b> |
| <b>2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO .....</b>                        | <b>16</b> |
| 2.1. Fatores moduladores na nutrição de porcas .....        | 16        |
| 2.1.1. Peso e condição corporal .....                       | 17        |
| 2.1.2. Fase reprodutiva .....                               | 18        |
| 2.1.3. Ordem de parto .....                                 | 19        |
| 2.1.4. Genética .....                                       | 20        |
| 2.1.5. Temperatura .....                                    | 21        |
| 2.2. Modelagem da nutrição e alimentação de porcas .....    | 23        |
| 2.2.1. InraPorc® .....                                      | 24        |
| 2.2.2. Partição de nutrientes na gestação .....             | 25        |
| 2.2.3. Partição de nutrientes na lactação .....             | 29        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                          | <b>32</b> |
| 3.1. Perfil animal.....                                     | 32        |
| 3.1.1. Coleta de dados .....                                | 32        |
| 3.1.2. Calibração dos parâmetros .....                      | 33        |
| 3.2. Exigências nutricionais .....                          | 34        |
| 3.3. Programa de dietas e alimentar .....                   | 35        |
| 3.4. Aplicação do modelo InraPorc na granja.....            | 39        |
| 3.4.1. Condições de alojamento .....                        | 40        |
| 3.4.2. Manejo alimentar .....                               | 40        |
| 3.4.3. Avaliação do desempenho de porcas e leitegadas ..... | 41        |
| 3.4.4. Modelo analítico e análise estatística .....         | 43        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                      | <b>44</b> |
| 4.1. Gestação.....  | 44        |
| 4.1.1. Ingestão de nutrientes .....                         | 44        |
| 4.1.2. Ganho materno e reservas corporais .....             | 48        |
| 4.2. Lactação.....  | 56        |
| 4.2.1. Ingestão de nutrientes .....                         | 56        |
| 4.2.2. Produção de leite .....                              | 61        |
| 4.2.3. Desempenho das leitegadas .....                      | 64        |
| 4.2.4. Mobilização de reservas corporais .....              | 70        |
| 4.3. Intervalo desmame-cobertura.....                       | 75        |
| <b>5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS .....</b>                   | <b>78</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS.....</b>                                  | <b>79</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem um rebanho superior a 2,4 milhões de fêmeas suínas (ABIPECS, 2010), das quais cerca de 1,5 milhão são mantidas em sistemas intensivos de alta tecnologia. A nutrição e alimentação são os aspectos que mais afetam o desempenho reprodutivo e os que mais contribuem no custo de produção, representando entre 65 a 85% do total (TALAMINI et al. 2006). Entretanto, vários fatores modulam a nutrição dessas porcas, entre eles a genética, ambiente, manejo e a alimentação.

Na prática, as exigências nutricionais das porcas em gestação são determinadas por um escore visual (YOUNG & AHERNE, 2005). No entanto, a avaliação visual é um critério subjetivo podendo gerar situações de sub ou super alimentação (YOUNG et al., 2004a). A associação de variáveis objetivas como a espessura de tocinho, ordem de parto e peso vivo podem ser utilizadas em programas nutricionais para adequar as exigências, reduzindo os custos (YOUNG & AHERNE, 2005). Um das formas de agrupar essas informações e utilizá-las posteriormente no ajuste nutricional é através da modelagem.

A modelagem aplicada à nutrição pressupõe a integração quantitativa dos fenômenos digestivos e metabólicos passíveis de influenciar as respostas dos animais às variações alimentares (LOVATTO & SAUVANT, 2001). O desenvolvimento de modelos de utilização de nutrientes e a aplicação destes ainda são elementares. Pesquisas têm sido avaliadas com o objetivo de desenvolver curvas às respostas dos animais em relação ao fornecimento dos nutrientes (DOURMAD et al., 2005). Entre os modelos desenvolvidos, o InraPorc integra os diferentes aspectos relacionados à nutrição, à alimentação, à genética, ao ambiente e ao comportamento animal (DOURMAD et al., 2008).

Para maximizar o desempenho e longevidade das porcas é fundamental adaptar o consumo alimentar às reservas corporais e evitar situações de pesos acima ou abaixo do ideal (DOURMAD et al., 2001). Em função das variações extremas das reservas corporais, é importante desenvolver estratégias alimentares individualizadas, em relação ao seu nível de produção, comportamento e meio de criação (DOURMAD et al., 2001).

A adoção de um programa nutricional específico para grupos de porcas gestantes com condições corporais, ordem de parto e de linhagens conhecidas pode ajustar a ingestão de nutrientes na gestação e reduzir o catabolismo de nutrientes durante a lactação. Para determinar exigências mais próximas à realidade de cada granja, o mais adequado é parametrizar modelos de predição com dados específicos do rebanho ou granja.

Entretanto, nas condições tecnológicas atuais, as informações disponíveis sobre o ajuste nutricional através de variáveis objetivas são incipientes e pouco conclusivas quando analisadas de forma isolada. Este trabalho tem o objetivo de avaliar o modelo InraPorc no Brasil, com a finalidade de dar suporte aos nutricionistas e produtores, em busca do máximo desempenho zootécnico de porcas gestantes e lactantes.



## **2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

### **USO DA MODELAGEM NO AJUSTE NUTRICIONAL E ALIMENTAR DE PORCAS GESTANTES E LACTANTES**

O aporte inadequado de nutrientes pode afetar a eficiência de reprodutores, sendo estreita a relação entre os programas nutricionais e os índices reprodutivos do rebanho (WHITTEMORE, 1996). A falta de ajuste entre exigências e ingestão de nutrientes pode se traduzir em situações adversas, como perda excessiva de peso nos períodos de maior demanda, o que afeta negativamente o atual e o próximo ciclo reprodutivo da porca (SHURSON et al., 2003). Assim, as estratégias alimentares devem considerar as consequências da nutrição em todas as fases do ciclo produtivo (GUEDES & NOGUEIRA, 2000). Além disso, uma análise permanente dos índices produtivos deve ocorrer ao longo da vida do animal. Para implantar com sucesso um programa de nutrição para porcas, é necessário conhecer os fatores que afetam as exigências nutricionais e as ferramentas disponíveis para seus ajustes às condições de cada sistema produtivo.

#### **2.1. Fatores moduladores na nutrição de porcas**

As exigências nutricionais são influenciadas por fatores inerentes ao animal e ao ambiente. Os fatores que modulam a nutrição de porcas estão associados ao peso vivo e condição corporal, fase reprodutiva, ordem de parto e genética. Os principais fatores ambientais que interferem na estimativa de exigências e nos programas de nutrição e alimentação são a temperatura e umidade relativa, sanidade, além dos sistemas de alojamento.

### 2.1.1. Peso e condição corporal

As porcas apresentam um ciclo reprodutivo característico, com ganho de peso na gestação, seguido de mobilização de reservas corporais na lactação (WHITTEMORE & KYRIAZAKIS, 2006). Na maioria dos sistemas de produção, as porcas ganham peso na gestação e perdem na lactação (YOUNG & AHERNE, 2005a). A condição corporal, em muitos rebanhos, é avaliada através do escore visual, numa escala de 1 a 5 (1 - animal muito magro, 3 - condição aceitável e 5 - muito gordo) e realizado, de forma empírica, com ajustes nutricionais a cada escala.

O escore corporal pode ser bem utilizado em alguns rebanhos. Mas há algumas desvantagens como, por exemplo, porcas que aparentemente são magras apresentarem alta quantidade de gordura (MAES et al., 2004). E ainda, animais com escore corporal 3 (boa condição) podem apresentar uma variação na espessura de toucinho (ET) de 8 a 31 mm. Além disso, os avaliadores apresentam desuniformidade sobre o escore corporal de um determinado animal (YOUNG & AHERNE, 2005). Esse método de avaliação é considerado subjetivo, dependente de pessoas treinadas e de difícil determinação devido a variação na conformação entre rebanhos (MAES et al., 2004).

Um dos métodos objetivos de avaliar a condição corporal de porcas é através da espessura de toucinho. Como a ET reflete as reservas lipídicas da porca, pode-se avaliar a estratégia alimentar ajustando-a se necessário à sua condição corporal (MAES et al., 2004). As medidas de ET normalmente são realizadas por ultrassonografia (DOURMAD et al., 2001). Primíparas, porcas OP2 e OP3 que chegam ao parto com ET superior a 21 mm, apresentam baixo consumo voluntário, maior deposição de gordura na glândula mamária, perdem mais peso na lactação e diminuem o desempenho reprodutivo subsequente (TOKACH & DE ROUCHEY, 2006; ROSSI et al., 2008a; ROSSI et al., 2008b).

As porcas com ET inferior a 12 mm, apresentam baixo desempenho, alta mortalidade e tendência a desenvolver lesões corporais, pois depositam menos energia na forma de gordura (ROSSI et al., 2008a). Nestas condições, a dieta de porcas na gestação, baseada em variáveis objetivas, aumenta a proporção de animais com ET entre 17 a 21 mm, para que a reserva a ser mobilizada na lactação represente aproximadamente 3 a 4 mm (YOUNG et al., 2004a).

Vários autores têm reiterado a necessidade de incluir medidas objetivas de escore corporal, principalmente espessura de tocinho, na modelagem nutricional de porcas gestantes e lactantes (DOURMAD et al., 2001; YOUNG et al., 2004a; YOUNG & AHERNE, 2005). Comercialmente somente o InraPorc permite integrar essas variáveis para modelar de forma mecanicista e dinâmica as exigências nutricionais para porcas.

### 2.1.2. Fase reprodutiva

A fase reprodutiva (gestação ou lactação) das porcas interfere nas exigências e posteriormente nos ajustes nutricionais adotados em um plantel de reprodutoras. As exigências na gestação são inferiores à lactação e dependem da ordem de parto, do estado nutricional, do período da gestação, da estação do ano e da linhagem da porca (FERREIRA et al., 2006). De modo geral, o período da gestação envolve a manutenção da condição corporal, o ganho de peso materno e o desenvolvimento embrionário e fetal.

No início da gestação é necessário fornecer condições para a sobrevivência embrionária com conseqüente aumento da leitegada. Entre o 30° e 75° dia, a nutrição está direcionada ao desenvolvimento fetal, ao crescimento corporal das primíparas e aumento de reservas corporais em porcas adultas. No terço final, a nutrição e alimentação das porcas gestantes deve garantir o crescimento fetal (75% do crescimento total) e o desenvolvimento das glândulas mamárias (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Na partição de nutrientes, a energia requerida para manutenção na gestação representa 75 a 85%, o ganho de peso materno representa 15% e o crescimento da leitegada, 5% (NRC, 1998). Os modelos que estimam os fluxos de nutrientes em porcas gestantes consideram na partição dos nutrientes a lisina e a energia, para estimar o acréscimo de proteína durante o crescimento fetal e deposição muscular e de gordura para o ganho de peso da fêmea (PETTIGREW & YANG, 1997).

Na lactação, grande parte da demanda nutricional requerida pelas porcas é viabilizada para a lactogênese, sendo a produção de leite influenciada pelo tamanho

da leitegada. A lactogênese varia em função do fornecimento de nutrientes para a porca e do tamanho da leitegada (LEWIS & SOUTHERN, 2000; BORTOLOZZO & WENTZ, 2007). Além disso, existe uma correlação positiva entre o consumo de energia na lactação e a produção de leite (McNAMARA & PETTIGREW, 2002a). Neste contexto, o número e o peso de leitões lactentes deve ser considerado na calibração dos modelos.

Entretanto, o principal entrave é o consumo limitado de nutrientes, que pode interferir na regulação hipotalâmica, com respostas diretas na mobilização corporal (MOSNIER et al., 2010) e indiretas no desempenho reprodutivo subsequente (TORRES-ROVIRA et al., 2011). Na lactação é normal uma perda de peso corporal ao redor de 6% (PENZ JR. et al., 2009). Para evitar perdas excessivas, é preciso conhecer as exigências nutricionais das porcas. Porém, estimar as exigências nutricionais de porcas em lactação é uma tarefa complexa, principalmente em função da variação na contribuição em energia e aminoácidos recuperados de reservas corporais para a lactogênese (CLOWES et al., 2005).

### 2.1.3. Ordem de parto

No estabelecimento de um programa nutricional para matrizes gestantes e lactantes, deve-se considerar a ordem de parto das fêmeas. O crescimento muscular das primíparas continua durante os dois primeiros ciclos reprodutivos (WHITTEMORE, 1996). Para atingirem a condição corporal (espessura de toucinho e peso) desejada ao parto, essas porcas devem apresentar maior ganho de peso, em relação às porcas de três ou mais partos (YOUNG et al., 2005). Dessa forma, a nutrição das porcas de primeiro e segundo partos deve ser diferenciada do restante do plantel (YOUNG et al., 2005; ROSSI et al., 2008b).

A baixa capacidade de consumo voluntário em primíparas está associada a limitada capacidade do trato digestório, resultado de seleção genética e de fatores estressantes associados ao primeiro parto (WHITTEMORE & KYRIAZAKIS, 2006). As primíparas apresentam produção de leite semelhante a porcas pluríparas, no entanto possuem menor apetite e reservas de tecido magro e gordura inferior

(AHERNE & WILLIAMS, 1992). O consumo de alimento pode ser 20% inferior quando comparadas a porcas pluríparas (YOUNG et al., 2004). Como o crescimento corporal também é considerado na determinação das exigências nutricionais, o consumo insuficiente de alimento pode afetar mais a capacidade reprodutiva de primíparas que de pluríparas (WHITTEMORE, 1996; WENTZ et al., 2007). Entretanto, na lactação, a menor ingestão de nutrientes, associada a limitada reserva corporal podem reduzir a produção de leite e comprometer a continuidade do crescimento até a maturidade (GILL, 2006). Além disso, a associação desses fatores pode aumentar a mobilização das reservas proteicas, o que afeta negativamente a função ovariana e desempenho reprodutivo subsequente (YOUNG et al., 2004a).

#### 2.1.4. Genética

As fêmeas atuais são precoces e magras na cobertura, apresentam baixo apetite, são mais férteis e produzem mais leite que porcas de 10 anos atrás (WHITTEMORE & KYRIAZAKIS, 2006). As fêmeas primíparas apresentam maior desenvolvimento muscular com taxas de deposição superiores em relação aos genótipos anteriores (WHITTEMORE, 1996). As exigências nutricionais dessas linhagens são maiores durante a fase de crescimento, em virtude do melhoramento genético, que reduziu o apetite das fêmeas, exigindo planos nutricionais e alimentares diferenciados (O'DOWD et al., 1997).

Atualmente, com a inclusão de raças hiperprolíficas, o maior número de óvulos fertilizados e o bom desenvolvimento fetal está entre os novos desafios na área da nutrição durante a gestação (LEENHOUWERS et al., 2001; LEENHOUWERS et al., 2002). Além disso, com a diminuição no peso ao nascer, devido ao limitado crescimento intrauterino (FOXCROFT, 2008), a nutrição deve atender as demandas do maior aporte nutricional via leite para leitões com baixa viabilidade (PANZARDI et al., 2009). Nesse contexto, a alta produção de leite é outro desafio associado a porcas hiperprolíficas, pois apresentam reservas corporais e apetite limitados relativos ao maior tamanho das leitegadas. Dessa forma, tanto

primíparas quanto pluríparas requerem níveis nutricionais superiores, exigindo um aporte nutricional diferenciado através de dietas específicas ou por modificações no manejo alimentar.

A adoção de um programa nutricional específico para grupos de porcas gestantes com condições corporais, ordem de parto e de linhagens conhecidas pode ajustar a ingestão de nutrientes na gestação e reduzir o catabolismo de nutrientes durante a lactação. Para determinar exigências mais próximas à realidade de cada granja, o mais adequado é parametrizar modelos de predição com dados específicos do rebanho ou granja. Ao utilizar modelos mais complexos, as exigências e algumas respostas produtivas em condições de campo baseadas em diferentes situações simuladas podem ser estimadas com melhor precisão (LOVATTO et al., 2010). Contudo, quanto mais complexo for o modelo maior é o número de parâmetros para calibrar, tornando-o de difícil aplicabilidade.

#### 2.1.5. Temperatura

As variáveis ambientais, como a temperatura, podem modificar as exigências de manutenção e a ingestão de alimento quando estão acima ou abaixo da zona de conforto térmico. A termorregulação e a atividade física podem aumentar a necessidade energética em até 20% sobre as exigências totais de energia na gestação (NOBLET et al., 1997). Temperaturas baixas não comprometem o desenvolvimento fetal e o crescimento uterino nesse período. No entanto, em situações abaixo da zona de termoneutralidade (20 a 23°C alojadas em gaiolas individuais ou 15°C alojadas em grupo) o acúmulo das reservas corporais na gestação pode ser comprometido se os níveis nutricionais não forem ajustados para a temperatura (NOBLET et al., 2001). Para compensar os gastos com termorregulação, em condições abaixo da TCI, são recomendados 2,4 a 4,3 kcal EM/kg<sup>0,75</sup> a cada °C, equivalente a 40 a 70 g alimento/°C para porcas com 200 kg.

A faixa de conforto térmico para porcas lactantes é de 15 a 18°C (WHITTEMORE & KYRIAZAKIS, 2006). Entretanto, na Europa, as salas de maternidade apresentam temperaturas médias de 18 a 20°C no inverno e de 22 a

25°C no verão (QUINIOU & NOBLET, 1999). Em regiões subtropicais, como é o caso do Brasil, as temperaturas médias nas salas de maternidade oscilam entre 26 a 29°C no verão (SILVA et al., 2009). As altas temperaturas estão associadas com a queda no consumo voluntário de alimento (RENAUDEAU & NOBLET, 2001). Adicionalmente, nos processos de digestão e metabolização dos nutrientes, o calor produzido é liberado pelo animal. O desconforto térmico causado pela temperatura ambiente associado ao calor metabólico induz à redução na ingestão pelo animal, como forma de diminuir a produção de calor (NOBLET et al., 1993a). Em temperaturas de 16 até 32°C, a redução no consumo é linear sendo estimada em 573 kcal ED a cada °C (BLACK et al., 1993). No entanto, a redução no consumo de alimento tem apresentado comportamento curvilíneo, com diminuição pronunciada de 1600 kcal ED a cada °C entre os 25 e 27°C (QUINIOU & NOBLET, 1999). Neste contexto, nas condições brasileiras, é essencial considerar o efeito da temperatura e seu comportamento sobre a ingestão do alimento de fêmeas lactantes. Dessa forma, a integração das características ambientais no InraPorc pode ajustar programas alimentares considerando as altas temperaturas na maternidade.

A queda na ingestão de alimento em condições de estresse por calor (acima de 25°C) apresenta reflexos na produção de leite e no ganho de peso da leitegada (BLACK et al., 1993; QUINIOU & NOBLET, 1999). A produção de leite pode ser limitada pela redução no fornecimento de nutrientes (RENAUDEAU et al., 2001). Nessas condições, uma redução de diminuição 3,08 kg/d de leite produzido diminui o ganho de peso do leitão em 72 g/d (RENAUDEAU & NOBLET, 2001). Entretanto, uma diminuição moderada no consumo de alimento não altera o crescimento da leitegada, uma vez que a produção de leite é mantida pela mobilização das reservas corporais da fêmea (DOURMAD et al., 1998).

A mobilização das reservas corporais é indiretamente influenciada pela temperatura (RENAUDEAU et al., 2001). Nesse contexto, o modelo considera que as perdas de peso vivo duplicam entre 18 e 29°C, através da redução da ingestão de alimento (QUINIOU & NOBLET, 1999). Os autores sugerem que em genótipos modernos os efeitos do estresse por calor seja acentuado devido à maior produtividade das fêmeas em termoneutralidade e à maior produção de calor metabólico pelos animais, tornando-os mais suscetíveis ao calor (RENAUDEAU et al., 2003; SPENCER et al., 2003; GOURDINE et al., 2006).

## 2.2. Modelagem da nutrição e alimentação de porcas

O conceito de modelagem é estreitamente ligado à noção de sistema (LOVATTO & SAUVANT, 2001). Na definição de sistema foi identificada a presença comum de termos como conjunto de elementos, relações, totalidade, organização, finalidade e não aditividade (SAUVANT, 1992). A modelagem é, sobretudo, uma tentativa de integração de diferentes fenômenos, sendo limitada pelos recursos humanos e materiais disponíveis e/ou utilizados na sua construção (LOVATTO & SAUVANT, 2001). Contudo, para isso é necessária a integração quantitativa dos fenômenos relacionados ao animal e ao ambiente passíveis de influenciar a resposta animal. Isso pode ser obtido pelas pesquisas sobre a compreensão dos mecanismos biológicos e, sobretudo, do desenvolvimento de modelos matemáticos capazes de traduzir as variações desses fenômenos.

A maioria dos modelos desenvolvidos e aplicados a suinocultura responde, normalmente, questões pontuais da produção suína. Os estudos em modelagem em porcas são variados e abordam temas como a utilização de nutrientes na gestação (WHITTEMORE & MORGAN, 1990; PETTIGREW & YANG, 1997) e lactação (MCNAMARA & PETTIGREW, 2002b), processos digestivos e metabólicos (PETTIGREW et al., 1992), comportamento e bem-estar (BRACKE et al., 2002), estado sanitário e doenças infecciosas (MACKENZIE & BISHOP, 2001) e aspectos reprodutivos do rebanho (MARTEL et al., 2008). Com relação à nutrição, é necessária uma descrição mais detalhada das dietas, do metabolismo animal e interação dieta x animal nos modelos. Nesse sentido, a atualização constante dos modelos, como o InraPorc, tem permitido a predição do uso metabólico dos nutrientes e ajudado nos estudos dos fatores de variação relacionados ao animal e ao ambiente.



### 2.2.1. InraPorc®

O InraPorc foi desenvolvido pelo *Institut National de la Recherche Agricole* (INRA) da França (INRAPORC®, 2010). Ele integra os conhecimentos atuais em nutrição e alimentação para porcas e suínos em crescimento/terminação. Como o desenvolvimento desse modelo usa bases científicas e tecnológicas adequadas, ele pode ser utilizado como recurso técnico para fins produtivos e didáticos, permitindo seguir as dinâmicas digestivas e metabólicas dos principais nutrientes. O modelo simula diferentes cenários de nutrição e alimentação, servindo como referencial para tomada de decisões. O modelo InraPorc é baseado em pesquisas realizadas em diferentes sistemas de produção, o qual aborda os resultados de 234 estudos publicados.

O InraPorc tem três módulos principais: *Dietas*, *Porcas* e *Suínos em Crescimento*. O módulo *Dietas* utiliza como padrão a base de dados de composição nutricional de ingredientes da Associação Francesa de Zootecnia (AFZ/INRA), mas o usuário pode incluir ingredientes específicos. Esse módulo apresenta um programa de rações pré-definido podendo ser personalizado. O modelo permite ajustar o fornecimento de ração através do manejo alimentar (à vontade ou restrito), incluindo os custos como forma de simular os efeitos econômicos de alteração no programa alimentar. O módulo “porcas” é dividido em (1) programa de dietas, (2) programa alimentar, (3) tipo de alojamento, (4) perfil animal, (5) simulação, (6) exigências na gestação e (7) exigências na lactação.

O modelo considera algumas condições ambientais (sistema confinado e ao ar livre, atividade física e temperatura). Além disso, permite que o usuário defina o perfil considerando características genéticas, peso vivo, espessura de toucinho, ordem de parto, número de leitões e desempenho da leitegada para cada ordem de parto. Os dados de produção da granja são inseridos no InraPorc que define as exigências nutricionais baseadas nas características anteriormente citadas. Dessa forma, o modelo realiza a calibração a partir dos dados de campo permitindo comparar diferentes cenários de produção com base em variáveis nutricionais, genéticas e ambientais. Além disso, o InraPorc realiza testes de sensibilidade (variáveis nutricionais, genéticas e ambientais) para verificar quais são os

parâmetros dentro dessas variáveis que são mais sensíveis. Um esquema da dinâmica do modelo está apresentada na Figura 1.

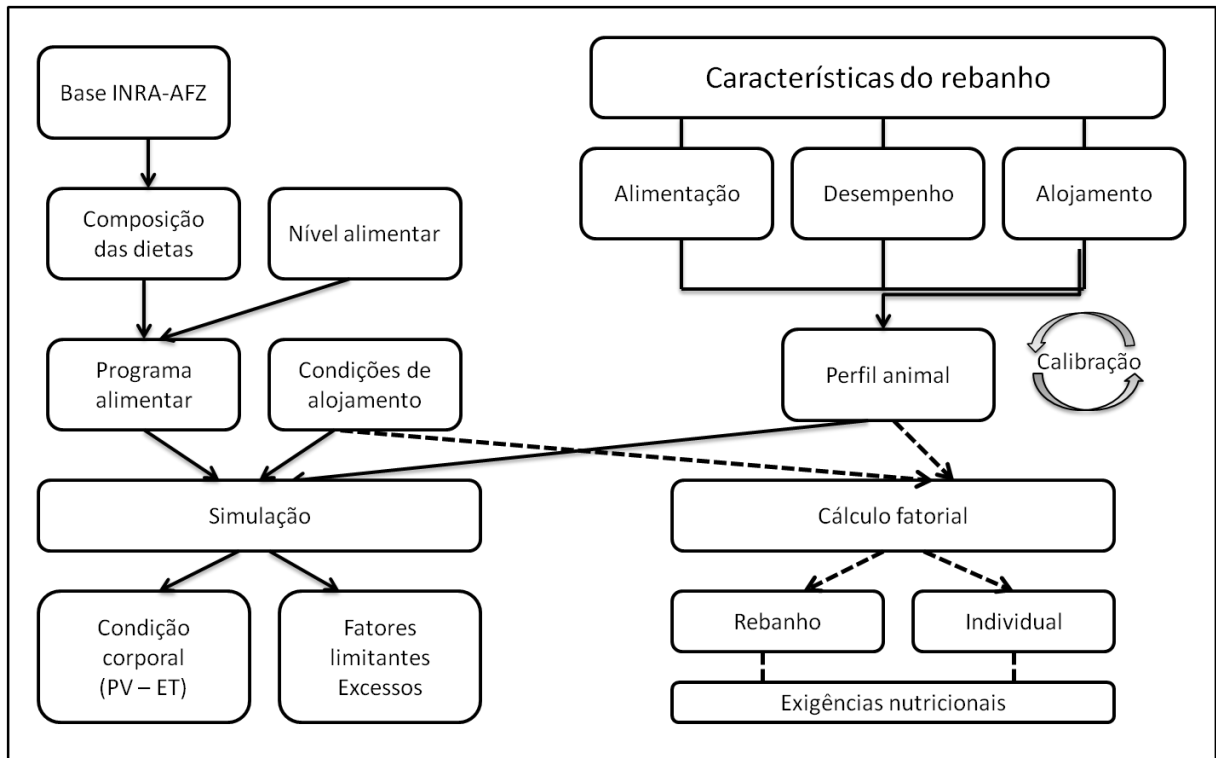


Figura 1 - Configuração geral do InraPorc para definir estratégias nutricionais e comparar diferentes cenários de produção

Fonte: (DOURMAD et al., 2008).

### 2.2.2. Partição de nutrientes na gestação

Os modelos em porcas gestantes e lactantes utilizam como base o conceito de energia metabolizável (EM). A eficiência de utilização da energia varia de acordo com o estado fisiológico da fêmea. Entretanto, no InraPorc, um valor corrigido de EM é calculado, considerando os efeitos da composição da dieta sobre a utilização da EM de acordo com o sistema proposto de Energia Líquida (NOBLET et al., 1994a). Na estimativa das exigências, a energia líquida é calculada a partir da EM pela relação EL/EM de 0,74. Em porcas gestantes, a utilização da energia metabolizável é calculada como a soma das exigências de EM de manutenção, das exigências de

produção fetal e das reservas corporais (deposição de gordura e músculo). O excedente de nutrientes acima das exigências de manutenção e de crescimento dos tecidos reprodutivos e do crescimento fetal são utilizados para o acúmulo de reservas corporais, e particionado em deposição de proteína e lipídios corporais. Na figura 2 é apresentado o conceito nutricional do modelo.

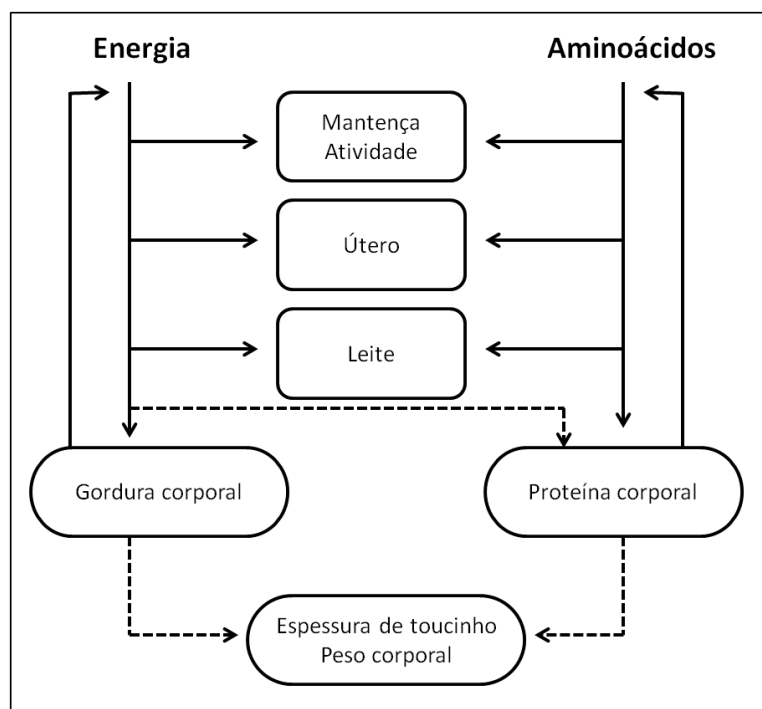


Figura 2 - Utilização dos nutrientes por porcas de acordo com o InraPorc

Fonte: (DOURMAD et al., 2008).

### 2.2.2.1. Manutenção

As equações do InraPorc utilizam como parâmetro para estimar a exigência de manutenção apenas o peso corporal (DOURMAD et al., 2008). Em condições termoneutras e com atividade física moderada, a EM exigida para a manutenção varia entre 95 a 110 kcal/kg  $PV^{0,75}$ . Quando expressadas em peso metabólico  $PV^{0,75}$  as exigências são semelhantes para fêmeas primíparas e pluríparas sendo este coeficiente constante durante toda gestação. De maneira geral, o gasto energético para a manutenção é estimado em função do PV médio da fêmea, da termorregulação com base na temperatura ambiente e condições de alojamento e da atividade física em função do tempo em que a fêmea permanece em pé.

A temperatura ambiente é considerada como o principal fator ambiental que interfere na demanda energética de fêmeas gestantes e lactantes. Em vista disso, as condições térmicas são indicadas em cada tipo de alojamento. Neste contexto, o programa permite estabelecer o gasto energético da termorregulação das fêmeas alojadas em sistemas ao ar livre ou em instalações *Standard*. Assim, o InraPorc permite estimar as exigências de manutenção de fêmeas gestantes e lactantes e o intervalo desmame-cobertura com base nas características do alojamento.

As condições de alojamento podem ser variáveis (individual vs. grupo e confinado vs. ar livre) e consideram o estado fisiológico (gestação ou lactação) em que se encontra a matriz. Neste caso, por exemplo, as fêmeas após a cobertura podem permanecer em alojamento individual sobre piso vazado ou cama de feno por até 30 dias, após este período podem ser alojadas em grupos até os 100 dias de gestação. Na lactação, podem ser alojadas em celas individuais com o piso vazado.

*EM de manutenção (m) e efeito da atividade física:* O modelo considera o gasto energético diário relativo ao comportamento da fêmea nos períodos de gestação e intervalo desmame-cobertura. Este comportamento utiliza como base o tempo em que a fêmea permanece em pé, sendo classificado como baixa, média ou alta atividade física, sendo representada com  $EM_m = 105 \text{ kcal/kg PV}^{0,75}/\text{dia}$  para 240min de atividade física ao dia (NOBLET et al., 1993b).

O gasto energético de fêmeas em pé pode variar de 0,06 a 0,07 kcal/kg  $PV^{0,75}$  por minuto. A produção de calor de fêmeas em pé duplica em relação às deitadas. Os níveis de atividade física apresentam variações entre os sistemas de alojamento (confinadas vs. ao ar livre) e entre o comportamento das fêmeas que pode estar associado à linhagem genética e a composição das dietas. De modo geral, o modelo considera o custo energético da atividade física (AF) como  $AF = 0,07 \text{ kcal/kg PV}^{0,75}$  por minuto em pé.

*EM de manutenção e efeito da temperatura:* À medida que a temperatura diminui, abaixo da temperatura de crítica inferior (TCI), o animal aumenta a produção de calor (HP) para a manutenção da homeotermia. O conforto térmico de fêmeas alojadas individualmente pode variar entre 20 e 23°C, sendo um valor alto em virtude da ingestão de baixos níveis energéticos durante a gestação (NOBLET & ETIENNE, 1987). Além disso, a TCI pode ser mais alta em fêmeas excessivamente magras, em virtude do menor isolamento térmico favorecido pela camada adiposa. Fêmeas alojadas em cama de feno podem apresentar uma diminuição na TCI de 4°C. Isso

ocorre devido ao isolamento térmico do substrato utilizado na cama, o qual absorve o calor liberado pelas fêmeas e conserva na cama de feno, mantendo o aquecido.

Para fêmeas alojadas em grupo, a demanda energética diária para a produção de calor é de 2,4 kcal/kg PV<sup>0,75</sup> a cada decréscimo de 1°C na temperatura crítica inferior. Como meio de adaptação às baixas temperaturas, onde o animal perde calor para o ambiente, as fêmeas se agrupam para manter um microclima aquecido. Em virtude deste comportamento, a TCI de fêmeas alojadas em grupo é 6°C inferior em relação a fêmeas alojadas individualmente, representada pela função  $TCI = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$  onde a demanda aumenta 2,4 kcal/kg PV<sup>0,75</sup> a cada decréscimo 1°C (GEUYEN et al., 1984). Em fêmeas alojadas individualmente, essa demanda energética é de 3,6 a 4,3 kcal/kg PV<sup>0,75</sup> a cada decréscimo de 1°C na temperatura crítica inferior, representada como  $TCI = 20 - 22 \text{ } ^\circ\text{C}$  onde a HP aumenta 4,3 kcal/kg PV<sup>0,75</sup> a cada decréscimo de 1°C.

Em temperaturas acima da zona de termoneutralidade das porcas, o programa permite ajustar o consumo de ração e simular diferentes cenários e estratégias alimentares. Nesse contexto, considera os ajustes com dietas contendo ingredientes com alto e baixo incremento calórico (NOBLET et al., 1993c; RENAUDEAU et al., 2003) e para o consumo de energia e mobilização de reservas corporais (PRUNIER et al., 1997; QUINIOU & NOBLET, 1999; QUINIOU et al., 2000b; RENAUDEAU et al., 2001; GOURDINE et al., 2006). Esse ajuste é relevante nas condições brasileiras de produção, onde as temperaturas na maternidade são geralmente superiores a 25°C (HAESE et al., 2010). Nesse contexto, o modelo InraPorc utiliza equações que sugerem um comportamento quadrático no consumo de alimento (CA) em temperaturas superiores a 25°C, como  $CA \text{ (g/d)} = -49,052 + 1,213T - 31,5T^2 + 330PV - 0,61PV^2$  proposta por (QUINIOU & NOBLET, 1999).

#### 2.2.2.2. Desenvolvimento uterino e fetal

Cerca de 75% do crescimento fetal ocorre no terço final da gestação. Nesse período, proporcionalmente, ocorre a maior deposição de energia no útero. As equações que determinam o aumento progressivo de energia, peso e deposição de proteína em fetos, fluidos fetais, placenta e do útero são propostas por NOBLET et al. (1990). Estas equações consideram a fração de N retido pelo feto ( $NR_c$ ) e considera o tamanho da leitegada (LS), para a retenção de NR  $\ln(6,25 NR_c) = 8,090$

-  $8,71 e^{-0,0149t} + 0,0872$  LS e para a energia retida no feto ( $ER_c$ )  $\ln(ER_c) = 11,72 - 8,62 e^{-0,0138t} + 0,0932$  LS. De modo geral, a energia e proteína depositadas durante a gestação podem ser estimadas como 1170 kcal e 150 g por quilograma de leitão nascido, respectivamente. Além disso, a eficiência de utilização da EM para o crescimento uterino ( $k_c$ ) é estimada em 0,50 (CLOSE et al., 1985). No caso da eficiência de utilização de aminoácidos para o crescimento uterino + ganho materno ( $k_p$ ) a eficiência é estimada em 0,60. Estas relações são necessárias para calcular diariamente as exigências de EM e aminoácidos, estimadas no modelo com base no tamanho e peso da leitegada ao parto.

### 2.2.2.3. Ganho materno

Quando as fontes de proteínas e aminoácidos na dieta não são limitantes, a deposição de proteína depende principalmente da oferta de energia e do potencial máximo de deposição proteica (PDmax) do animal. A relação entre a ingestão de EM e a deposição proteica para porcas gestantes tem sido descrita como uma função linear-plateau. No entanto, a função plateau para primíparas e pluríparas ainda é pouco conhecida. Isso pode estar relacionado a alimentação restrita durante esta fase, que limita a ingestão de energia metabolizável e de aminoácidos necessária para o animal depositar proteína. A deposição proteica depende do estágio da gestação, fornecimento de energia, tamanho de leitegada e número de partições (OP).

### 2.2.3. Partição de nutrientes na lactação

#### 2.2.3.1. Produção de leite

A quantidade de nutrientes exportados para o leite durante a lactação pode ser estimada pelo tamanho da leitegada e pela taxa de crescimento dos leitões (NOBLET & ETIENNE, 1989). Além disso, a curva de lactação pode ser estimada por estes fatores e pela duração da lactação (WHITTEMORE & MORGAN, 1990). Durante a lactação, a energia é dividida entre a energia para a manutenção, a energia

para a produção de leite e da energia a partir das reservas corporais (lipídios e proteína) da fêmea. Quando o leite é produzido a partir das reservas corporais da fêmea, a eficiência energética é superior a da de origem dietética (87% vs. 72%). Neste caso, a energia armazenada dos lipídios é mobilizada das reservas corporais e diretamente transferida para o leite. No caso dos aminoácidos, o InraPorc utiliza uma relação proposta por DOURMAD et al. (1998) entre a lisina digestível ingerida (LisD), o N do leite e o balanço de N de porcas lactantes, representada pela equação  $NR \text{ (g/d)} = -14,2 + 1,335LisD - 0,629 N_{\text{leite}}$ .

### 2.2.3.2. Mobilização das reservas corporais

A quantidade e composição das reservas corporais mobilizadas na lactação depende do déficit nutricional. A mobilização de lipídios do tecido adiposo é predominante quando o consumo de energia é insuficiente, visto que a proteína muscular é catabolisada na situação de uma deficiência em aminoácidos (DOURMAD et al., 2005). No entanto, é provável que a mobilização de energia e proteínas não são completamente independentes. Essa proteína corporal pode também ser mobilizada para o fornecimento de energia em situação de deficiência energética (POMAR et al., 1991). As perdas de peso corporal tem um impacto importante durante a lactação. O modelo utiliza a relação empírica de 1:20 (relação proteína:lipídio em termos de energia) para estimar as perdas corporais durante a mobilização na lactação anteriormente proposta pelo NRC (1998).

O consumo restrito de nutrientes durante a lactação faz com que a porca mobilize nutrientes de diferentes tecidos corporais, com consequente perda de peso (CLOWES et al., 2003a). A mobilização excessiva das reservas nos períodos de déficit nutricional tem consequências negativas, como aumento do intervalo desmame cobertura, anestro, redução na taxa de ovulação, no número e na qualidade dos leitões produzidos. Por isso, as reservas corporais (combinação de peso vivo, espessura de toucinho e tecido magro) ao parto e ao desmame podem ser considerados fatores críticos para o desempenho reprodutivo das porcas (ROSSI et al., 2008a). Além disso, a mobilização excessiva de proteína é responsável por prejuízos reprodutivos mais graves que a perda excessiva de gordura corporal (CLOWES et al., 2003a).

As diferenças nas exigências nutricionais de porcas gestantes e lactantes também podem ser observadas pela alterações na condição corporal ao longo da vida produtiva (DOURMAD et al., 2008). Nesse contexto, fatores genéticos, nutricionais e do metabolismo animal devem ser integrados nos modelos desde que sejam quantificáveis (LOVATTO et al., 2010). Esse ajuste é importante para tentar diminuir as fontes de variação. Outro aspecto importante que merece atenção é a modelagem de populações. A maioria dos modelos por considerarem a resposta de um único indivíduo são considerados deterministas (HAUSCHILD et al., 2010). O InraPorc embora seja modelo determinista permite ao menos estabelecer programas nutricionais para grupos de animais (ex: ordem parto) permitindo assim em parte considerar a heterogeneidade da população.

O ajuste de programas alimentares baseados no integração dos fatores inerentes ao animal, ambientais e nutricionais em condições brasileiras pode melhorar os índices produtivos e aumentar a longevidade das matrizes no plantel. Essa realidade já ocorre com a utilização do InraPorc na Europa onde, em avaliações a campo, apresenta uma melhora de cerca de 5% na eficiência nutricional das porcas e 3% nas leitegadas. Entretanto, a aplicação desse modelo no Brasil é incipiente. Nesse contexto, foi necessário integrar as informações produtivas, de alojamento e nutricionais de um plantel de matrizes situado na região Sul do Brasil para parametrizar e aplicar o modelo InraPorc em condições brasileiras de produção.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: (1) perfil animal (coleta de dados e calibração do modelo), (2) exigências nutricionais, (3) definição do programa nutricional e alimentar e (4) aplicação do modelo InraPorc na granja. Na primeira etapa, após a seleção da granja comercial, foram coletadas informações relativas à alimentação, produção e alojamento. Esses dados foram inseridos no modelo para definir o programa nutricional/alimentar e o perfil animal da granja. Na definição do perfil animal, após a inserção dos dados de entrada, os parâmetros (coeficiente de manutenção na gestação e lactação, além da mobilização de proteínas na lactação) do modelo foram calibrados afim de atender o melhor ajuste para peso vivo e espessura de toucinho. Após a parametrização do modelo e determinação das exigências nutricionais do rebanho, os planos nutricional/alimentar estabelecidos pelo modelo InraPorc foram aplicados em um experimento de campo sendo contrastados com o plano alimentar da granja.

#### 3.1. Perfil animal

##### 3.1.1. Coleta de dados

A granja comercial, selecionada para coleta de dados e aplicação do modelo, está localizada no município de Toropi, na Depressão Central do Rio Grande do Sul, situada na latitude 29°28'49''S e longitude 54°13'11''O e clima subtropical Cfa. Os critérios para a seleção do local foram a população amostral e a estabilidade do plantel. As características do rebanho para a definição do perfil animal foram agrupadas em alimentação, desempenho e alojamento.

Os dados de desempenho foram coletados de um rebanho de 1300 matrizes em produção. As variáveis inseridas no perfil animal foram número de porcas produtivas distribuídas em cada ordem de parto (OP); consumo de ração nas fases gestação, lactação e intervalo desmame cobertura (IDC); período de lactação;

número médio de leitões por porca em cada OP (nascidos totais, vivos, natimortos e desmamados); peso dos leitões ao nascer e ao desmame; idade na 1ª cobertura; período de intervalo desmame-cobertura; peso vivo e espessura de toucinho das porcas. Os dados foram coletados do software de gestão suinícola Pig Master<sup>®</sup>. O peso vivo e a espessura de toucinho foram mensurados em um grupo amostral de 40 primíparas e 80 pluríparas. As porcas foram pesadas em balança analógica com capacidade para 1000 kg e precisão de 0,5 kg, nas fases de cobertura, entrada na maternidade e desmame. A espessura de toucinho foi medida com aparelho de ultrassom (Renco Lean Meater<sup>®</sup>) a 6,5 cm da linha média lombar, a partir da última costela, em ambos os lados (YOUNG & AHERNE, 2005). As interfaces de desempenho de porcas e leitões são apresentados no APÊNDICE A utilizadas para a calibração do perfil animal.

Nas características de alojamento foram considerados o sistema de alojamento individual ou coletivo, o tipo de piso, a temperatura ambiente média em cada sistema e o comportamento das porcas. Na fase de gestação, as porcas foram alojadas até os 26 dias em celas individuais (média 16°C), sendo posteriormente transferidas para baias coletivas em cama sobreposta até os 108 dias de gestação (média 18°C). O comportamento das fêmeas em baias coletivas foi considerado ativo (com mais de 360 minutos em pé). Na lactação, as porcas foram alojadas em celas individuais de maternidade com piso vazado em temperatura média de 22°C, sendo considerado 28 dias de lactação. A interface de alojamento está apresentada no APÊNDICE B.

### 3.1.2. Calibração dos parâmetros

Os parâmetros do modelo são calibrados pela otimização (método Marquard) entre os dados observados e estimados (com base em parâmetros iniciais) do peso vivo e espessura de toucinho. Os parâmetros estimados na gestação são o coeficiente para manutenção e o número de leitões. Os parâmetros estimados na lactação são coeficiente de energia para manutenção e mobilização de proteína em função do peso corporal (APÊNDICE C).

O método Marquard permitiu ajustar o peso vivo e a espessura de toucinho com coeficiente de determinação de 95% e 75%, respectivamente. O desvio padrão das equações ajustadas foi de 7,8 kg de peso vivo e 1,33 mm de espessura de toucinho. Após a calibração os coeficientes de manutenção de energia foram ajustados para 0,884 na gestação e 1,182 na lactação. O fator de mobilização de proteínas foi estimado em 0,114 durante a lactação.

### **3.2. Exigências nutricionais**

As exigências nutricionais na fase de gestação foram estabelecidas com base no perfil animal e no sistema de alojamento da granja. Os valores de peso vivo, espessura de toucinho, número de leitões e peso vivo ao nascer em cada ordem de parto foram consideradas entradas do modelo para estimar as exigências na gestação e definir a quantidade de dieta a ser fornecida durante a fase. A interface utilizada para estimar as exigências de gestação está apresentada no APÊNDICE D.

As exigências de energia metabolizável e lisina digestível estabelecidas pelo InraPorc para porcas em gestação e lactação são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Partição da energia e exigências de energia metabolizável e lisina digestível estimadas pelo InraPorc para porcas gestantes e lactantes

| <i>Ordem de Parto</i>               | 1      | 2      | ≥3     |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| <b>Gestação<sup>1</sup></b>         |        |        |        |
| Energia metabolizável, kcal/d       | 8.524  | 9.309  | 9.493  |
| Mantença, %                         | 49,1   | 52,9   | 59,7   |
| Atividade, %                        | 13,3   | 14,3   | 16,1   |
| Termorregulação, %                  | 1,7    | 1,9    | 2,3    |
| Leitegada, %                        | 4,5    | 4,1    | 4,5    |
| Reserva, %                          | 31,4   | 26,8   | 17,5   |
| Lisina digestível                   |        |        |        |
| g/d Inicial                         | 10,22  | 8,98   | 7,94   |
| g/d Final                           | 13,74  | 12,41  | 11,69  |
| <b>Lactação<sup>2,3</sup></b>       |        |        |        |
| Energia metabolizável, kcal/d       | 21.474 | 22.616 | 23.436 |
| Mantença, %                         | 24,8   | 27,5   | 28,1   |
| Leite, %                            | 75,2   | 72,5   | 71,0   |
| Ingerida <sup>4</sup>               | 17.724 | 20.925 | 21.067 |
| Ingerida (% exigência)              | 82,5   | 92,5   | 89,9   |
| Lisina digestível                   |        |        |        |
| g/d                                 | 44,2   | 44,8   | 45,1   |
| g/kg dieta <sup>2</sup>             | 7,25   | 6,23   | 6,23   |
| Fósforo digestível, g/d             | 16,01  | 16,69  | 17,13  |
| Cálcio total, g/d                   | 51,2   | 53,4   | 54,8   |
| Consumo de ração, kg/d <sup>3</sup> |        |        |        |
| Referência <sup>4</sup>             | 6,80   | 7,20   | 7,30   |
| Ajuste InraPorc <sup>®</sup>        | 7,39   | 7,78   | 8,07   |
| Incremento                          | +17    | +9     | +10    |

<sup>1</sup>Dieta Gestação contendo 73,4%MS e 2.825 kcal/kg EM.

<sup>2</sup>Dieta Lactação contendo 76,1%MS e 2.936 kcal/kg EM.

<sup>3</sup>Estimado para ganho de peso de 2,6kg/d na leitegada (28 d lactação).

<sup>4</sup>Consumo de ração do rebanho utilizado no perfil animal.

### 3.3. Programa de dietas e alimentar

As composições bromatológicas da silagem de grãos úmidos de milho, farelo de soja, suplemento energético, óleo de soja e suplemento vitamínico/mineral foram adicionadas a base de dados de ingredientes do InraPorc. As dietas foram elaboradas, basicamente, com silagem de grãos úmidos de milho, farelo de soja e suplemento vitamínico/mineral (Tabela 2). As dietas utilizadas na granja foram

inseridas no modelo para definir os programas de dietas e o programa alimentar. Na definição do programa de dietas, foram consideradas as dietas Gestação e Lactação, formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1998) para porcas gestantes e lactantes. O programa alimentar aplicado na granja segue a alimentação restrita/controlada no período de gestação e desmamecobertura e alimentação à vontade na lactação.

Tabela 2 - Composição centesimal e calculada das dietas de porcas gestantes e lactantes

| <i>Composição centesimal, %</i>         | <i>Fases</i>       |                    |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   | <i>Gestação</i>    | <i>Lactação</i>    |                    |                    |
| Silagem de grãos úmidos                 | 84,5               | 70,0               |                    |                    |
| Farelo de soja                          | 13,0               | 22,5               |                    |                    |
| Suplemento energético*                  | -                  | 4,0                |                    |                    |
| Premix Gestação**                       | 2,5                | -                  |                    |                    |
| Premix Lactação***                      | -                  | 2,5                |                    |                    |
| Óleo de soja                            | -                  | 1,0                |                    |                    |
| <i>Composição calculada<sup>1</sup></i> |                    |                    |                    |                    |
| Matéria seca, %                         | 73,38 <sup>2</sup> | 88,00 <sup>3</sup> | 76,10 <sup>2</sup> | 88,00 <sup>3</sup> |
| Proteína bruta,%                        | 10,98              | 13,17              | 14,10              | 16,30              |
| Minerais,%                              | 3,91               | 4,69               | 4,38               | 5,06               |
| Matéria orgânica,%                      | 69,47              | 83,31              | 71,75              | 82,97              |
| Gordura bruta,%                         | 3,91               | 4,69               | 5,15               | 5,96               |
| Fibra bruta,%                           | 5,16               | 6,19               | 5,11               | 5,91               |
| Energia bruta, kcal/kg                  | 3.292              | 3.948              | 3.410              | 3.944              |
| Energia metabolizável, kcal/kg          | 2.825              | 3.388              | 2.936              | 3.395              |
| Lisina total,%                          | 0,53               | 0,64               | 0,89               | 1,03               |
| Metionina,%                             | 0,19               | 0,23               | 0,27               | 0,31               |
| Treonina,%                              | 0,46               | 0,55               | 0,61               | 0,71               |
| Triptofano,%                            | 0,11               | 0,13               | 0,15               | 0,17               |
| Arginina,%                              | 0,63               | 0,76               | 0,88               | 1,02               |
| Valina,%                                | 0,52               | 0,62               | 0,67               | 0,77               |
| Cálcio, %                               | 0,75               | 0,90               | 0,87               | 1,01               |
| Fósforo total, %                        | 0,47               | 0,56               | 0,48               | 0,56               |
| Fósforo disponível, %                   | 0,25               | 0,30               | 0,26               | 0,31               |

\*Composição: farinha de bolacha, açúcar e óleo de soja.

\*\*Suplemento mineral e vitamínico por quilograma do produto - Ac. Fólico 150mg; Ac. Nicotínico 1.230mg; Ac. Pantotênico 850mg; Biotina 15.000mg; Ca (Min.) 259,3g; Ca (Max.) 286,0g; Cu 800mg; Fe 3,2g; F 613mg; P 66,1g; I 40mg; Mn 2g; Se 16mg; Na, 51,8g; Zn, 3,2g; Lisina (Min.) 20,4g; Treonina 2,2g; Metionina 170mg; Proteína 60,2g; Vitamina A 475.000UI; Vitamina B1 70mg; B2 210mg; B6 125mg; B12 1.500mcg; Vitamina D3 75.000UI; Vitamina E 2.500UI; Vitamina K 125mg; MM 905g.

\*\*\*Suplemento mineral e vitamínico por quilograma do produto - Ac. Fólico 150mg; Ac. Nicotínico 1.249mg; Ac. Pantotênico 850mg; Biotina 15.000mg; Ca (Min.) 247,3g; Ca (Max.) 273,3g; Cu 800mg; Fe 3,2g; F 525mg; P 54,2g; I 40mg; Mn 2g; Se 16mg; Na, 52g; Zn, 3,2g; Lisina (Min.) 59,5g; Treonina 21,8g; Metionina 10g; Proteína 127,7g; Vitamina A 475.000UI; Vitamina B1 70mg; B2 210mg; B6 125mg; B12 1.500mcg; Vitamina D3 75.000UI; Vitamina E 2.500UI; Vitamina K 125mg; MM 842g.

<sup>1</sup>Composição calculada pelo InraPorc<sup>®</sup> (2010).

<sup>2</sup>Com base na matéria natural.

<sup>3</sup>Ajustado para 88% de matéria seca.

No programa alimentar InraPorc são apresentadas as quantidades de alimento fornecidas para porcas gestantes na matéria natural e em EM kcal/dia (Figura 3). Através da simulação no InraPorc (APÊNDICE E) verificou-se que primíparas alimentadas com o plano nutricional e alimentar ajustado ao consumo de ração de 3,2 kg/dia apresentavam carência de aminoácidos no terço final da gestação. Dessa forma, um aporte nutricional foi baseado no acréscimo de farelo de soja na dieta Gestação, para atender as exigências com um fornecimento de 3 kg/dia para primíparas no terço final da gestação.

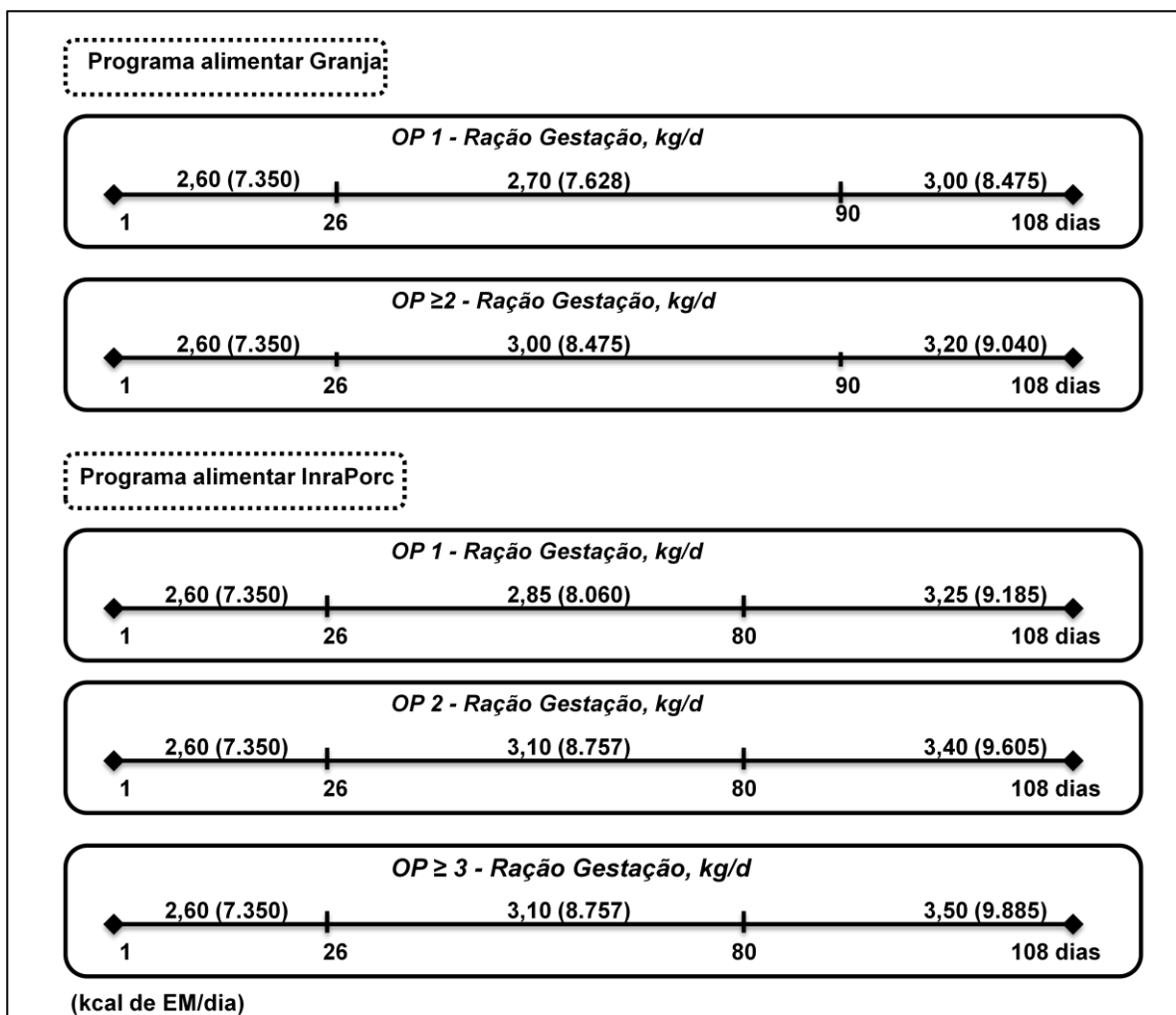


Figura 3 - Programa alimentar (kg/d e em kcal EM/d) utilizado na Granja e estimado pelo InraPorc durante a fase de gestação

Na tabela 3 são apresentadas as quantidades de alimento fornecidas na matéria natural e ajustadas para 88% MS para o programa convencional da Granja e o programa alimentar ajustado pelo InraPorc para porcas lactantes.

Tabela 3 – Quantidade de ração fornecida de acordo com a ordem de parto e programa alimentar durante a lactação

| Período, d                      | OP 1   |          | OP 2   |          | OP ≥ 3 |          |
|---------------------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
|                                 | Granja | InraPorc | Granja | InraPorc | Granja | InraPorc |
| Programa alimentar, kg/d MN     |        |          |        |          |        |          |
| 7                               | 5,80   | 6,10     | 6,20   | 6,50     | 6,30   | 6,50     |
| 14                              | 6,60   | 7,56     | 7,00   | 8,30     | 7,00   | 8,38     |
| 21                              | 7,30   | 8,00     | 8,00   | 8,73     | 8,00   | 8,87     |
| 28                              | 8,00   | 7,80     | 8,00   | 8,50     | 8,30   | 8,55     |
| Média                           | 6,85   | 7,43     | 7,30   | 8,01     | 7,40   | 8,08     |
| Total                           | 211,4  | 215,1    | 221,2  | 234,7    | 224,1  | 238,1    |
| Programa alimentar, kg/d 88% MS |        |          |        |          |        |          |
| 7                               | 5,01   | 5,27     | 5,35   | 5,61     | 5,44   | 5,61     |
| 14                              | 5,70   | 6,53     | 6,05   | 7,17     | 6,05   | 7,24     |
| 21                              | 6,05   | 6,91     | 6,91   | 7,54     | 6,91   | 7,66     |
| 28                              | 6,91   | 6,74     | 6,91   | 7,34     | 7,17   | 7,38     |
| Média                           | 5,92   | 6,42     | 6,30   | 6,92     | 6,39   | 6,97     |
| Total                           | 182,5  | 185,7    | 191,0  | 202,7    | 193,5  | 205,6    |

### 3.4. Aplicação do modelo InraPorc na granja

O experimento foi realizado de julho a novembro de 2011, em uma granja comercial situada no município de Toropi, Rio Grande do Sul. Foram utilizadas 80 porcas da linhagem DanBred, selecionadas por ordem de parto, peso vivo e espessura de toucinho. Os critérios de seleção das porcas foi a condição corporal homogênea dentro de cada ordem de parto (peso vivo e espessura de toucinho). O experimento teve duração de 149 dias correspondendo a um ciclo produtivo (cobertura, gestação, lactação e IDC).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e os tratamentos foram distribuídos em programa de dietas e alimentar utilizado pela Granja e programa de dietas e alimentar recomendado pelo InraPorc. Os tratamentos foram constituídos por 40 repetições, distribuídos em três grupos: OP1 – 15; OP2 – 13 e OP≥3 – 12 porcas, com repetição no tempo (Semana 1 e 2). Os critérios de bloqueamento foram peso vivo e espessura de toucinho. O peso médio e a espessura de toucinho na cobertura foi 134 kg e 14 mm em primíparas, 180 kg e 12,4 mm em porcas OP2 e 235 kg e 13,9 mm em porcas OP≥3.



### 3.4.1. Condições de alojamento

Nos primeiros 26 dias de gestação, as fêmeas permaneceram alojadas em celas individuais de piso concreto, equipadas com comedouro e bebedouro tipo calha. A temperatura média nesse período foi de 17,6°C e a umidade relativa de 81,2%. Após a transferência para o galpão de alojamento coletivo, que correspondeu ao período de 28 a 108 dias de gestação, as fêmeas foram agrupadas em lotes de 20 animais, separadas por tratamento e ordem de parto, sendo as primíparas alojadas separadas das demais. As baias eram equipadas com 20 divisórias, contendo bebedouro tipo chupeta e comedouro tipo calha. As divisórias apresentam piso concreto. O piso de concreto compreende a área do comedouro na parte frontal da baia com largura de 1,5 metros. O restante da área da baia é preenchido com cama sobreposta (substrato casca de arroz). A temperatura média neste período foi de 16,2°C e umidade relativa de 77,7%. Na maternidade, as fêmeas foram alojadas em celas parideiras equipadas com comedouros tipo calha, bebedouros tipo chupeta e escamoteadores com aquecimento elétrico. A fase de lactação teve duração de 28 dias. A temperatura média no período foi de 26°C e umidade relativa de 70,4%. A ventilação das salas foi controlada com abertura e fechamento de cortinas, de acordo com a temperatura ambiental e o conforto térmico das porcas. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar durante a fase experimental foi realizado por termômetro USB Datalogger.

### 3.4.2. Manejo alimentar

O fornecimento das dietas seguiu a manejo de rotina da granja. O sistema de alimentação é manual, sendo a ração fornecida em conchas de peso previamente definido. No período de gestação e intervalo desmame cobertura as dietas foram fornecidas duas vezes ao dias, às 07 e 13 horas. Na lactação as dietas foram fornecidas na primeira semana às 07, 13 e 18 horas e a partir da segunda semana às 07, 13, 18 e 24 horas. A partir dos sete dias, os leitões receberam ração comercial micropelletizada.

### 3.4.3. Avaliação do desempenho de porcas e leitegadas

*Consumo de ração e conversão alimentar:* Na gestação e lactação, no horário das 13 horas, uma concha de ração era pesada para estimar o fornecimento de ração. As fêmeas do tratamento InraPorc receberam quantidades de ração adicionais de acordo com o programa alimentar proposto pelo modelo, sendo a quantidade pesada diariamente. O consumo diário de ração foi obtido pelo somatório da ração fornecida menos as sobras presentes nos comedouros. Em cada fase, o fornecimento de ração foi realizado por um único funcionário e para o fornecimento adicional para fêmeas do tratamento InraPorc foi realizado por um aluno capacitado. A conversão alimentar na gestação (kg alimento/kg ganho) foi calculada a partir da relação entre consumo total de alimento na fase com o ganho materno total. Na lactação, essa variável foi estimada a partir do consumo diário de ração da fêmea e o ganho diário de peso da leitegada.

*Peso vivo e espessura de toucinho:* As porcas foram pesadas na cobertura, entrada na maternidade aos 108 dias (PEMat108) e no desmame. A espessura de toucinho foi medida na cobertura, gestação (0, 27, 80, 110 dias) e lactação (0, 7, 14, 21 e 28 dias) conforme GUIMONT et al. (2002). As medidas foram realizadas com ultrassom LEAN MEATER RENCO<sup>®</sup> a 6,5 cm da linha média dorsal, em ambos os lados, a partir da última costela (DOURMAD et al., 2001).

*Número e peso de leitões:* No dia do parto foram contabilizados e pesados os leitões nascidos vivos, mortos, mumificados e a placenta. Os leitões foram pesados no nascimento, aos 7, 14, 21 dias e no desmame. Os dados de ganho de peso foram obtidos por pesagens semanais e individuais dos animais, com definição por sexo. As transferências cruzadas foram realizadas dentro de 24 horas após nascimento, seguida novamente de pesagem dos leitões. O tamanho das leitegadas foi padronizado em 13 leitões por fêmea. Após o período de transferência, a leitegada permaneceu com a mesma porca até o desmame.

*Intervalo desmame cobertura:* somatório dos dias entre o desmame das porcas até a cobertura com a primeira dose inseminante.

*Variáveis estimadas:* O peso de leitões nascidos é o somatório de nascidos vivos, natimortos e mumificados. Para determinar o conteúdo uterino foi utilizada a Equação 1 proposta por DOURMAD et al. (1997):

$$\text{Conteúdo uterino (kg)} = 0,3 + 1,329 * \text{peso de nascidos(kg)} \quad (R^2=0,96) \quad (1)$$

O peso pós-parição (PParto) foi calculado como a diferença entre o peso de entrada na maternidade e o conteúdo uterino (Equação 2):

$$\text{PParto (kg)} = \text{PEMat108} - \text{Conteúdo uterino} \quad (2)$$

A variação do peso na gestação ( $\Delta G$ , %PV) foi calculada a partir do ganho de peso na gestação (GP Gest) em relação ao peso na cobertura (Equação 3). A variação do peso na lactação ( $\Delta L$ , %PV) foi calculada a partir do perda de peso na lactação (PP Lact) em relação ao peso pós-parição (Equação 4).

$$\Delta G, \%PV = \text{GP Gest} / \text{Pcobertura} * 100 \quad (3)$$

$$\Delta L, \%PV = \text{PP Lact} / \text{PParto} * 100 \quad (4)$$

O ganho materno total foi estimado a partir da diferença entre PEMat108 e de cobertura. Já no ganho materno líquido foi calculado pela diferença entre ganho materno total e o conteúdo uterino.

*Partição dos nutrientes:* As quantidades de gordura, energia e proteína, depositadas pelas fêmeas ao longo do experimento foram estimadas a partir dos dados de peso vivo (PV) e espessura de toucinho (ET) seguindo as equações propostas por DOURMAD et al. (1997). Nos cálculos foram utilizados os pesos de cobertura e de desmame ajustados para o peso vivo vazio (PVv) pela relação:  $PVv = a.PV^{1,01}$  onde  $a = 0,905$  no desmame e  $a = 0,912$  ao parto e na cobertura. Para estimar a utilização da energia e proteína no ganho materno foram determinados o conteúdo de gordura (Equação 5), energia (Equação 6) e proteína (Equação 7) propostas por DOURMAD et al. (1997).

$$\text{Gordura (kg)} = -26,4 + 0,221PVv + 1,331ET \quad (5)$$

$$\text{Energia (kcal)} = -1074 + 13,65PVv + 45,94ET \quad (6)$$

$$\text{Proteína (kg)} = 2,28 + 0,178\text{PVv} - 0,333\text{ET} \quad (7)$$

A produção de leite (PLeite) foi estimada de acordo CLOSE (2001) (Equação 8). A quantidade média de energia (Equação 9) e nitrogênio (Equação 10) exportados pelo leite foram propostas por NOBLET & ETIENNE (1989). O fator de conversão de kJ para kcal não foi inserido na equação.

$$\text{PLeite, (kg/d)} = 4 * \text{ganho de peso leitegada (kg/d)} \quad (8)$$

$$E_{\text{leite}} \text{ (kJ/d)} = 20,6 * \text{GMD}_{\text{leitegada}} - 376 * N^{\circ}_{\text{Leitões}} \text{ (R}^2\text{=0,84)} \quad (9)$$

$$N_{\text{leite}} = 0,0257 * \text{GMD}_{\text{leitegada}} + 0,42 * N^{\circ}_{\text{Leitões}} \text{ (R}^2\text{=0,81)} \quad (10)$$

Além disso, foram estimadas a utilização da energia e do nitrogênio do leite de acordo com o crescimento dos leitões e a duração da lactação, propostas por WHITTEMORE & MORGAN (1990) onde  $d_{\text{lact}}$ : duração da lactação;  $t$ : estágio da lactação,  $d$ . (Equações 11 e 12)

$$E_{\text{leite}} \text{ (kcal/d)} = (E_{\text{leite}} \text{ média} * (2,763 - 0,0014_{d_{\text{lact}}}) e^{-0,025t} e^{-e(0,5-0,1t)}) \quad (11)$$

$$N_{\text{leite}} \text{ (g/d)} = (N_{\text{leite}} \text{ média} * (2,763 - 0,0014_{d_{\text{lact}}}) e^{-0,025t} e^{-e(0,5-0,1t)}) \quad (12)$$

#### 3.4.4. Modelo analítico e análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. As análises com medidas repetidas no tempo foram submetidas a análise de variância pelo procedimento MIXED. Seguindo o modelo analítico  $y_{ij} = \mu + T_{\text{trat}} + \beta_{\text{sem}} + \alpha_{\text{PV}} + \bar{U}_{\text{ET}} + \varepsilon_{ij}$  onde  $y_{ijk}$  são as variáveis dependentes;  $T_{\text{trat}}$  é o efeito dos tratamentos;  $\beta_{\text{sem}}$  é o efeito da semana;  $\alpha_{\text{PV}}$  é o efeito do peso vivo;  $\bar{U}_{\text{ET}}$  é o efeito da espessura de toucinho e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório residual. As eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com os programas estatísticos Minitab 15 (MINITAB, 2007) e SAS (SAS, 2006).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas da aplicação do modelo InraPorc em contraste com o plano nutricional e alimentar proposto pela granja comercial serão divididas em *gestação*: ingestão de nutrientes e ganho materno; *lactação*: ingestão de nutrientes, produção de leite, desempenho das leitegadas e mobilização de reservas corporais e *intervalo desmame cobertura*. A integração desses resultados permite elucidar fenômenos metabólicos, os quais são alterados pelo plano nutricional e alimentar aplicado na gestação e lactação.

### 4.1. Gestação

#### 4.1.1. Ingestão de nutrientes

O consumo de ração, a ingestão de nutrientes e a conversão alimentar de porcas gestantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc estão apresentados na tabela 4. O efeito da semana não foi significativo ( $P > 0,05$ ), sendo excluído das tabelas. O consumo de ração diferiu ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos durante a gestação. O consumo de ração foi 5% superior ( $P < 0,01$ ) em primíparas, 14% em porcas OP2 e 13,5% em porcas de ordem de parto  $\geq 3$  alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc durante os 26 a 85 dias de gestação. Nessa fase, o consumo de alimento deve ser suficiente para atender as exigências de manutenção das fêmeas, a reposição das reservas corporais mobilizadas na lactação anterior, o crescimento fetal e o ganho materno (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Nesse sentido, o modelo estima as exigências pelo método fatorial sendo possível considerar exigências de manutenção, atividade, termorregulação, leitegada e reserva corporais. O incremento no ajuste nutricional se deve ao gasto energético das fêmeas alojadas em baias coletivas em cama sobreposta, às exigências de termorregulação e ao ganho materno.

Tabela 4 - Consumo de ração, ingestão de nutrientes e conversão alimentar de porcas gestantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Período, d                           | OP 1           |          | OP 2            |          | OP ≥ 3          |          |
|--------------------------------------|----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|                                      | Granja         | InraPorc | Granja          | InraPorc | Granja          | InraPorc |
| Consumo de ração, kg/d               |                |          |                 |          |                 |          |
| 1-26                                 | 2,53           | 2,56     | 2,70            | 2,70     | 2,70            | 2,70     |
| 26-85                                | 2,70           | 2,84     | 2,80            | 3,00     | 2,80            | 3,18     |
| 85-108                               | 3,00           | 3,30     | 3,20            | 3,40     | 3,24            | 3,45     |
| Média                                | 2,74           | 2,90     | 2,90            | 3,05     | 2,91            | 3,11     |
| Total                                | 297            | 312      | 313             | 334      | 314             | 336      |
| Epr <sup>1</sup>                     | 0,06           |          | 0,08            |          | 0,09            |          |
| P <sup>2</sup>                       | T***, P**, TP* |          | T***, P**, TP*  |          | T***, P***, TP* |          |
| Ingestão de nutrientes <sup>3</sup>  |                |          |                 |          |                 |          |
| <i>Energia metabolizável, kcal/d</i> |                |          |                 |          |                 |          |
| 1-26                                 | 7.171          | 7.244    | 7.627           | 7.627    | 7.627           | 7.627    |
| 26-85                                | 7.627          | 8.023    | 7.910           | 8.475    | 7.910           | 8.988    |
| 85-108                               | 8.475          | 9.822    | 9.040           | 9.605    | 9.160           | 9.748    |
| Média                                | 7.757          | 8.363    | 8.192           | 8.569    | 8.232           | 8.787    |
| Epr                                  | 173            |          | 238             |          | 276             |          |
| P                                    | T***, P**, TP* |          | T***, P***, TP* |          | T***, P***, TP* |          |
| <i>Lisina total, g/d</i>             |                |          |                 |          |                 |          |
| 1-26                                 | 13,4           | 13,6     | 14,3            | 14,3     | 14,3            | 14,3     |
| 26-85                                | 14,3           | 16,0     | 14,8            | 15,9     | 14,8            | 16,8     |
| 85-108                               | 15,9           | 24,6     | 16,9            | 18,0     | 17,1            | 18,3     |
| Média                                | 14,5           | 18,0     | 15,3            | 16,0     | 15,4            | 16,4     |
| Epr                                  | 1,65           |          | 0,44            |          | 0,51            |          |
| P                                    | T***, P**, TP* |          | T***, P***, TP* |          | T***, P***, TP* |          |
| <i>Cálcio total, g/d</i>             |                |          |                 |          |                 |          |
| 1-26                                 | 19,0           | 19,2     | 20,2            | 20,2     | 20,2            | 20,2     |
| 26-85                                | 20,2           | 21,3     | 21,0            | 22,5     | 21,0            | 23,8     |
| 85-108                               | 22,5           | 24,7     | 24,0            | 25,5     | 24,3            | 25,8     |
| Média                                | 20,5           | 21,7     | 21,7            | 22,7     | 21,8            | 23,2     |
| Epr                                  | 0,46           |          | 0,63            |          | 0,73            |          |
| P                                    | T***, P**, TP* |          | T***, P***, TP* |          | T***, P***, TP* |          |
| <i>Fósforo digestível, g/d</i>       |                |          |                 |          |                 |          |
| 1-26                                 | 6,34           | 6,41     | 6,75            | 6,75     | 6,75            | 6,75     |
| 26-85                                | 6,75           | 7,10     | 7,00            | 7,50     | 7,00            | 7,95     |
| 85-108                               | 7,50           | 8,25     | 8,00            | 8,50     | 8,10            | 8,62     |
| Média                                | 6,86           | 7,25     | 7,25            | 7,58     | 7,28            | 7,77     |
| Epr                                  | 0,15           |          | 0,21            |          | 0,24            |          |
| P                                    | T***, P**, TP* |          | T***, P***, TP* |          | T***, P***, TP* |          |
| Conversão alimentar                  |                |          |                 |          |                 |          |
| Total                                | 5,54           |          | 4,68            |          | 10,9            |          |
| Epr                                  | 1,24           |          | 6,36            |          | 9,05            |          |
| P                                    | T*             |          | T <sup>ns</sup> |          | T*              |          |

<sup>1</sup>erro padrão residual; <sup>2</sup>Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \* P ≤ 0,05, \*\* P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001 (T, Tratamento; P, Período; TP, interação); <sup>3</sup>valores calculados com base em 2.825kcal EM/kg e 73,4%MS.

O tempo que as fêmeas permanecem em pé está associado ao manejo alimentar, ao tipo de alojamento e à temperatura ambiente. O gasto energético calculado para a atividade física é de 0,07 kcal/kg PV<sup>0,75</sup> por minuto em pé (NOBLET et al., 1993b). Para porcas com 200 kg permanecendo em pé por 100 ou 200 minutos ao dia, as exigências aumentam de 0,5 a 1,0 Mcal/d, respectivamente, o que equivale a 9 e 17,8% das exigências de manutenção.

Os diferentes sistemas de alojamento (confinado ou ao ar livre) e o comportamento estereotipado de fêmeas alteram a intensidade da atividade física (DAILEY & MCGLONE, 1997). Em porcas mais velhas, magras ou fora do conforto térmico o gasto energético em função da atividade física é maior (CLOSE et al., 1985). Dessa forma, esse fator pode representar uma importante fonte de variação nas necessidades de energia (DOURMAD et al., 2008). O gasto energético associado a esses fatores também pode comprometer a condição corporal da fêmea (NOBLET et al., 1994b). O InraPorc considerou no ajuste nutricional um incremento médio de 15% para atividade física. Este aporte representa um incremento diário de 868 kcal de EM para fêmeas com 200 kg de peso vivo. Entretanto, nas exigências estabelecidas pelo NRC (1998), a atividade física é considerada moderada e incluída nas exigências de manutenção, desprezando os efeitos do sistema de alojamento.

Entre os 26 e 85 dias de gestação as temperaturas registradas foram, em média, de 16°C, consideradas abaixo da temperatura crítica inferior (TCI) das fêmeas. No perfil animal foram utilizados os valores médios de temperatura referentes ao mesmo período do ano de 2010, o que permitiu às fêmeas do tratamento InraPorc um ajuste nutricional para termorregulação. A zona de conforto térmico das porcas está entre 20 a 23°C (NOBLET et al., 1989). Temperaturas abaixo da TCI aumentam os gastos energéticos com a termorregulação corporal, com um gasto superior principalmente em porcas magras (YOUNG et al., 2005). Adicionalmente, as condições de alojamento podem influenciar nas exigências de termorregulação. Uma vez que em instalações com cama de feno a TCI pode diminuir em 4°C. Além disso, em fêmeas alojadas em grupo a TCI é 6°C inferior que em fêmeas alojadas individualmente. A emissão de calor latente pelos animais permite o aquecimento em grupo, sendo verificado pelas fêmeas deitadas próximas umas as outras na baia. Assim, o incremento na produção de calor quando a

temperatura abaixo da TCI diminui é de  $2,4 \text{ kcal } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$  para porcas alojadas em grupo e de  $3,96 \text{ kcal } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$  para porcas alojadas individualmente (DOURMAD et al., 2008).

Outros fatores considerados no aumento do consumo de ração de primíparas, fêmeas OP2 e OP $\geq$ 3 do plano alimentar InraPorc são o ganho materno e a reposição de reservas corporais. O acúmulo de reservas corporais pelo modelo baseia-se na relação entre a espessura de toucinho na cobertura e a desejável ao parto (DOURMAD et al., 2001). A demanda energética para reservas corporais foi estimada em 26,8 e 22,9% em fêmeas OP2 e OP $\geq$ 3. Assim, para as fêmeas do estudo foi estimado um incremento de 1920 kcal EM por dia para depositar 5 mm de ET até a data do parto.

Na definição das exigências nutricionais e do programa alimentar no terço final da gestação (85 a 108 dias), o modelo InraPorc propôs um ajuste de 8,3% no consumo de ração em primíparas, 6,2% em porcas de segundo parto e 9,3% em porcas de ordem de parto igual ou superior a 3. Assim, com base nos ajustes pré-estabelecidos, os resultados de consumo e ingestão de nutrientes apresentaram diferenças significativas entre tratamentos ( $P < 0,01$ ) para os três grupos estudados nesse período. Além disso, os consumos de energia metabolizável e lisina total pelas primíparas do tratamento InraPorc foram 16 e 26% superiores em relação à primíparas alimentadas com programa alimentar convencional. O maior aporte de nutrientes nessa categoria está relacionado à maior taxa de deposição proteica e ao crescimento fetal no terço final da gestação (JI et al., 2005).

A ingestão de energia pelas primíparas está associada ao aumento na deposição proteica, sendo verificada resposta linear na retenção de nitrogênio (WHITTEMORE, 1996). As porcas pluríparas necessitam aproximadamente 11 g/dia de lisina digestível enquanto que primíparas ou fêmeas em crescimento exigem de 14 a 15 g/dia (CLOSE & COLE, 2001). Entretanto, os ganhos de massa proteica diminuem com a maturidade corporal. As exigências de aminoácidos digestíveis para o desenvolvimento fetal e da glândula mamária são definidos pelo InraPorc no início e fim da gestação. Vários estudos confirmam os dados do InraPorc quanto à determinação de exigências nos primeiros 75 dias e no terço final da gestação (NOBLET et al., 1997; CLOSE & COLE, 2001; CLOWES et al., 2003b). No entanto, o aumento na ingestão de proteína bruta e aminoácidos, através de níveis crescentes de alimentação podem ser excretados sem alterar no ganho materno e



no crescimento fetal (KING et al., 2006). Em porcas pluríparas, o excesso de nutrientes pode estar associado ao acúmulo de reservas corporais e ao maior peso dos leitões ao nascer (YOUNG et al., 2005). Essas respostas podem variar com a ordem de parição e a genética do rebanho (BERGSMA et al., 2008).

O excesso de energia ou de ração durante a gestação podem alterar a regulação de insulina e glicose, com reflexos pós-parto como a diminuição no apetite e aumento no catabolismo proteico e lipídico (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Além disso, entre os 66 e 101 dias de gestação, o maior aporte energético está associado ao decréscimo na ingestão voluntária durante a lactação (KING et al., 2006). Vários estudos estabelecem uma relação inversa entre os consumos de ração na gestação e lactação (DOURMAD, 1988; EISSEN et al., 2000; MOTA et al., 2004; JI et al., 2005; CERISUELO et al., 2008).

#### 4.1.2. Ganho materno e reservas corporais

O ajuste nutricional proposto pelo modelo InraPorc aumentou ( $P < 0,05$ ) o peso vivo na entrada da maternidade (PEMat108) nos três grupos de parição estudados (Tabela 5). Em primíparas alimentadas com programa alimentar proposto pelo InraPorc o peso pós-parto foi 6,2% superior ( $P < 0,01$ ) em relação a fêmeas alimentadas com programa alimentar da Granja (179,3 vs. 168,8 kg). A longevidade produtiva de primíparas está associada ao ganho materno adquirido durante o anabolismo gestacional. Assim, o consumo de nutrientes no primeiro ciclo deve ser diferenciado, afim de atender a demanda para deposição proteica e lipídica (YOUNG et al., 2005). Em genótipos modernos o ganho de peso está associado à maior deposição muscular em relação ao tecido adiposo, com comportamento quadrático para a deposição proteica e linear para a deposição lipídica (JI et al., 2005). Neste estudo, um ajuste nutricional com 17% de proteína bruta e 0,85% de lisina digestível foi aplicado em primíparas, afim de atender a maior deposição proteica no ganho materno.

O ganho materno representa de 15 a 20% das exigências energéticas na gestação (AHERNE e KIRKWOOD, 1999). Entretanto, o modelo InraPorc calcula as

exigências pelo método fatorial, no qual a exigência energética do ganho materno representa 31% em primíparas e até 12% em fêmeas de sexta parição. É importante salientar que as variações verificadas entre os modelos para a estimação das exigências de ganho materno consideram vários fatores. Dentre esses, no caso do InraPorc, ocorre um ajuste real para a condição do plantel para o peso vivo e a espessura de toucinho (INRAPORC<sup>®</sup>, 2010).

Para as fêmeas do grupo OP2 não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nas variáveis PEMat108 e ganho materno durante a gestação. As fêmeas OP $\geq$ 3 alimentadas com programa ajustado pelo InraPorc apresentaram peso na entrada da maternidade 5% superior ( $P < 0,05$ ) em relação às fêmeas do programa alimentar estabelecido pela granja. Entretanto, o peso de conteúdo uterino foi 31% superior ( $P < 0,05$ ) em fêmeas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc. Além disso, nessas fêmeas foi verificado maior ( $P < 0,05$ ) peso de leitões nascidos (19,8 vs. 16,1 kg). O baixo ganho materno observado nesse grupo pode estar associado ao catabolismo severo da lactação anterior, além do aporte inadequado de nutrientes. Estudos recentes tem verificado que porcas com catabolismo severo durante a lactação anterior aumentam o estresse oxidativo durante a gestação subsequente (BERCHIERI-RONCHI et al., 2010).

O estresse oxidativo prejudica as células do sistema imunológico, diminuindo a capacidade antioxidante no organismo. Em condições ambientais ou sociais adversas, como estresse por frio ou calor e disputas hierárquicas, aumentam o estresse oxidativo. Os danos oxidativos em porcas durante o terço final da gestação afetam negativamente o ganho materno, podendo reduzir a taxa de crescimento de leitões pós-parto (KIM, 2010).

O ganho de peso total (1 a 108 dias de gestação) foi, em média, 5,8% superior em primíparas, 4,7% em fêmeas de OP2 e 5,1% em fêmeas com mais de três partições alimentadas com programa ajustado pelo InraPorc. O ganho materno total obtido em relação ao estimado pelo modelo para as primíparas foi 66,8 vs. 64 kg (+2,8 kg), em fêmeas OP2 de 42,5 vs. 60 kg (-17 kg) e em fêmeas OP $\geq$ 3 os ganhos foram de 35,4 vs. 36 kg (-0,6 kg). Entretanto, o ganho materno total de primíparas que receberam o programa alimentar da granja foi de 55,5 kg, dentro dos padrões de crescimento materno e fetal estabelecidos para um ganho de 55 kg de acordo com o NRC (1998). Porém, para as demais categorias alimentadas com o programa alimentar da granja os ganhos obtidos foram inferiores aos propostos pelo

NRC (1998). O ganho materno líquido, que considera o peso pós-parto ajustado, indica que as fêmeas do tratamento InraPorc apresentam maior quantidade de reservas corporais acumuladas durante a gestação.

O maior peso verificado nas primíparas alimentadas com dietas ajustadas pelo InraPorc em relação à alimentadas pelo programa alimentar da granja (179,3 vs. 168,8 kg) está relacionado ao maior aporte de proteína e lisina no terço final da gestação. Em primíparas, o aporte aminoacídico aumenta a deposição proteica em relação à lipídica (SINCLAIR et al., 2001). Além disso, a composição corporal do ganho materno é maior devido ao peso muscular em relação a gordura (DOURMAD et al., 1998).

O anabolismo proteico no início da gestação está associado a reconstituição das reservas corporais, sendo substituído progressivamente ao longo da gestação pelo crescimento fetal (ETIENNE, 1991). A deposição muscular tem sido verificada por ensaios de metabolismo em porcas gestantes e lactantes através do balanço do nitrogênio (ETIENNE et al., 1991; NOBLET & VAN MILGEN, 2004; JI et al., 2005). Em condições iguais de suplementação energética e abaixo da exigência, as porcas adultas apresentam menor retenção de N do que primíparas. A menor retenção é explicada pelo maior peso corporal, o qual demanda maiores quantidades de energia para manutenção (NOBLET et al., 1990). Além disso, a eficiência de retenção em animais adultos é menor que em animais jovens, sendo verificada pela diminuição na taxa de deposição proteica de animais adultos.

O aumento na retenção de N próxima dos 32 dias de gestação pode estar associado ao ganho em tecido materno, enquanto que no terço final a retenção está associada ao desenvolvimento fetal (DOURMAD et al., 1996). A secreção de alguns hormônios pode ser responsável pelas mudanças na retenção de N. A secreção de estrogênio ocorre entre os 20 e 40 dias de gestação, sendo os picos verificados próximo dos 30 dias. Em nível plasmático, as concentrações de estrogênio são baixas até os 70 dias e após, aumentam linearmente até o parto. O estrogênio é produzido pelos fetos e anexos placentários, sendo responsável pela taxa de crescimento e de deposição proteica em suínos (DE WILDE et al., 1992), o que pode explicar o aumento transitório na retenção de N em torno dos 30 dias de gestação e o aumento progressivo no terço final (ETIENNE et al., 1991).

Tabela 5 - Peso vivo e ganho materno de porcas em gestação e pós-parição alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Grupo            | Peso vivo, kg |                       |                     | C. uter, kg | Nasc., kg | Ganho materno <sup>1</sup> |         | $\Delta G$ , %PV <sup>2</sup> |
|------------------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------|-----------|----------------------------|---------|-------------------------------|
|                  | Cobertura     | PEMat108 <sup>1</sup> | PParto <sup>1</sup> |             |           | Total                      | Líquido |                               |
| <i>OP 1</i>      |               |                       |                     |             |           |                            |         |                               |
| Granja           | 134,3         | 189,7                 | 168,8               | 22,56       | 16,75     | 55,5                       | 32,8    | 42,6                          |
| InraPorc         | 134,1         | 200,0                 | 179,3               | 22,77       | 16,92     | 66,8                       | 44,8    | 51,1                          |
| epr <sup>3</sup> | 8,3           | 7,7                   | 7,8                 | 2,9         | 2,1       | 7,7                        | 7,6     | 8,4                           |
| P <sup>4</sup>   | ns            | T**                   | T**                 | ns          | ns        | T**                        | T**     | T***                          |
| <i>OP 2</i>      |               |                       |                     |             |           |                            |         |                               |
| Granja           | 180,7         | 212,9                 | 192,2               | 18,3        | 16,12     | 31,9                       | 11,7    | 18,1                          |
| InraPorc         | 180,1         | 223,0                 | 196,3               | 24,0        | 19,88     | 42,5                       | 19,2    | 24,3                          |
| epr              | 17,9          | 16,0                  | 15,9                | 4,9         | 3,7       | 16,0                       | 13,6    | 9,8                           |
| P                | ns            | ns                    | ns                  | T*          | T*        | ns                         | ns      | ns                            |
| <i>OP ≥3</i>     |               |                       |                     |             |           |                            |         |                               |
| Granja           | 233,3         | 258,0                 | 231,4               | 26,9        | 20,0      | 22,1                       | -4,4    | 10,1                          |
| InraPorc         | 238,7         | 271,3                 | 245,5               | 26,1        | 19,5      | 35,4                       | 9,1     | 15,3                          |
| epr              | 28,5          | 13,0                  | 13,7                | 6,3         | 4,7       | 13,0                       | 13,7    | 7,7                           |
| P                | ns            | T*                    | T*                  | ns          | ns        | T*                         | T*      | T*                            |

<sup>1</sup>médias ajustadas LSMEANS (peso de cobertura utilizado como covariável); <sup>2</sup>ganho total na gestação em função do peso na entrada da maternidade; <sup>3</sup>erro padrão residual; <sup>4</sup>Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \* P ≤ 0,05, \*\* P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001 (T, Tratamento).

O desenvolvimento das glândulas mamárias ocorre de forma cúbica durante a gestação (JI *et al.*, 2005). A deposição proteica no aparelho mamário é aproximadamente 11 g/dia, considerando 14 glândulas totais (KIM *et al.*, 1999), sendo que o maior ganho proteico ocorre após os 70 dias de gestação (SORENSEN *et al.*, 2002). Nesse sentido, o modelo recomenda para exigências de manutenção e de deposição proteica, em média, 10,2 g/dia e 13,7 g/dia de lisina ileal verdadeira antes e depois de 80 dias, respectivamente. Já em porcas adultas o somatório das exigências de manutenção e deposição proteica antes e depois de 80 dias são, em média, de 8 e 12 g/dia, respectivamente.

O excesso de ganho materno e de gordura podem ser fatores predisponentes da distocia ao parto (TROTIER & JOHNSTON, 2001), redução na ingestão voluntária de alimento durante a lactação (KING *et al.*, 2006) e diminuição da

longevidade produtiva da porca (DOURMAD et al., 1994). O incremento de 600 kcal de EM na ingestão diária permitiu um acréscimo no ganho materno total de 10,6 kg de peso em fêmeas OP2 e 13,3 em fêmeas  $\geq$ OP3 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc. Os problemas do aporte energético na gestação sobre os efeitos deletérios na lactação tem sido apresentados em vários estudos (ETIENNE et al., 1991; DOURMAD et al., 1996; PRUNIER et al., 2001; MOSNIER et al., 2010). Porém, o ganho materno insuficiente pode comprometer a capacidade produtiva na lactação, devido a baixas reservas energéticas, limitando a produção de leite (DOURMAD et al., 2005). O resultado são porcas excessivamente magras, com períodos longos de intervalo desmame-cobertura, comprometendo a sua longevidade produtiva (DOURMAD et al., 1994).

Em vista disso, um ganho materno total mínimo de 22 a 30 kg tem sido estabelecido para prevenir o catabolismo gestacional (KIM, 2010). Entretanto, devem ser estabelecidas como metas aceitáveis, um ganho de 35 a 45 kg de ganho materno líquido para primíparas e de 30 a 40 kg de ganho materno total para porcas adultas. As maiores taxas no ganho materno de primíparas estão associadas ao rápido crescimento nos primeiros ciclos produtivos (TROTIER & JOHNSTON, 2001).

A espessura de toucinho de porcas na gestação alimentadas com programa nutricional/alimentar convencional ou ajustado pelo InraPorc está apresentada na tabela 6. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) sobre o período de avaliação porém, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para a espessura de toucinho durante a gestação. Entretanto, as fêmeas alimentadas com programa ajustado pelo InraPorc apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) ganho de espessura de toucinho em relação às alimentadas com programa da granja.

Tabela 6 - Espessura de toucinho (ET, mm) de porcas na gestação alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Gestação, dias   | OP 1                 |          | OP 2                              |          | OP ≥ 3                            |          |
|------------------|----------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
|                  | Granja               | InraPorc | Granja                            | InraPorc | Granja                            | InraPorc |
| 1                | 14,6                 | 13,8     | 12,6                              | 12,3     | 13,8                              | 13,9     |
| 27               | 15,5                 | 15,7     | 12,6                              | 12,9     | 13,9                              | 14,1     |
| 80               | 15,8                 | 16,2     | 12,8                              | 14,1     | 15,6                              | 17,7     |
| 110              | 16,5                 | 17,8     | 13,4                              | 14,0     | 14,9                              | 18,0     |
| epr <sup>1</sup> | 2,5                  |          | 3,4                               |          | 5,4                               |          |
| P <sup>2</sup>   | T <sup>ns</sup> , P* |          | T <sup>ns</sup> , P <sup>ns</sup> |          | T <sup>ns</sup> , P <sup>ns</sup> |          |
| Ganho ET, mm     | 1,9                  | 4,0      | 0,8                               | 1,7      | 1,1                               | 4,1      |

<sup>1</sup>erro padrão residual; <sup>2</sup>Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \* P ≤ 0,05, \*\* P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001 (T, Tratamento; P, Período).

Um dos principais desafios no manejo nutricional de primíparas está associado a uma condição corporal desejável ao parto de 18 a 20 mm de espessura de toucinho (WHITTEMORE, 1996). Nas primíparas alimentadas com ajuste nutricional do InraPorc a espessura de toucinho alcançada no final da gestação foi próxima da estimada pelo modelo (17,8 vs. 19 mm) respectivamente. Em linhagens modernas, as reservas corporais exigidas ao parto e ao desmame tem sido dificilmente atingidas (CERISUELO et al., 2009). Entretanto, o aporte nutricional durante os 40-85 dias pode atender as necessidades para o ganho materno. O incremento de 50% no consumo de ração aumenta a ET de primíparas aos 80 dias de gestação, porém diminui até o parto (CERISUELO et al., 2008). Essa redução verificada após os 80 dias de gestação indica que no terço final as exigências são ainda maiores para manter uma condição corporal aceitável até o parto. Assim, em situações onde não há ajuste nutricional pode ocorrer o catabolismo das reservas corporais já no terço final da gestação. Diversos estudos apontam para o catabolismo nutricional durante os últimos 20 dias de gestação em função da demanda para o crescimento fetal e mamário (TROTTIER & JOHNSTON, 2001; GILL, 2006; KIM, 2010).

A deposição lipídica em primíparas é limitada pela ingestão de energia, uma vez que a composição do ganho materno, nesse caso, está relacionada a maior deposição proteica em relação a lipídica. Essa relação é de 75% músculo e 25%

gordura (WHITTEMORE, 1996). Além disso, o custo energético para a deposição proteica é menor do que para deposição lipídica (10,6 vs. 12.5 Mcal/kg) (YOUNG et al., 2005a). Dessa forma, as primíparas exigem um maior ganho materno durante a gestação para atingir níveis adequados de espessura de toucinho em relação à porcas adultas (DOURMAD et al., 2001).

As fêmeas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo Inraporc tiveram um ganho de 1,7 mm ( $P>0,05$ ) na espessura de toucinho ao longo da gestação (Tabela 6). No entanto, esse valor ficou 4 mm abaixo do estimado pelo modelo. O baixo ganho em ET pode ser explicado pela maior atividade física de porcas excessivamente magras e pela maior exigência de manutenção para termorregulação. Altos níveis de atividade física podem comprometer os ganhos de espessura de toucinho esperados na gestação (NOBLET et al., 1993b). Além disso, em condições de temperaturas abaixo da TCI das porcas, o gasto energético para a termorregulação é maior, devido ao menor isolamento térmico em porcas com menos de 12 mm de espessura de toucinho (YOUNG et al., 2005). Adicionalmente, a limitada capacidade ingestiva e de apetite dos genótipos modernos pode comprometer o acúmulo de gordura, implicando na baixa espessura de toucinho acumulada (YOUNG et al., 2004b).

O aumento na exigência energética está associado a maiores perdas de energia na forma de calor em porcas magras em relação à gordas ( $>18$  mm). Fatores sociais podem estar relacionados com o menor consumo de ração de porcas magras. De acordo com YOUNG & AHERNE (2005) porcas magras são mais tímidas durante a alimentação e, porcas maiores e mais agressivas podem roubar o alimento dessas fêmeas. Assim, a ingestão de ração pode ter sido inferior a estimada pelo modelo contribuindo para o menor ganho materno e espessura de toucinho nesse grupo. É importante ressaltar que fêmeas com menos de 12 mm de ET apresentam alto índice de descarte, o que sugere que níveis muito baixos de gordura corporal comprometem o desempenho reprodutivo e a longevidade (YOUNG & AHERNE, 2005).

Em fêmeas  $OP\geq 3$  os ganhos em espessura de toucinho obtidos foram próximos dos estimados pelo InraPorc (4,1 vs. 4,5 mm). Em porcas com ET acima de 15 mm na cobertura, o modelo sugere que até o parto essas fêmeas atendam 19-20 mm de espessura de toucinho. A composição das reservas corporais nesse grupo está associada ao maior ganho lipídico, sendo verificada pelo acréscimo diário

na ingestão de nutrientes (SHELTON et al., 2009) e pelo aporte aminoacídico no terço final da gestação (YANG et al., 2009). O baixo ganho de ET nas fêmeas alimentadas com o programa alimentar da granja está associada a carência energética para o acúmulo de reservas corporais. Uma das limitações para o ganho em ET por porcas adultas está associado as exigências de manutenção que compreendem cerca de 75 a 85% da energia ingerida (NOBLET et al., 1990). Além disso, porcas com baixo nível de ET são menos eficientes em utilizar a energia ingerida para o ganho em peso e toucinho do que aquelas com maior espessura de toucinho (YOUNG & AHERNE, 2005). Nesse caso, o programa alimentar aplicado pela granja atende, prioritariamente as exigências de manutenção, desconsiderando as necessidades para ganho materno. A composição proteica e lipídica do ganho materno durante a gestação está apresentada na figura 4

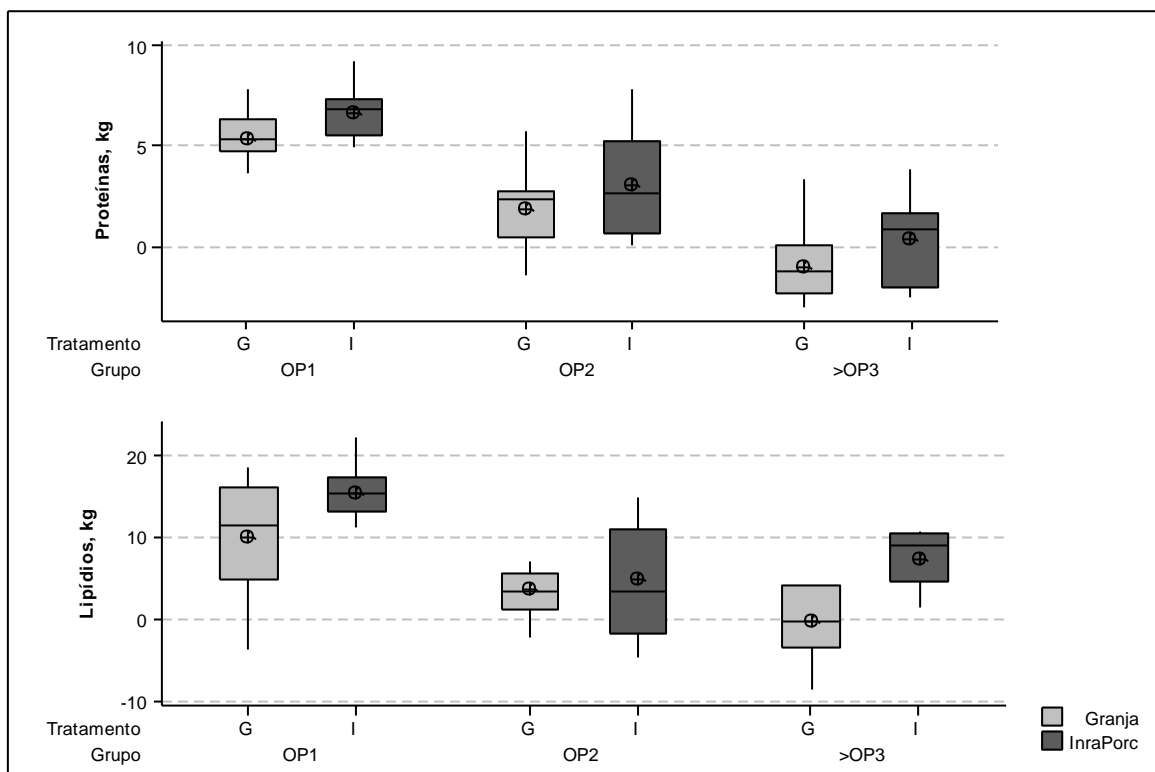


Figura 4 - Composição proteica e lipídica do ganho materno de porcas gestantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc, obtidos pelas equações propostas por DOURMAD et al.(1997) (n = 80)



Os genótipos modernos apresentam altas taxas de descarte devido a falhas reprodutivas e uma longevidade inferior em relação a décadas passadas (EISSEN et al., 2000). Isso tem sido associado ao excesso de peso e de reservas proteicas perdidas durante a lactação desses genótipos (CLOWES et al., 2003b). Por outro lado, a alimentação restrita normalmente usada durante a gestação nem sempre permite recuperar as reservas corporais para o ciclo subsequente. Em primíparas o desafio é maior, uma vez que têm reservas lipídicas inferiores durante a gestação e uma ingestão limitada de nutrientes (cerca de 20% menor) que porcas adultas na lactação (YOUNG et al., 2005).

De maneira geral, o ganho materno e a reposição das reservas corporais durante a gestação respondem à curva de crescimento de cada grupo estudado. Além disso, os efeitos do aporte nutricional estão associados ao estado fisiológico do animal (DOURMAD et al., 2001; JI et al., 2005; KING et al., 2006; CERISUELO et al., 2008). É provável que em porcas alimentadas sem o ajuste nutricional, o ganho materno esteja associado à deposição muscular. Uma vez que, quando o suprimento energético é limitado, a prioridade na deposição de tecidos é maior para a deposição proteica em relação à lipídica (DOURMAD et al., 1996). Entretanto, essa relação se inverte quando os níveis energéticos são altos (KING et al., 2006). De certa forma, é possível modular a natureza das reservas corporais durante a gestação através dos ajustes na ingestão de energia, com respostas na relação músculo/gordura no ganho materno.

## **4.2. Lactação**

### **4.2.1. Ingestão de nutrientes**

O consumo de ração, a ingestão de nutrientes e a conversão alimentar de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc estão apresentados na tabela 7. Houve efeito significativo do período de lactação ( $P < 0,01$ ) nas variáveis estudadas. O consumo médio durante a lactação foi 3,6% superior ( $P < 0,01$ ) em primíparas, 7,3% em porcas OP2 e 6,7% em porcas de

ordem de parto  $\geq 3$  alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc em relação ao programa alimentar da granja. A ingestão de nutrientes segue os percentuais obtidos no consumo de ração diferenciando significativamente ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos.

O consumo de ração responde de forma quadrática até o desmame dos leitões, sendo verificado entre os 21 e 28 dias de lactação o menor incremento na ingestão diária. A ingestão de alimento após o parto tem como objetivo fornecer energia e nutrientes para a produção de leite, a fim de limitar a mobilização das reservas corporais pela fêmea. O consumo de ração diminui imediatamente após o parto e, aumenta ao longo da lactação, atingindo um consumo máximo na segunda ou terceira semana (KOKETSU et al., 1996b). O menor consumo na primeira semana pode estar associado ao estresse e letargia pós-parto, capacidade limitada do trato gastrintestinal ou pelo excesso de alimento durante a gestação (TROTIER & JOHNSTON, 2001). Dessa forma, muitos programas alimentares limitam o consumo de ração nos primeiros dias de lactação, devido a adaptação ao alimento e prevenção da agalactia (EISSEN et al., 2000).

Vários fatores são responsáveis por modular o consumo voluntário na lactação (EISSEN et al., 2000). Entre os fatores estudados em granjas comerciais, os principais moduladores são as reservas corporais, a temperatura ambiental, a ordem de parição e o tamanho da leitegada. Entretanto, um dos principais fatores que limita a ingestão voluntária na lactação é a condição corporal da fêmea ao parto (ROSSI et al., 2008b). A relação entre espessura de toucinho e ingestão de alimento é atribuída ao hormônio leptina (PRUNIER et al., 2001; MEJIA-GUADARRAMA et al., 2002) e sua interferência na regulação da insulina (EISSEN et al., 2000). A insulina e a leptina atuam na homeostase da gordura corporal em nível hipotalâmico.

O acúmulo de gordura devido ao excesso de alimento na gestação pode causar resistência à insulina, reduzindo o número e a afinidade dos receptores desse hormônio (MOSNIER et al., 2010). O reflexo dessa regulação é a queda na ingestão de alimento na lactação (EISSEN et al., 2000). Outro fator associado à resistência a insulina é o maior tempo destinado à absorção e utilização metabólica dos nutrientes ingeridos por porcas obesas (DOURMAD, 1991). Altas concentrações de lipídios no plasma sanguíneo, como os ácidos graxos não esterificados e baixas concentrações de aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina) podem estar envolvidos na limitação da ingestão e atuar no hipotálamo como

reguladores do apetite (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Além disso, na última semana de gestação, as concentrações pré-prandiais desses nutrientes são maiores em porcas gordas em relação à porcas magras (DE BRAGANCA & PRUNIER, 1999). Adicionalmente, a ingestão voluntária é inferior em porcas gordas em relação à magras durante a lactação (PERE et al., 2000).

Essa relação negativa entre o excesso de gordura e a ingestão de alimento é maior em primíparas que em porcas adultas (DOURMAD, 1991; DOURMAD et al., 1993; EISSEN et al., 2000). O consumo de ração em primíparas com ET >20mm reduziu 263 g/d de ração a cada aumento de 1 mm (DOURMAD, 1991) e 219 g/d de ração por mm de espessura de toucinho (KOKETSU et al., 1996b). Além disso, o consumo de ração reduziu em 95 g/d por mm ET na primeira semana de lactação e 63 g/d por mm ET no período total da lactação (DOURMAD, 1991).

Nesse estudo, a espessura de toucinho das fêmeas ao parto permaneceu dentro dos limites desejáveis de 18 a 20 mm propostos por DOURMAD et al. (1994) e YOUNG & AHERNE (2005). Além disso, o consumo de ração verificado nos grupos estudados foi próximo do estimado pelo InraPorc, respeitando o comportamento quadrático estabelecido pelo modelo observados na tabela 7. Nas fêmeas do programa alimentar da granja, foi verificado um comportamento linear na ingestão de alimento.

A ingestão voluntária na lactação pode ser estimulada pelas baixas reservas corporais, maior produção de leite, ordem de parição e conforto térmico (EISSEN et al., 2000; TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Porcas com ET inferior a 17 mm ao parto apresentam maior consumo de ração na lactação em relação a fêmeas com ET superior a 18 mm (YOUNG et al., 2004b). Além disso, porcas com reservas corporais limitadas (14 mm ao parto) regulam a ingestão de nutrientes para manter um condição mínima durante a lactação (DOURMAD et al., 2001).

Tabela 7 - Consumo de ração, ingestão de nutrientes e conversão alimentar de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Período,d                                 | OP 1                              |          | OP 2                              |          | OP ≥ 3                            |          |
|---|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
|   | Granja                            | InraPorc | Granja                            | InraPorc | Granja                            | InraPorc |
| <i>Consumo de ração, kg/d</i>             |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| 7   | 6,03                              | 6,09     | 6,24                              | 6,55     | 6,49                              | 7,27     |
| 14  | 7,18                              | 7,63     | 7,55                              | 8,14     | 7,86                              | 8,35     |
| 21  | 7,32                              | 7,90     | 8,13                              | 8,75     | 8,40                              | 8,88     |
| 28  | 8,13                              | 8,04     | 8,22                              | 8,76     | 8,24                              | 8,58     |
| Média                                     | 7,16                              | 7,42     | 7,50                              | 8,05     | 7,75                              | 8,27     |
| Total                                     | 200                               | 207      | 211                               | 225      | 217                               | 231      |
| epr                                       | 0,25                              |          | 0,11                              |          | 0,08                              |          |
| P   | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          |
| <i>Ingestão de nutrientes<sup>3</sup></i> |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| <i>Energia metabolizável, kcal/d</i>      |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| 7   | 17.704                            | 17.899   | 18.330                            | 19.253   | 19.057                            | 21.365   |
| 14  | 21.094                            | 22.409   | 22.174                            | 23.906   | 23.097                            | 24.518   |
| 21  | 21.519                            | 23.217   | 23.885                            | 25.719   | 24.662                            | 26.086   |
| 28  | 23.872                            | 23.620   | 24.134                            | 25.736   | 24.212                            | 25.206   |
| Média                                     | 21.047                            | 21.786   | 22.131                            | 23.654   | 22.757                            | 24.294   |
| epr                                       | 754                               |          | 319                               |          | 256                               |          |
| P   | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          |
| <i>Lisina total, g/d</i>                  |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| 7   | 54,3                              | 54,8     | 56,2                              | 59,0     | 58,4                              | 65,5     |
| 14  | 64,6                              | 68,7     | 67,9                              | 73,3     | 70,8                              | 75,1     |
| 21  | 65,9                              | 71,2     | 73,2                              | 78,8     | 75,6                              | 79,9     |
| 28  | 73,2                              | 72,4     | 73,9                              | 78,9     | 74,2                              | 77,2     |
| Média                                     | 65,4                              | 66,8     | 67,8                              | 72,5     | 69,8                              | 74,4     |
| epr                                       | 2,31                              |          | 0,98                              |          | 0,74                              |          |
| P   | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          |
| <i>Cálcio total, g/d</i>                  |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| 7   | 52,4                              | 53,0     | 54,3                              | 57,0     | 56,4                              | 63,3     |
| 14  | 62,5                              | 66,4     | 65,7                              | 70,8     | 68,4                              | 72,6     |
| 21  | 63,7                              | 68,8     | 70,7                              | 76,2     | 73,0                              | 77,3     |
| 28  | 70,7                              | 69,9     | 71,5                              | 76,2     | 71,7                              | 74,6     |
| Média                                     | 62,3                              | 64,5     | 65,6                              | 70,1     | 67,4                              | 72,0     |
| epr                                       | 2,23                              |          | 0,94                              |          | 0,78                              |          |
| P   | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          |
| <i>Fósforo disponível, g/d</i>            |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| 7   | 16,9                              | 17,1     | 17,5                              | 18,3     | 18,1                              | 20,3     |
| 14  | 20,1                              | 21,3     | 21,1                              | 22,8     | 22,0                              | 23,8     |
| 21  | 20,5                              | 22,1     | 22,7                              | 24,5     | 23,5                              | 24,8     |
| 28  | 22,7                              | 22,5     | 23,0                              | 24,5     | 23,0                              | 24,0     |
| Média                                     | 20,1                              | 20,8     | 21,1                              | 22,5     | 21,7                              | 23,2     |
| epr                                       | 0,72                              |          | 0,30                              |          | 0,25                              |          |
| P   | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          | T***; P***; TP*                   |          |
| <i>Conversão alimentar</i>                |                                   |          |                                   |          |                                   |          |
| Média                                     | 4,13                              | 3,53     | 4,04                              | 3,41     | 3,15                              | 3,36     |
| epr                                       | 1,70                              |          | 3,72                              |          | 2,98                              |          |
| P   | T <sup>ns</sup> ; P <sup>ns</sup> |          | T <sup>ns</sup> ; P <sup>ns</sup> |          | T <sup>ns</sup> ; P <sup>ns</sup> |          |

<sup>1</sup>erro padrão residual; <sup>2</sup>Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \*P ≤ 0,05, \*\*P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001(T, Tratamento; P, Período, TP, interação). <sup>3</sup>valores calculados com base em 2.936kcal EM/kg e 76,1%MS.

O incremento na ingestão de alimento está associado à produção de leite, com picos de produção entre os 21 e 23 dias (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Tanto a produção de leite como o tamanho da leitegada apresentam comportamento linear. Assim porcas com grandes leitegadas, produzem mais leite, tendo maior necessidade em utilizar a energia, podendo aumentar o consumo voluntário de alimento para atender a demanda (EISSEN et al., 2000). Entretanto, o consumo de ração ao longo da lactação apresenta comportamento quadrático quando as fêmeas possuem 14 leitões (YANG et al., 2009). De acordo com TROTTIER & JOHNSTON (2001), são recomendados 0,45 kg de ração para cada leitão lactente, com aumento na oferta de ração até o final da lactação.

A ordem de parição, assim como a idade e conseqüentemente, o maior peso vivo das porcas, estão associados à maior ingestão durante a lactação em relação às primíparas e fêmeas de segundo parto (DOURMAD, 1991; KOKETSU et al., 1996a). Entretanto, em porcas com ordem de parição crescente, o consumo de energia é superior em relação as necessidade de manutenção e de produção de leite (DOURMAD, 1991). Além disso, porcas pluríparas são menos propensas a falta de apetite do que primíparas (NRC, 1998). Porcas pluríparas pesadas possuem exigência de manutenção superior, sendo esperado um consumo maior de ração em relação às primíparas. As primíparas apresentam consumo limitado quando comparadas às suas exigências de manutenção, crescimento e produção de leite, sendo o consumo de ração 20% inferior ao das porcas adultas (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). Nesse estudo foi verificada uma relação inferior a 12% no consumo entre as categorias.

O nível nutricional da dieta pode interferir no consumo voluntário durante a lactação (EISSEN et al., 2000). Altos níveis de proteína durante a gestação estimulam o apetite, sendo essa resposta amplificada por dietas com alta proteína na lactação (KING et al., 2006). Tanto porcas gordas quanto magras aumentam o consumo de ração em resposta às dietas com alta proteína (KIM et al., 2009). Além disso, esse consumo é superior em fêmeas com menor espessura de toucinho na última semana de lactação (CLOWES et al., 2003a). O maior consumo de ração verificado nas primíparas com programa nutricional e alimentar do InraPorc pode estar associado ao maior aporte de proteína aplicado no terço final da gestação.

#### 4.2.2. Produção de leite

A produção de leite foi estimada com base no ganho médio diário do leitão, considerando um consumo médio de 4 g de leite para cada grama de ganho no peso (CLOSE & COLE, 2001). Esse valor é variável e depende do estágio da lactação, sendo verificado entre 3,5 e 3,7 nos primeiros 14 dias e 4,5 entre os 21 e 28 dias de lactação (NOBLET & ETIENNE, 1989). Os valores estimados de produção de leite e de nutrientes exportados pelo leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc estão apresentados na tabela 8. Houve efeito significativo do período de lactação ( $P < 0,01$ ), indicando que o pico de produção ocorreu próximo dos 21 dias de lactação (Figura 5).

A capacidade em produzir altas quantidades de leite pode estar associada a variabilidade individual entre porcas que diferem em estado e regulação metabólica durante a lactação (VALROS et al., 2003). Estudos recentes indicam que o pico de lactação está entre os 15 e 18 dias e, que as fêmeas modernas podem produzir de 10 a 12 kg leite/dia (WHITTEMORE & KYRIAZAKIS, 2006). A produção de leite é suficiente para atender um crescimento de 40 a 50 kg de ganho de peso da leitegada em três semanas, equivalente a 20-25% do peso corporal da porca (NOBLET & ETIENNE, 1989; CLOWES et al., 1998; CLOWES et al., 2003a). No entanto, quando a ingestão de nutrientes é limitada, a mobilização proteica pode atingir o nível fisiológico extremo devido a alta taxa de proteína corporal exportada para o leite. Nessas condições, a fêmea diminui progressivamente a produção de leite (CLOWES et al., 2003a).

Em fêmeas OP2 alimentadas com programa ajustado pelo modelo, a produção de leite foi, em média, 9% superior ( $P < 0,05$ ) em relação às porcas do mesmo grupo alimentadas com o programa convencional. Um conjunto de fatores pode ter contribuído para a maior produção de leite e de nutrientes exportados. Nesse aspecto é importante associar a condição corporal das fêmeas, o maior consumo de ração durante a lactação e o maior peso dos leitões ao nascer.

Existe uma relação positiva entre o peso do leitão ao nascimento e a capacidade de estimulação da glândula mamária (KIM et al., 2001; VALROS et al., 2003). O estímulo da mamada e a remoção do leite promovem o desenvolvimento, induzindo à hiperplasia e hipertrofia do tecido mamário (NIELSEN et al., 2001;

MCNAMARA & PETTIGREW, 2002a). Assim, durante a lactação, a quantidade produzida de leite tende a aumentar a medida que o leitão cresce, pressionando as glândulas mamárias e estimulando a secreção láctea.

Entretanto, o estresse térmico pode comprometer a produção de leite devido a redução na ingestão voluntária (RENAUDEAU & NOBLET, 2001). Além disso, na regulação térmica, entre os mecanismos utilizados para liberação do calor, o animal aumenta o fluxo sanguíneo na pele em detrimento da glândula mamária e de outros órgãos (PRUNIER et al., 1997). Assim, os nutrientes são desviados da glândula mamária para outras rotas metabólicas. É provável que picos de calor verificados durante o experimento possam ter reduzido a produção de leite das porcas, implicando em menores ganhos de peso nos leitões.

Tabela 8 - Produção de leite e conteúdo de energia e nitrogênio exportados no leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Semana                           | OP 1                                   |          | OP 2                      |          | OP ≥ 3                                  |          |
|----------------------------------|--|----------|---------------------------|----------|---|----------|
|                                  | Granja                                 | InraPorc | Granja                    | InraPorc | Granja                                  | InraPorc |
| <i>Produção de leite, kg/d</i>   |  |          |                           |          |   |          |
| 1                                | 5,59                                   | 6,91     | 9,22                      | 8,12     | 8,34                                    | 8,15     |
| 2                                | 7,99                                   | 9,18     | 8,35                      | 11,0     | 10,6                                    | 10,1     |
| 3                                | 8,85                                   | 9,48     | 9,47                      | 11,0     | 11,0                                    | 11,0     |
| 4                                | 9,20                                   | 9,60     | 10,6                      | 11,2     | 10,7                                    | 10,2     |
| epr                              | 2,26                                   |          | 2,67                      |          | 2,39                                    |          |
| P                                | T <sup>ns</sup> , P*, TP <sup>ns</sup> |          | T*, P**, TP <sup>ns</sup> |          | T <sup>ns</sup> , P**, TP <sup>ns</sup> |          |
| <i>Energia exportada, Mcal/d</i> |  |          |                           |          |   |          |
| 1                                | 7,21                                   | 7,69     | 8,52                      | 9,26     | 9,45                                    | 8,87     |
| 2                                | 9,14                                   | 9,75     | 10,80                     | 11,74    | 11,98                                   | 11,25    |
| 3                                | 9,42                                   | 10,04    | 11,12                     | 12,09    | 12,34                                   | 11,59    |
| 4                                | 8,75                                   | 9,93     | 10,34                     | 11,23    | 11,47                                   | 10,77    |
| epr                              | 2,65                                   |          | 2,40                      |          | 2,15                                    |          |
| P                                | T <sup>ns</sup> , P*, TP <sup>ns</sup> |          | T*, P*, TP <sup>ns</sup>  |          | T <sup>ns</sup> , P**, TP <sup>ns</sup> |          |
| <i>Nitrogênio exportado, g/d</i> |  |          |                           |          |   |          |
| 1                                | 47,2                                   | 48,8     | 53,8                      | 57,8     | 58,7                                    | 55,1     |
| 2                                | 59,9                                   | 61,9     | 68,2                      | 73,3     | 74,5                                    | 70,1     |
| 3                                | 61,7                                   | 63,7     | 70,2                      | 75,5     | 76,7                                    | 72,1     |
| 4                                | 57,3                                   | 62,6     | 65,3                      | 70,1     | 71,3                                    | 67,0     |
| epr                              | 14,6                                   |          | 12,9                      |          | 11,6                                    |          |
| P                                | T <sup>ns</sup> , P*, TP <sup>ns</sup> |          | T*, P*                    |          | T <sup>ns</sup> , P**, TP <sup>ns</sup> |          |

<sup>1</sup>erro padrão residual; <sup>2</sup> Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \* P ≤ 0,05, \*\* P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001 (T, Tratamento; P, Período, TP, interação).

A utilização de energia e nitrogênio exportados no leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar convencional ou ajustado pelo InraPorc está apresentada na figura 5. A composição do leite pode ser alterada pela dieta da porca, entretanto, essa resposta é dependente da condição corporal da fêmea, do estágio de produção e da adaptação do animal ao alimento. Dietas suplementadas com gordura, no terço final da gestação e durante a lactação, aumentam a concentração de colostro e gordura no leite (LAWS et al., 2009). Contudo, a queda na ingestão de alimento pela fêmea pode aumentar o teor de gordura e reduzir o nível de lactose no leite. Essa adaptação metabólica está associada com a economia da glicose plasmática da fêmea para atender suas necessidades (CLOWES et al., 1998).

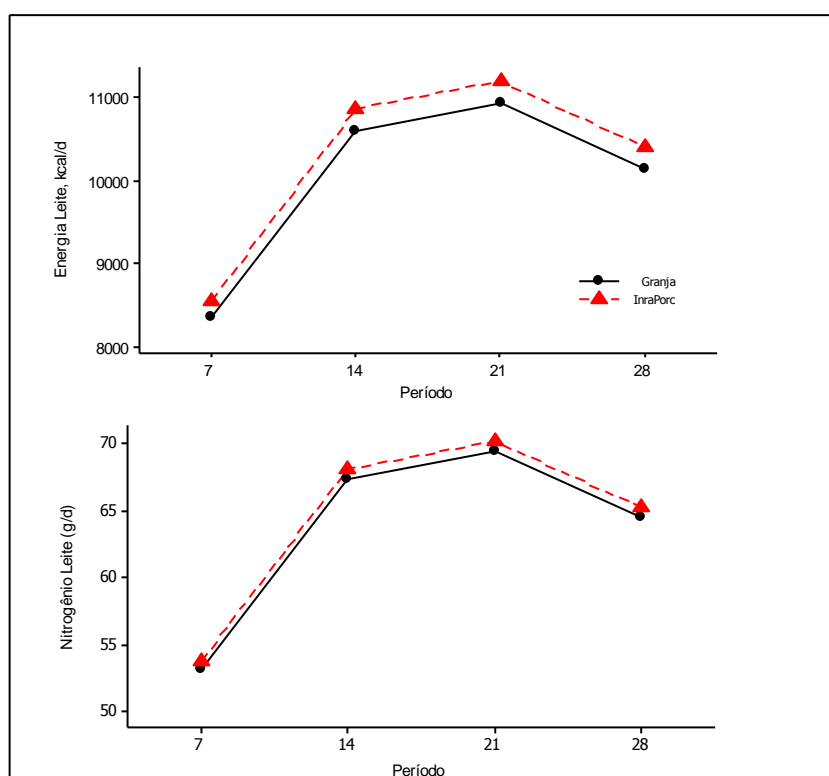


Figura 5 - Utilização de energia e nitrogênio exportados no leite de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

Os níveis de proteína, gordura e o conteúdo energético são elevados no início da lactação e reduzem linearmente até o desmame, indicados por uma relação



inversa com o período de lactação (ÉTIENNE et al., 2000). Além disso, a composição do leite pode ser influenciada pela condição corporal da fêmea, principalmente no início da lactação. Entretanto, em primíparas as reservas energéticas são adequadas e não comprometem a produção de leite (ÉTIENNE et al., 2000).

Outro fator a ser considerado é a composição da dieta na lactação. Em genótipos modernos, a alimentação com dietas contendo altos teores de proteína bruta (>19%) aumentam o teor de gordura no leite. Essa melhora ocorre devido a maior utilização dos nutrientes da dieta, principalmente a fração energética, o que pode minimizar a utilização das reservas lipídicas para a produção de leite (SINCLAIR et al., 2001). Porém, quando a ingestão de alimento é insuficiente, a fêmea passa a utilizar as reservas corporais para atender a demanda de leite. Esse mecanismo, é de uso preferencial da glândula mamária, onde lipídios e ácidos graxos mobilizados são incorporados diretamente na gordura do leite (DOURMAD et al., 2000). No entanto, quando as reservas corporais são limitadas, a porca diminui a produção de leite e conseqüentemente, altera sua composição. Nessa condição, o leite apresenta maior conteúdo de matéria seca, gordura e energia (NOBLET & ETIENNE, 1986).

#### 4.2.3. Desempenho das leitegadas

O peso ao nascer dos leitões de porcas OP1 e OP $\geq$ 3 não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 9). O número de leitões nascidos totais e de nascidos vivos foi 43% ( $P<0,01$ ) e 40% superior ( $P<0,05$ ) em porcas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc em relação ao mesmo grupo alimentado com programa alimentar da Granja. Porém, o coeficiente de variação observado intra leitegadas foi superior ( $P<0,05$ ) nessas porcas (18,2 vs. 15,7%).

O peso médio dos leitões ao nascer foi superior nos grupos alimentados com programa ajustado pelo InraPorc (média dos grupos: 1,313 vs. 1,273 kg). Entretanto, os pesos obtidos com o aporte alimentar ainda são baixos quando contrastados com resultados de trabalhos anteriores. O incremento de 0,5 kg no consumo de ração de

porcas gestantes entre os 45 a 85 dias propiciou um peso médio ao nascer dos leitões de 1,510kg (CERISUELO et al., 2009). Da mesma forma, em porcas primíparas e de segunda parição, suplementadas com incremento de 50% no consumo de ração no terço final da gestação, o peso médio inicial das leitegadas foi superior em relação ao grupo não suplementado (CERISUELO et al., 2008). Alguns autores consideram que o efeito do aporte energético sobre o peso ao nascer pode ter efeito curvilíneo em primíparas e linear em múltiparas (POMAR et al., 1991; DOURMAD & ETIENNE, 2002). No entanto, as respostas do aumento na quantidade de ração fornecida e os efeitos sobre o peso ao nascer são contraditórios. De acordo com CLOSE & COLE (2001), há um acréscimo de 8 g no peso de cada leitão com o aumento de 239 kcal ED ingerida ao dia. Porém, este acréscimo não é observado quando o peso ao nascer do leitão for acima de 1,5 kg e a ingestão de energia for superior a 7.500 kcal ED/dia (KING et al., 2006).

Tabela 9 - Peso ao nascer e análise descritiva das leitegadas de porcas alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Leitões                         | OP 1   |                     | OP 2   |                     | OP ≥ 3 |                     |
|---------------------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|
|                                 | Granja | InraPorc            | Granja | InraPorc            | Granja | InraPorc            |
| Peso ao nascer, kg <sup>1</sup> | 1,17   | 1,22 <sup>ns</sup>  | 1,37   | 1,28 <sup>ns</sup>  | 1,28   | 1,41 <sup>ns</sup>  |
| Totais <sup>2</sup> , n         | 15,07  | 14,33 <sup>ns</sup> | 11,41  | 16,31 <sup>**</sup> | 15,96  | 15,76 <sup>ns</sup> |
| Vivos                           | 14,07  | 12,93 <sup>ns</sup> | 10,08  | 14,15 <sup>*</sup>  | 14,16  | 13,09 <sup>ns</sup> |
| Natimortos                      | 1,00   | 1,40 <sup>ns</sup>  | 1,33   | 2,16 <sup>ns</sup>  | 1,80   | 2,67 <sup>ns</sup>  |
| Mumificados                     | 2,00   | 1,00 <sup>ns</sup>  | 1,40   | 1,30 <sup>ns</sup>  | 2,33   | 1,66 <sup>ns</sup>  |
| Total nascidos                  | 183    | 181                 | 131    | 184                 | 170    | 160                 |
| CV, % <sup>1</sup>              | 18,4   | 19,2 <sup>ns</sup>  | 15,7   | 18,2 <sup>**</sup>  | 20,0   | 21,7 <sup>ns</sup>  |
| Peso < 0,90kg, %                | 17,1   | 11,0 <sup>**</sup>  | 4,6    | 7,9 <sup>*</sup>    | 10,0   | 12,0 <sup>ns</sup>  |
| Peso > 1,25kg, %                | 36,2   | 52,5 <sup>*</sup>   | 79,2   | 60,4 <sup>*</sup>   | 53,2   | 57,8 <sup>ns</sup>  |
| Mortalidade, % <sup>3</sup>     | 16     | 13 <sup>*</sup>     | 18     | 15 <sup>*</sup>     | 16     | 15 <sup>ns</sup>    |

<sup>1</sup> Médias ajustadas LSMEANS (número de nascidos totais utilizado como covariável); <sup>2</sup> Nascidos vivos e natimortos; <sup>3</sup> Considera fracos, sacrificados, esmagamento e causa desconhecida. Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \* P ≤ 0,05, \*\* P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001.

Nesse estudo, para o ajuste nutricional durante o terço final da gestação, foi considerado no modelo o nascimento de 13 leitões nascidos totais (nativos e

natimortos) com um peso médio ao nascer estimado em 1,350 kg. É provável que o peso inicial de leitões nascidos de primíparas e fêmeas OP2 foi inferior ao estimado devido ao maior número de leitões nascidos totais com 14,3 e 16,3 leitões, respectivamente. Mesmo assim, considerando o incremento de 1,3 e 3,3 leitões por leitegada, o modelo permitiu um ganho de peso superior em relação às fêmeas alimentadas com programa alimentar convencional. De modo geral, o menor peso observado no presente trabalho pode ser justificado, em parte, pelo tamanho das leitegadas nos diferentes grupos estudados, com alto número de nascidos vivos somado aos natimortos (>14,33). O tamanho da leitegada está associado negativamente com o peso ao nascer (QUINIOU et al., 2002; TOWN et al., 2004).

Existe uma correlação negativa entre o número de leitões nascidos com o peso destes (TOWN et al., 2004), sendo limitada pela capacidade uterina e sua disponibilidade em nutrir adequadamente 15 fetos com peso máximo entre 1,6 – 2,0 kg (FOXCROFT, 2008). Quando o tamanho da leitegada aumenta de 11 para 16 leitões, o peso ao nascer diminui, em média 35 g por leitão a mais nascido (QUINIOU et al., 2002). Além disso, outro fator que pode culminar em leitões mais leves ao parto está associado à menor deposição de gordura corporal das fêmeas, que sofrem um maior desgaste durante a lactação (CLOWES et al., 2003a). O catabolismo lactacional poderá comprometer o desempenho reprodutivo subsequente inclusive o bom desenvolvimento fetal (PENZ JR. et al., 2009).

Um efeito marcante de leitegadas numerosas é o alto índice de variação no peso ao nascimento dentro da própria leitegada (QUINIOU et al., 2002). O coeficiente de variação (CV) de peso ao nascer dentro da leitegada oscila entre 18 a 25% (LEENHOUWERS et al., 2001). Em nosso estudo, o coeficiente de variação no peso ao nascer das leitegadas foi inferior ( $P < 0,05$ ) entre fêmeas OP2 alimentadas com programa alimentar convencional em relação ao ajustado (15,7 vs. 18,2%). A variação média intra leitegadas foi de 18,0% em fêmeas do programa alimentar convencional e de 19,7% do programa alimentar ajustado pelo InraPorc. Existe correlação positiva (0,500;  $P = 0,01$ ) entre o CV e o número de leitões nascidos totais e correlação negativa (-0,408;  $P = 0,04$ ) entre o CV e o peso do leitão ao nascer.

Os maiores índices de variação são obtidos em porcas adultas sendo verificada correlação positiva (0,354;  $P = 0,02$ ) entre a ordem de parto e o CV do peso ao nascer intra leitegada. Os resultados corroboram com TOWN et al. (2004) de que a dinâmica intra uterina tende a tornar mais variável as leitegadas conforme avança

a idade de parição das fêmeas. Essa variabilidade intra leitegada segue ao longo do crescimento dos leitões sendo influenciada pela posição das glândulas mamárias. Em porcas adultas, a taxa de crescimento é superior em leitões que mamam nas glândulas peitorais, intermediário nas glândulas do meio e inferior nas glândulas inguinais (NIELSEN et al., 2001). No entanto, essa diferença na taxa de crescimento intra leitegada pode não ocorrer em primíparas (LEENHOUWERS et al., 2001).

A intensa seleção de fêmeas voltadas para a produção de leitegadas maiores levou, conseqüentemente, à ocorrência de um aumento na variação de peso dos leitões (QUINIOU et al., 2002; PANZARDI et al., 2009). Esta variação está associada com a diminuição do espaço uterino para o desenvolvimento de todos os fetos (TOWN et al., 2004). Em nosso trabalho foi identificado maior percentual de leitões com baixa viabilidade (Peso <0,90 kg) em primíparas alimentadas com programa alimentar convencional (17 vs. 11%) e porcas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado (7,9 vs. 4,6%).

O peso e o ganho médio diário de leitegadas de porcas em lactação alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc são apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Peso vivo e ganho médio diário de leitegadas de porcas em lactação alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Semana                               | OP 1          |          | OP 2            |          | OP ≥ 3                                   |          |
|--------------------------------------|---------------|----------|-----------------|----------|--|----------|
|                                      | Granja        | InraPorc | Granja          | InraPorc | Granja                                   | InraPorc |
| <i>Peso vivo, kg</i>                 |               |          |                 |          |  |          |
| PI                                   | 1,17          | 1,25     | 1,43            | 1,40     | 1,30                                     | 1,41     |
| 1                                    | 1,92          | 2,18     | 2,20            | 2,46     | 2,58                                     | 2,51     |
| 2                                    | 2,98          | 3,52     | 3,44            | 4,01     | 4,09                                     | 4,07     |
| 3                                    | 4,29          | 5,01     | 4,87            | 5,58     | 5,67                                     | 5,69     |
| 4                                    | 5,69          | 6,50     | 6,45            | 7,04     | 7,33                                     | 7,23     |
| Média                                | 3,21          | 3,69     | 3,67            | 4,09     | 4,19                                     | 4,18     |
| epr <sup>1</sup>                     | 0,64          |          | 0,57            |          | 0,75                                     |          |
| P <sup>2</sup>                       | T***; P*; TP* |          | T***; P***; TP* |          | T <sup>ns</sup> ; P**; TP*               |          |
| <i>Ganho de peso leitegada, kg/d</i> |               |          |                 |          |  |          |
| 1                                    | 1,40          | 1,72     | 2,03            | 2,30     | 2,08                                     | 2,04     |
| 2                                    | 1,90          | 2,29     | 2,09            | 2,36     | 2,64                                     | 2,53     |
| 3                                    | 2,21          | 2,37     | 2,37            | 2,76     | 2,75                                     | 2,75     |
| 4                                    | 2,30          | 2,39     | 2,66            | 2,62     | 2,67                                     | 2,53     |
| Média                                | 1,92          | 2,20     | 2,28            | 2,51     | 2,53                                     | 2,45     |
| epr                                  | 0,62          |          | 0,69            |          | 0,61                                     |          |
| P                                    | T*; P*; TP*   |          | T*; P*; TP*     |          | T <sup>ns</sup> ; P**; TP <sup>ns</sup>  |          |
| <i>Ganho de peso leitão, kg/d</i>    |               |          |                 |          |  |          |
| 1                                    | 0,129         | 0,142    | 0,122           | 0,170    | 0,181                                    | 0,154    |
| 2                                    | 0,152         | 0,191    | 0,177           | 0,220    | 0,214                                    | 0,222    |
| 3                                    | 0,186         | 0,213    | 0,204           | 0,224    | 0,226                                    | 0,231    |
| 4                                    | 0,201         | 0,213    | 0,210           | 0,226    | 0,236                                    | 0,220    |
| Média                                | 0,160         | 0,181    | 0,176           | 0,196    | 0,205                                    | 0,197    |
| epr                                  | 0,04          |          | 0,03            |          | 0,04                                     |          |
| P                                    | T***; P*; TP* |          | T***; P*; TP*   |          | T <sup>ns</sup> ; P***; TP <sup>ns</sup> |          |

PI, peso inicial utilizado como covariável; <sup>1</sup> erro padrão residual; <sup>2</sup> Nível de significância indicado por <sup>ns</sup> P > 0,05, \*P ≤ 0,05, \*\*P ≤ 0,01 e \*\*\* P ≤ 0,001 (T, Tratamento; P, Período; TP, interação).

Leitões nascidos de primíparas e porcas OP2 alimentadas com programa nutricional e alimentar ajustado pelo modelo apresentaram maior peso ao desmame (P<0,01), ganho de peso de leitegada (P<0,05), além do ganho médio diário individual (P<0,01) durante a lactação. O desempenho dos leitões ao desmame está positivamente relacionado à quantidade de leite ingerido durante a fase de aleitamento (VALROS et al., 2003) e de alimento sólido até o desmame (QUINIOU et al., 2002).

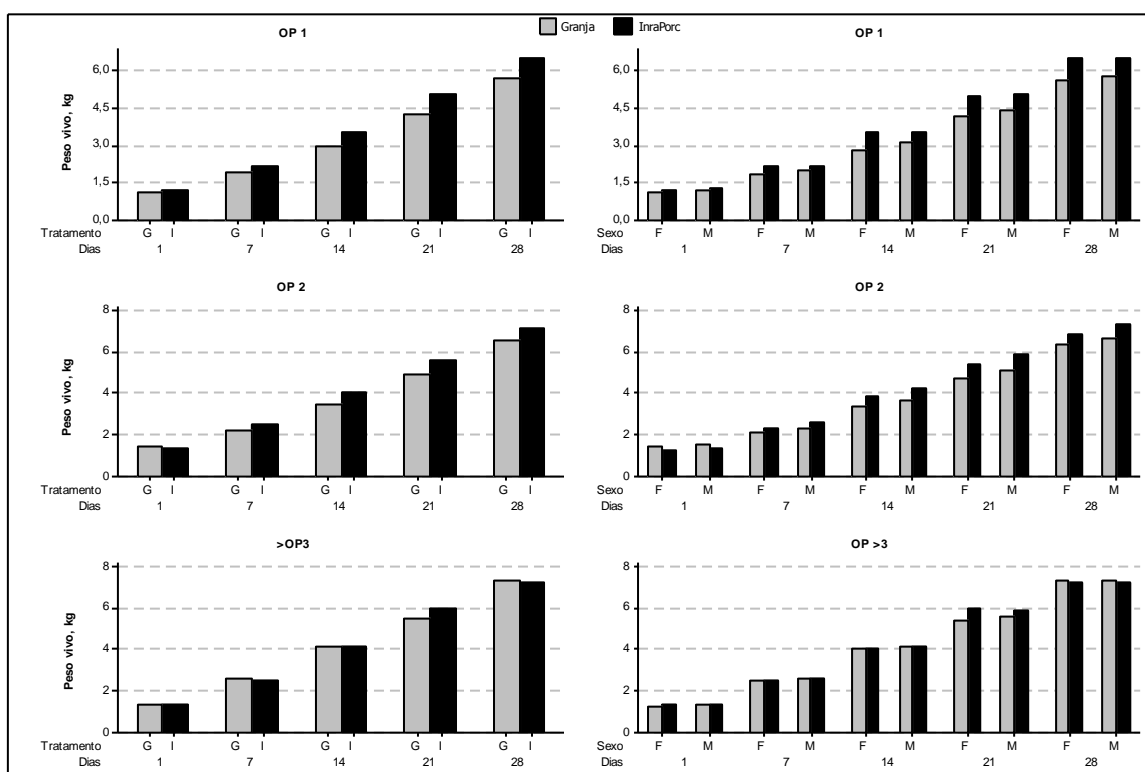


Figura 6 - Peso vivo de leitões machos (M) e fêmeas (F) de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja (G) ou ajustado pelo InraPorc (I)

O peso ao desmame foi 14 e 9% superior em leitões de primíparas e porcas de segundo parto alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc (Figura 6). Durante a lactação, o ganho de peso individual da leitegada foi 13% superior ( $P < 0,01$ ) em leitões de primíparas alimentadas com programa alimentar ajustado em relação aos leitões de primíparas alimentadas com programa alimentar convencional. Entretanto, o ganho de peso apresentou comportamento quadrático aos 28 dias de lactação. Esse comportamento está associado com a trajetória da curva de lactação das fêmeas.

O ganho médio diário dos leitões pode ser influenciado pela condição corporal das porcas (SINCLAIR et al., 2001). Em primíparas com 20 mm de ET ao parto, o GMD dos leitões foi superior em relação a leitões de primíparas com 12 mm de ET alimentadas com fornecimento restrito (195 g/d vs. 160 g/d). Isso sugere que a

partição de nutrientes prioriza a manutenção de tecidos em detrimento da produção de leite (SINCLAIR et al., 2001).

#### 4.2.4. Mobilização de reservas corporais

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na espessura de toucinho para fêmeas primíparas e de segundo parto nos dois programas nutricionais avaliados durante a lactação (Tabela 11). A espessura de toucinho durante a lactação diferiu ( $P < 0,05$ ) nas primíparas e fêmeas  $OP \geq 3$  alimentadas com programa InraPorc que, apresentaram menor mobilização de reservas corporais durante a fase. A perda de espessura de toucinho foi menor nas primíparas e porcas  $OP \geq 3$  alimentadas com programa ajustados pelo InraPorc. Entretanto, as porcas  $OP 2$  alimentadas com programa InraPorc apresentaram numericamente maior perda de espessura de toucinho.

Tabela 11 - Espessura de toucinho (ET, mm) de porcas na lactação e intervalo desmame cobertura (IDC) alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Lactação, d      | OP 1                     |          | OP 2   |          | OP $\geq 3$  |          |
|------------------|--------------------------|----------|--|----------|--------------|----------|
|                  | Granja                   | InraPorc | Granja   | InraPorc | Granja       | InraPorc |
| 1                | 16,5                     | 17,8     | 13,4   | 14,0     | 14,9         | 18,0     |
| 7                | 16,5                     | 16,8     | 13,2   | 13,4     | 15,1         | 17,2     |
| 14               | 16,3                     | 17,0     | 12,8   | 12,4     | 14,8         | 17,4     |
| 21               | 14,4                     | 16,4     | 12,4   | 12,0     | 13,8         | 16,9     |
| 28               | 13,3                     | 15,6     | 12,0   | 11,6     | 13,1         | 17,0     |
| epr <sup>1</sup> | 2,6                      |          | 3,5  |          | 5,2          |          |
| P <sup>2</sup>   | T*; P*; TP <sup>ns</sup> |          | T <sup>ns</sup> ; P <sup>ns</sup> ; TP <sup>ns</sup> |          | T**; P*; TP* |          |
| Perda ET, mm     | -3,2                     | -2,2     | -1,4   | -2,4     | -1,9         | -1,0     |
| IDC              |                          |          |  |          |              |          |
| Antes            | 14,6                     | 13,8     | 12,6   | 12,2     | 13,8         | 13,9     |
| Depois           | 13,4                     | 14,7     | 12,5   | 11,5     | 13,5         | 16,0     |
| Variação, %      | -7,7                     | 8,0      | 1,7  | -1,4     | -1,2         | 16,3     |

<sup>1</sup>erro padrão residual; <sup>2</sup> Nível de significância indicado por <sup>ns</sup>  $P > 0,05$ , \*  $P \leq 0,05$ , \*\*  $P \leq 0,01$  e \*\*\*  $P \leq 0,001$  (T, Tratamento; P, Período; TP, interação).

O peso ao desmame diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as primíparas avaliadas nos dois programas alimentares durante a lactação (Tabela 12). O peso ao desmame foi 6,4% maior nas primíparas com dietas ajustadas pelo InraPorc. O peso perdido durante a lactação para os grupos OP2 e OP $\geq$ 3 não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os programas alimentar convencional e ajustado pelo InraPorc. Entretanto, a variação do peso na lactação em função do peso vivo ( $\Delta L$ , %PV) foi, numericamente, maior em porcas OP2 e OP $\geq$ 3 alimentadas com programa ajustados pelo InraPorc. Esses valores corroboram com a maior mobilização de reservas corporais representadas pela menor ET em porcas OP2 na tabela 11.

Tabela 12 - Peso ao desmame e perda de peso de porcas lactantes alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

| Peso vivo, kg                 | OP 1   |          | OP 2   |          | OP $\geq$ 3 |          |
|-------------------------------|--------|----------|--------|----------|-------------|----------|
|                               | Granja | InraPorc | Granja | InraPorc | Granja      | InraPorc |
| Desmame                       | 160,9  | 173,4    | 186,0  | 187,1    | 225,2       | 237,5    |
| epr <sup>2</sup>              |        | 14,2     |        | 17,6     |             | 16,2     |
| P <sup>3</sup>                |        | *        |        | ns       |             | ns       |
| Perda                         | 7,4    | 5,9      | 6,3    | 9,2      | 4,3         | 9,9      |
| epr                           |        | 9,1      |        | 14,4     |             | 19,8     |
| P                             |        | *        |        | ns       |             | ns       |
| $\Delta L$ , %PV <sup>4</sup> | -4,3   | -3,3     | -3,2   | -4,4     | -2,3        | -3,9     |

<sup>1</sup>médias ajustadas LSMEANS (peso de cobertura utilizado como covariável); <sup>2</sup>erro padrão residual; <sup>3</sup>Nível de significância indicado por <sup>ns</sup>  $P > 0,05$ , \*  $P \leq 0,05$ , \*\*  $P \leq 0,01$  e \*\*\*  $P \leq 0,001$ ; <sup>4</sup>variação de peso na lactação em função do peso pós parição

O ajuste do programa nutricional e alimentar pelo modelo aumentou o ganho materno em proteína e lipídios durante a gestação e diminuiu a mobilização das reservas corporais durante a lactação em primíparas. As primíparas modernas produzem mais leite em relação aos genótipos anteriores e apresentam pior apetite. A associação desses fatores aumenta a taxa de mobilização das reservas corporais, com acentuado catabolismo proteico, quando os níveis de proteína bruta na dieta são limitados (GILL, 2006; SCHENKEL et al., 2010). Nessa categoria, um acúmulo adequado de reservas corporais ao parto, pode proteger a fêmea durante a lactação, atenuando o catabolismo proteico (CLOWES et al., 2005). Primíparas com maior espessura de toucinho ao parto apresentam maior número de leitões nascidos na segunda parição em relação à fêmeas que sofreram acentuada perda de peso ou



catabolismo proteico (SCHENKEL et al., 2010). Isso indica que a condição corporal ao parto é essencial na regulação da ingestão de alimento e produção de leite, sem comprometer no desempenho reprodutivo subsequente (WENTZ et al., 2010).

Um conjunto de fatores pode explicar a menor mobilização de reservas corporais verificadas nas primíparas que receberam o programa nutricional e alimentar ajustado pelo InraPorc. O maior aporte de proteína bruta no final da gestação associado ao acúmulo adequado de toucinho até o parto não influenciaram na ingestão voluntária durante a lactação. Além disso, a ingestão de alimento não é alterada quando o ganho materno está associado à maior deposição muscular (SINCLAIR et al., 2001; GILL, 2006). Resultados semelhantes foram obtidos por YOUNG et al. (2004b) que comparou três programas alimentares baseados no escore visual, ET de 19 mm ao parto e de ET a parto associada ao ganho materno baseadas nos cálculos de NOBLET & ETIENNE (1987) e DOURMAD et al. (1996).

De maneira geral, as porcas OP2 apresentaram as menores espessuras de toucinho ao parto. Entretanto, essas fêmeas apresentaram as menores variações na mobilização das reservas corporais. Esse fenômeno pode ser explicado pela resistência à mobilização de gordura, com detrimento no catabolismo proteico. Em condições de baixas reservas lipídicas (máximo de 10 mm ET), o organismo passa a resistir ao esgotamento de suas reservas (CLOWES et al., 2003a).

Na mobilização das reservas corporais, o maior catabolismo de nutrientes de fêmeas OP2 alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc, pode estar associado à produção de leite e ao ganho de peso das leitegadas. A demanda por leite aumenta continuamente com o crescimento da leitegada, mesmo após o consumo de ração atingir o nível máximo e a taxa de mobilização aumenta com o progresso da lactação (CLOWES et al., 2003a; CLOWES et al., 2003b).

As fêmeas  $OP \geq 3$  alimentadas com o programa ajustado pelo modelo apresentaram as maiores perdas de peso sendo estas associadas com a mobilização de proteínas (Figura 7). Ao desmame, as porcas apresentaram 17 mm de ET, o que indica baixa mobilização de reservas corporais durante a lactação. Nesse sentido, as equações utilizadas para decompor a composição das reservas corporais, associam a maior espessura de toucinho com um maior acúmulo de lipídios e a perda de peso com a mobilização proteica (DOURMAD et al., 1997). É provável que a ingestão de nutrientes tenha suprido a maior parte das exigências para produção de leite e manutenção, diminuindo a mobilização de reservas corporais. Nesse estudo, a perda de peso verificada nos grupos estudados oscilou de 2 a 4,9%, sendo verificada a maior mobilização em porcas  $OP \geq 3$  alimentadas com o programa InraPorc. Adicionalmente, perdas de 9 a 12% da massa proteica durante a lactação não alteram o crescimento da leitegada e a função ovariana (CLOWES et al., 2003b). Porém, o teor de proteína no leite e o crescimento dos leitões é comprometido quando a mobilização for superior a esse percentual (SINCLAIR et al., 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por SCHENKEL et al. (2010) que indicam que perdas de massa proteica acima de 10% reduzem o número de leitões nascidos no parto seguinte.

As maiores perdas de tecido adiposo durante a lactação estão associadas com a queda no desempenho na lactação e no ciclo subsequente. Entretanto, na mobilização das reservas corporais, é difícil de isolar os efeitos do catabolismo proteico sobre o desempenho animal (SINCLAIR et al., 2001; YANG et al., 2009). O grau de mobilização durante a lactação é afetado pelo conteúdo de proteína e energia da dieta, composição corporal da fêmea e pela necessidade metabólica imposta pela lactação. Em porcas alimentadas com dietas lactação padrão, a composição corporal do peso perdido é de 30% de gordura e 13% de proteína (NRC, 1998).

A espessura de toucinho mensurada entre o início e final de experimento apresentou variação positiva de 8% em fêmeas primíparas e de 16% em fêmeas adultas ( $OP \geq 3$ ) alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc. Na figura 8 são apresentados os percentuais de fêmeas divididas entre as faixas de 13 a 21 mm, inferior a 12 mm e superior a 21 mm durante o ciclo produtivo estudado.

Nas primíparas utilizadas para o ajuste nutricional cerca de 93% atingiram níveis adequados (17 a 18 mm) ao parto. Em relação à cobertura, somente cerca de 75% dessas fêmeas apresentavam entre 13 e 21 mm de espessura de toucinho, o que indica um incremento de 18% na população de fêmeas. Ao desmame, cerca de 97% das primíparas que receberam o programa alimentar ajustado apresentaram a condição corporal adequada (de 13 a 21 mm). Em fêmeas OP2, cerca de 60% apresentavam ET inferior a 12 mm na cobertura, indicando a presença de catabolismo acentuado durante a lactação anterior ao experimento. Após a aplicação do ajuste nutricional pelo InraPorc, houve um acréscimo de 15% nas fêmeas com condição corporal entre 13 e 21 mm ao parto. Entretanto, ao desmame o mesmo grupo de fêmeas apresentou a maior população (78%) com ET inferior a 12 mm.

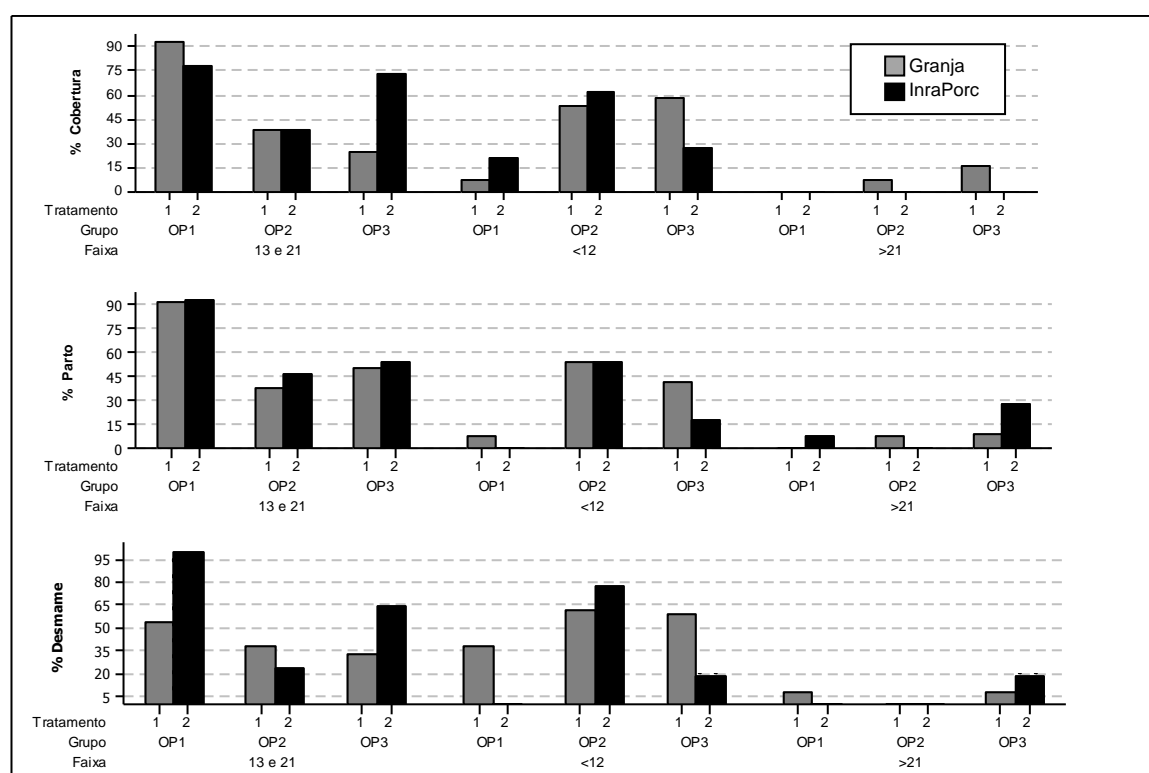


Figura 7 - Distribuição (%) de porcas com ET >12 mm, entre 13 e 21 mm e >21 mm alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc durante diferentes estágios do ciclo produtivo

### 4.3. Intervalo desmame-cobertura

O intervalo entre o desmame e cobertura (IDC) de fêmeas OP $\geq$ 3 alimentadas com programa alimentar da granja foi 20% superior ( $P=0,01$ ) em relação às fêmeas alimentadas com programa alimentar ajustado pelo InraPorc (Figura 9). Entretanto, numericamente, o IDC foi superior nos três grupos alimentados com o programa alimentar da granja, com diferença de 0,3 dias em primíparas (5,6 vs. 5,3 d), 0,7 dias em porcas OP2 (5,8 vs. 5,1 d) e 0,9 dias em porcas OP $\geq$ 3 (5,4 vs. 4,5 d). Os maiores intervalos verificados em porcas alimentadas com programa alimentar da granja podem estar associados ao menor consumo de ração e maior mobilização de reservas corporais durante a lactação. Além disso, a condição corporal das fêmeas verificada pela baixa ET no início da lactação pode influenciar no desempenho reprodutivo.

A nutrição durante a lactação interfere diretamente no estímulo e liberação dos hormônios reprodutivos (PENZ JR. et al., 2009). O crescimento folicular e o retorno ao estro são regulados pelo hormônio luteinizante (LH) em nível hipotalâmico. Assim, alterações no comportamento ingestivo ou desequilíbrio nutricional podem limitar a secreção de LH, com atrasos no crescimento folicular e início do estro (KOKETSU & DIAL, 1997b). A nutrição e as mudanças no estado metabólico da fêmea influenciam no eixo reprodutivo através de um conjunto de hormônios metabólicos como insulina, IGF-I, hormônio do crescimento (GH) e leptina (PRUNIER et al., 2001). Entretanto, isoladamente, esses hormônios não alteram o desempenho reprodutivo (PENZ JR. et al., 2009). Assim, é possível que as estratégias nutricionais repercutam na reprodução através do *status* metabólico do animal, o qual compreende a associação de fatores como amamentação, ingestão de nutrientes e mobilização das reservas corporais (KOKETSU et al., 1997; MEJIA-GUADARRAMA et al., 2002; YOUNG et al., 2004c; TORRES-ROVIRA et al., 2011).

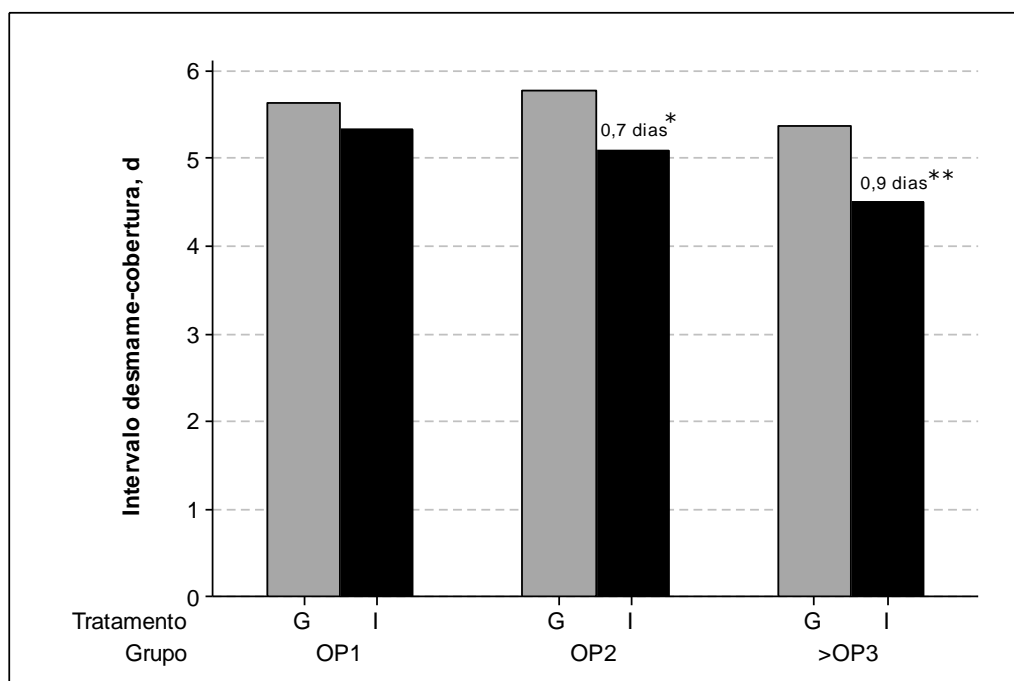


Figura 8 - Intervalo desmame-cobertura de porcas alimentadas com programa alimentar da Granja ou ajustado pelo InraPorc

\*\*\* Significativo a 5 e 1%, respectivamente.

A perda de tecido muscular em primíparas alimentadas com dietas deficientes em lisina durante a lactação reduziu o número de folículos médios e a quantidade de líquido folicular, de estrógeno e de IGF-I (CLOWES et al., 2003b). Além dos folículos, a restrição de nutrientes afeta negativamente a concentração basal e a frequência de pulsos de LH após o desmame (PENZ JR. et al., 2009). Quando o catabolismo for severo pode ocorrer o comprometimento do crescimento folicular durante a lactação. Para compensar essas alterações, as porcas utilizam um maior período após o desmame para recuperar o crescimento folicular e iniciar o estro (CLOWES et al., 2003b). Entretanto, uma maior quantidade de reservas proteicas ao parto pode amenizar o impacto negativo da restrição alimentar sobre o desempenho reprodutivo, quando a ingestão de proteína é limitada durante a lactação (MEJIA-GUADARRAMA et al., 2002). Nesse sentido, as primíparas alimentadas com dietas ajustadas pelo modelo apresentaram maiores reservas corporais no início e final da lactação, o que permitiu a retomada do ciclo estral novamente. Quanto às fêmeas OP2, o maior consumo de nutrientes nas primeiras semanas de lactação pode ter minimizado o catabolismo, e posterior alteração hormonal. As alterações nutricionais do manejo alimentar e do consumo de alimento são mediadas através dos níveis de

insulina e glicose (KOKETSU et al., 1996a), sendo verificados efeitos deletérios sobre a produção de LH com maior intensidade nos primeiros 14 dias de lactação (MEJIA-GUADARRAMA et al., 2002). Além disso, qualquer redução transitória no consumo de ração, sendo ela em qualquer período compromete a retomada do estro após o desmame (QUESNEL, 2005).

O anestro está altamente correlacionado com o peso corporal e com a espessura de toucinho ao desmame (CLOWES et al., 2003b). Porcas com menor peso corporal e de ET ao desmame podem apresentar longos períodos de anestro (KOKETSU & DIAL, 1997a). Em porcas OP2 e OP $\geq$ 3 alimentadas com o programa ajustado pelo InraPorc o intervalo desmame cobertura foi 0,7 ( $P < 0,05$ ) e 0,9 dias inferior ( $P < 0,01$ ) que fêmeas do mesmo grupo alimentadas com o programa alimentar da granja. É provável que o maior consumo de ração de porcas OP2 e a menor mobilização de espessura de toucinho verificada em porcas OP $\geq$ 3 tenha contribuído para a manutenção do eixo hipotalâmico gonadal, sem comprometer o desempenho reprodutivo.

## 5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O InraPorc identificou deficiências nutricionais em primíparas no terço final da gestação e propôs um ajuste nutricional para essa categoria. Esse ajuste em primíparas aumenta o ganho materno na gestação e atende às recomendações de espessura de toucinho ao parto. Em fêmeas de segunda parição o aporte nutricional na gestação aumenta o peso do leitão ao nascer e, ao final da lactação o peso ao desmame.

O ajuste nutricional proposto pelo InraPorc para fêmeas alojadas em grupo em baias de cama sobreposta permite associar uma nutrição adequada com práticas de bem estar animal. Além disso, o programa alimentar considera as condições de frio e calor para fêmeas gestantes e lactantes em diferentes sistemas de alojamento.

O programa alimentar proposto pelo InraPorc para porcas gestantes permite aumentar o peso dos leitões ao nascer. Entretanto, são necessários futuros ajustes no modelo considerando o maior número de leitões nascidos e a variabilidade intra leitegada de fêmeas hiperprolíficas.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIPECS. **Estatísticas do mercado interno. Produção brasileira**. 2010. Disponível em: <[http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/Producao\\_brasileira\\_2004\\_2009.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/Producao_brasileira_2004_2009.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2010.

AHERNE, F. X.; WILLIAMS, I. H. Nutrition for optimizing breeding herd performance. **Veterinary Clinical North America Food Animal Practice**, Filadélfia, v. 8, p. 589-608, Aug. 1992.

BERCHIERI-RONCHI, C. B. et al. Oxidative stress status of high prolific sows during pregnancy and lactation. **The FASEB Journal**, Bethesda, v. 24, Meeting Abstracts, p. 535-538, Apr. 2010.

BERGSMA, R. et al. Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 5, p. 1067-1080, May 2008.

BLACK, J. L. et al. Lactation in the sow during heat stress. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 35, n. 1/2, p. 153-170, May 1993.

BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Síndrome da disgactia pós-parto na porca: Uma visão atual do problema. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 35, Supl., p. 157-164, maio 2007.

BRACKE, M. B. M. et al. Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows a: Model structure and weighting procedure. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1819-1834, July 2002.

CERISUELO, A. et al. Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat quality, with no consequences on growth performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 729-739, Feb. 2009.

CERISUELO, A. et al. Effects of extra feeding during mid-pregnancy on gilts productive and reproductive performance. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 6, n. 2, p. 219-229, 2008.

CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. **Nutrition of sows and boars**. Nottingham: University Press, 2001. 377 p.

CLOSE, W. H.; NOBLET, J.; HEAVENS, R. P. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 53, n. 2, p. 267-279, 1985.



CLOWES, E. J.; AHERNE, F. X.; BARACOS, V. E. Skeletal muscle protein mobilization during the progression of lactation. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 288, n. 3, p. E564-572, 2005.

CLOWES, E. J. et al. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 753-764, Mar. 2003a.

CLOWES, E. J. et al. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1517-1528, June 2003b.

CLOWES, E. J. et al. Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: II. Effect on nitrogen partitioning and skeletal muscle composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1154-1164, Apr. 1998.

DAILEY, J. W.; MCGLONE, J. J. Pregnant gilt behavior in outdoor and indoor intensive pork production systems. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 52, n. 1/2, p. 45-52, 1997.

DE BRAGANCA, M. M.; PRUNIER, A. Effects of low feed intake and hot environment on plasma profiles of glucose, nonesterified fatty acids, insulin, glucagon, and igf-i in lactating sows. **Domestic Animal Endocrinology**, Auburn, v. 16, n. 2, p. 89-101, 1999.

DE WILDE, R. O.; DESCHUYTERE, H.; BRABANDER., H. F. D. The use of natural steroids in fattening boars, barrows and gilts. In: ANNUAL MEETING OF EUROPEAN FEDERATION OF ANIMAL SCIENCE, 1992, Roma. **Anais...** Roma: European Federation of Animal Science, 1992, 464 p.

DOURMAD, J.-Y. et al. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of sows. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 143, n. 1/4, p. 372-386, May 2008.

DOURMAD, J. Y. Ingestion spontanée d'aliment chez la truie en lactation : De nombreux facteurs de variation. **INRA Productions Animales**, Paris, v. 1, n. 2, p. 141-146, mai 1988.

DOURMAD, J. Y. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 27, n. 4, p. 309-319, Apr. 1991.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. Dietary lysine and threonine requirements of the pregnant sow estimated by nitrogen balance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 2144-2150, Aug. 2002.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M.; NOBLET, J. Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy: Effect of energy intake during pregnancy and mobilization during the previous lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 9, p. 2211-2219, Sept. 1996.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M.; NOBLET, J. Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires **INRA Productions Animales**, Paris, v. 14, p. 41-50, févr. 2001.

DOURMAD, J. Y. et al. Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal: Application à la définition des besoins énergétiques. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 29, p. 255-262, févr. 1997.

DOURMAD, J. Y. et al. InraPorc : Un outil d'aide à la décision pour l'alimentation des truies reproductrices. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 37, p. 299-306, févr. 2005.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M.; PRUNIER, A. Influence des apports énergétiques et protéiques sur les performances de croissance, la composition corporelle et le développement sexuel de la jeune truie. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 25, p. 239-246, févr. 1993.

DOURMAD, J. Y. et al. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: A review. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 40, n. 2, p. 87-97, Feb. 1994.

DOURMAD, J. Y. et al. Influence du repas sur l'utilisation des nutriments et des vitamines par la mamelle, chez la truie en lactation. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 32, p. 265-273, févr. 2000.

DOURMAD, J. Y.; NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of protein and lysine supply on performance, nitrogen balance, and body composition changes of sows during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 542-550, Feb. 1998.

EISSEN, J. J.; KANIS, E.; KEMP, B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 64, n. 2/3, p. 147-165, June 2000.

ETIENNE, M. Apports énergétiques de gestation et accréation de protéines chez la truie nullipare **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 23, p. 69-74, févr. 1991.

ETIENNE, M. et al. La reconstitution des réserves corporelles chez la truie multipare en gestation: Influence des apports d'énergie. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 23, p. 75-84, févr. 1991.

ÉTIENNE, M. et al. Production laitière de la truie : Estimation, composition, facteurs de variation et évolution. **Journées Recherche Porcine en France**, Paris, v. 32, p. 253-264, févr. 2000.

FERREIRA, A. S. et al. Níveis de proteína bruta na ração para porcas pluríparas em gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 3 p. 761-767, maio/jun. 2006.

FOXCROFT, G. R. Hyper-prolificacy and acceptable post-natal development – a possible contradiction. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 19, p. 205-213, 2008.

GEUYEN, T. P. A.; VERHAGEN, J. M. F.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of housing and temperature on metabolic rate of pregnant sows. **Animal Production**, Liverpool, v. 38, n. 3. p. 477-485, Mar. 1984.

GILL, B. P. Body composition of breeding gilts in response to dietary protein and energy balance from thirty kilograms of body weight to completion of first parity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 7, p. 1926-1934, July 2006.

GOURDINE, J. L. et al. Effects of breed and season on performance of lactating sows in a tropical humid climate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 360-369, Feb. 2006.

GUEDES, R. M. C.; NOGUEIRA, R. H. G. Relationship among body condition at parturition, decrease of backfat thickness and weight during the lactation and the interval from weaning to oestrus of sows. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 37, n. p. 43-46, jan./fev. 2000.

HAESE, D. et al. Avaliação de rações de alta densidade nutricional para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 1503-1508, jul. 2010.

HAUSCHILD, L.; POMAR, C.; LOVATTO, P. A. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 714-723, May 2010.

INRAPORC®. **InraPorc®: A tool to evaluate nutritional strategies in pigs**. Saint-Gilles, France, 2010. 1.5.3.1.

JI, F. et al. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 366-375, Feb. 2005.

KIM, S. W. Recent advances in sow nutrition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 39, Supl. p. 303-310, jul. 2010.

KIM, S. W.; EASTER, R. A.; HURLEY, W. L. The regression of unsuckled mammary glands during lactation in sows: The influence of lactation stage, dietary nutrients, and litter size. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 10, p. 2659-2668, Oct. 2001.

KIM, S. W. et al. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 14 suppl, p. E123-E132, Apr. 2009.

KING, R. H. et al. The response of sows to increased nutrient intake during mid to late gestation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Canberra, v. 57, n. 1997, p. 33-39, 2006.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D. Factors associated with prolonged weaning-to-mating interval among sows on farms that wean pigs early. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 211, n. 7, p. 894-898, Oct. 1997a.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. **Theriogenology**, Stoneham, v. 47, n. 7, p. 1445-1461, May 1997b.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; KING, V. L. Returns to service after mating and removal of sows for reproductive reasons from commercial swine farms. **Theriogenology**, Stoneham, v. 47, n. 7, p. 1347-1363, May 1997.

KOKETSU, Y. et al. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 2875-2884, Dec. 1996a.

KOKETSU, Y. et al. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 6, p. 1202-1210, June 1996b.

LAWS, J. et al. Supplementation of sow diets with oil during gestation: Sow body condition, milk yield and milk composition. **Livestock Science**, Wageningen, v. 123, n. 1, p. 88-96, July 2009.

LEENHOUWERS, J. I. et al. Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 6, p. 1416-1422, June 2001.

LEENHOUWERS, J. I. et al. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1759-1770, July 2002.

LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. 2. ed. Florida: CRC Press, 2000. 1032 p.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I. Uso de modelagem para a racionalização do manejo nutricional de fêmeas suínas gestantes e lactantes. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, Supl 1, p. s211 - s220, maio 2010.

LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 663-670, ago 2001.

MACKENZIE, K.; BISHOP, S. C. Developing stochastic epidemiological models to quantify the dynamics of infectious diseases in domestic livestock. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n.8, p. 2047-2056, Aug. 2001.

MAES, D. G. D. et al. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: Relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 91, n. 1/2, p. 57-67, Dec. 2004.

MARTEL, G.; DEDIEU, B.; DOURMAD, J. Y. Simulation of sow herd dynamics with emphasis on performance and distribution of periodic task events. **Journal of Agricultural Science**, Aberdeen, v. 146, n. 4, p. 365-380, April 2008.

MCNAMARA, J. P.; PETTIGREW, J. E. Protein and fat utilization in lactating sows: I. Effects on milk production and body composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2442-2451, Sept. 2002a.

MCNAMARA, J. P.; PETTIGREW, J. E. Protein and fat utilization in lactating sows: II. Challenging behavior of a model of metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2452-2460, Sept. 2002b.

MEJIA-GUADARRAMA, C. A. et al. Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotropic axis, and reproductive performance after weaning. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p.3286-3300, Dec. 2002.

MINITAB. **User's guide meet Minitab 15**. State College, 2007. Versão 15 CD ROM.

MOSNIER, E. et al. The metabolic status during the peri partum period affects the voluntary feed intake and the metabolism of the lactating multiparous sow. **Livestock Science**, Wageningen, v. 127, n. 2/3, p. 127-136, Feb. 2010.

MOTA, D. et al. Effect of loss of backfat and body weight on the reproductive performance of primiparous lactating sows fed with three different diets. **Revista Científica-Facultad De Ciencias Veterinarias**, v. 14, n. 1, p. 13-19, Jan. 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998, 189p.

NIELSEN, O. L.; PEDERSEN, A. R.; SORENSEN, M. T. Relationships between piglet growth rate and mammary gland size of the sow. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 67, n.1, p. 273-279, Jan. 2001.

NOBLET, J.; DIVIDICH, J. L.; MILGEN, J. V. Thermal environment and swine nutrition. In: LEWIS, J.; SOUTHERN, L. L. (Org.) **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 519-554.

NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 2, p. 562-572, Feb. 1990.

NOBLET, J. et al. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 2708-2714, Oct. 1997.

NOBLET, J. et al. Effect of ambient temperature and addition of straw or alfalfa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 21, n. 4, p. 309-324, Apr. 1989.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 6, p. 1888-1896, June 1986.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in pregnant sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 16, n. 3, p. 243-257, Apr. 1987.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 3352-3359, Dec. 1989.

NOBLET, J. et al. Digestible, metabolizable and net energy values of 13 feedstuffs for growing pigs: Effect of energy system. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 42, n. 1/2, p. 131-149, June 1993a.

NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Energy cost of standing activity in sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 34, n. 1/2, p. 127-136, Mar. 1993b.

NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: Basis for a net energy system. **British Journal of Nutrition**, London, v. 70, n. 2, p. 407-419, Sept. 1993c.

NOBLET, J. et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 2, p. 344-354, Feb. 1994a.

NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Composantes de la dépense énergétique au cours du nyctémère chez la truie adulte à l'entretien : Rôle de l'activité physique. **INRA Productions Animales**, Paris, v. 7, n. 2, p. 135-142, mai 1994b.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 13, Suppl, p. E229-238, Jan. 2004.

O'DOWD, S. et al. Nutritional modification of body composition and the consequences for reproductive performance and longevity in genetically lean sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 52, n. 2, p. 155-165, Dec. 1997.

PANZARDI, A. et al. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37, Supl., p. s49-s60, maio 2009.

PENZ JR., A. M.; BRUNO, D.; SILVA, G. Interação nutrição-reprodução em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37, Supl., p. 183-194, maio 2009.

PERE, M. C.; ETIENNE, M.; DOURMAD, J. Y. Adaptations of glucose metabolism in multiparous sows: Effects of pregnancy and feeding level. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2933-2941, Nov. 2000.

PETTIGREW, J. E. et al. Evaluation of a mathematical model of lactating sow metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3762-3773, Dec. 1992.

PETTIGREW, J. E.; YANG, H. Protein nutrition of gestating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 2723-2730, Oct. 1997.

POMAR, C.; HARRIS, D. L.; MINVIELLE, F. Computer simulation model of swine production systems: II. Modeling body composition and weight of female pigs, fetal development, milk production, and growth of suckling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1489-1502, Apr. 1991.

PRUNIER, A.; DE BRAGANÇA, M. M.; LE DIVIDICH, J. Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 52, n. 2, p. 123-133, Dec. 1997.

PRUNIER, A. et al. Influence of feed intake during pregnancy and lactation on fat body reserve mobilisation, plasma leptin and reproductive function of primiparous lactating sows. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, n. 4, p. 333-347, July/Aug. 2001.

QUESNEL, H. Etat nutritionnel et reproduction chez la truie allaitante. **INRA Productions Animales**, Paris, v. 18, n. 4, p. 277-286, oct. 2005.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 78, n. 1, p. 63-70, Nov. 2002.

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 2124-2134, Aug. 1999.

QUINIOU, N. et al. Effets de l'exposition au chaud sur les caractéristiques de la prise alimentaire du porc à différents stades physiologiques. **INRA Productions Animales**, Paris, v. 13, n. 4, p. 233-245, oct. 2000a.

QUINIOU, N. et al. Effect of diurnally fluctuating high ambient temperatures on performance and feeding behaviour of multiparous lactating sows. **Animal Science**, Penicuik, v. 71, n. 3, p. 571-575, Dec. 2000b.

RENAUDEAU, D.; ANAÍS, C.; NOBLET, J. Effects of dietary fiber on performance of multiparous lactating sows in a tropical climate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 717-725, Mar. 2003.

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 6, p. 1540-1548, June 2001.

RENAUDEAU, D.; QUINIOU, N.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 5, p. 1240-1249, May 2001.

ROSSI, C. A. R. et al. Metanálise da relação entre espessura de tocinho e variáveis corporais e reprodutivas de porcas gestantes e lactantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 206-212, fev. 2008a.

ROSSI, C. A. R. et al. Metanálise da relação entre espessura de tocinho e variáveis nutricionais de porcas gestantes e lactantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1085-1091, ago. 2008b.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS user's guide: statistics. Cary, 1998. (CR-ROM). SAS. **Sas user's guide**: 2006. 9.1.

SAUVANT, D. La modélisation systémique en nutrition. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 32, n. 3, p. 217-230, mars 1992.

SCHENKEL, A. C. et al. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**, Wageningen, v. 132, n. 1/3, p. 165-172, Aug. 2010.

SHELTON, N. W. et al. Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter performance. In: SWINE DAY, REPORT OF PROGRESS, 2009, Kansas. **Anais...** Kansas: Kansas State University Research and Extension, 2009. p. 38-50.



SHURSON, G. C. et al. Impact of energy intake and pregnancy status on rate and efficiency of gain and backfat changes of sows postweaning. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 209-216, Jan. 2003.

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**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2397-2405, Sept. 2001.

SPEEDING, C. R. W. General aspects of modeling and its application in livestock production. In: Korver, S., van Arendok, J.A.M. (Org.). **Modelling of livestock production systems**. London: Kluwer Academic: 1988. p. 3-13.

SPENCER, J. D. et al. Early weaning to reduce tissue mobilization in lactating sows and milk supplementation to enhance pig weaning weight during extreme heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 2041-2052, Aug. 2003.

TALAMINI, T. J. D.; MARTINS, F. M.; ARBOIT, C. et al. Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação. **Custos e Agronegócio**, Recife, v.2, p. 64-83, out. 2006.

TOKACH, M. DEROUCHÉY, J. **Feed sows for condition, productivity**. 2006. Disponível em: <[http://nationalhogfarmer.com/mag/farming\\_feed\\_sows\\_condition](http://nationalhogfarmer.com/mag/farming_feed_sows_condition)>. Acesso em: 12 nov. 2010.

TORRES-ROVIRA, L. et al. Plasma leptin, ghrelin and indexes of glucose and lipid metabolism in relation to the appearance of post-weaning oestrus in mediterranean obese sows (Iberian pig). **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 46, n. 3, p. 558-560, June 2011.

TOWN, S. C. et al. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, Cambridge, v. 128, n. 4, p. 443-454, Apr. 2004.

TROTTIER, N. L.; JOHNSTON, L. J. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. (Org.) **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 725-770.

VALROS, A. et al. Metabolic state of the sow, nursing behaviour and milk production. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 79, n. 2/3, p. 155-167, Feb. 2003.

WENTZ, I. et al. Cuidados com a leitoa entre a entrada na granja e a cobertura: Procedimentos com vistas à produtividade e longevidade da matriz. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 35, v. 1, p. 17-27, jan. 2007.

WENTZ, I.; WERLANG, R. F.; BORTOLOZZO, F. P. Como abordar o problema da síndrome do segundo parto. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, Supl., p. s121-s133, maio 2010.

WHITTEMORE, C. T. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 46, n. 2, p. 65-83, Aug. 1996.

WHITTEMORE, C. T.; KYRIAZAKIS, I. **Whittemore's science and practice of pig production**. 3<sup>a</sup>. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 704 p.

WHITTEMORE, C. T.; MORGAN, C. A. Model components for the determination of energy and protein requirements for breeding sows: A review. **Livestock Production Science**, Wageningen, v. 26, n. 1, p. 1-37, Sept. 1990.

YANG, Y. X. et al. Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 112, n. 3/4, p. 199-214, June 2009.

YOUNG, M. G. et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 10, p.3058-3070, Oct. 2004a.

YOUNG, M. G. et al. Influence of carnichrome on the energy balance of gestating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 7, p. 2013-2022, July 2004b.

YOUNG, M.; AHERNE, F. Monitoring and maintaining sow condition. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 16, p. 299-313, 2005.

YOUNG, M. G. et al. Effect of sow parity and weight at service on target maternal weight and energy for gain in gestation. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 255-261, Jan. 2005.

## APÊNDICE A - Características do rebanho para definição do perfil animal

| Arquivo Dieta Porcas Crescimento Ajuda  |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
|---|--------------------------------|--------------------|----------|------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Perfil animal                           |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Perfil GranjaToropi 2011                |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Porcas                                  | Leitões                        | Programa alimentar | Gráficos | Calibração | Dados médio de desempenho |         |         |         |         |
|   | Parto 1                        | Parto 2            | Parto 3  | Parto 4    | Parto 5                   | Parto 6 | Parto 7 | Parto 8 | Plantel |
| <b>Composição plantel</b>               |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| <input checked="" type="radio"/> Número | 412                            | 272                | 243      | 118        | 105                       | 82      | 70      | 43      | 1345    |
| <input type="radio"/> Partição (%)      | 30,6                           | 20,2               | 18,1     | 8,8        | 7,8                       | 6,1     | 5,2     | 3,2     | 100,0   |
| <b>Cobertura</b>                        |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| IDC (d)                                 |                                | 9                  | 6        | 6          | 6                         | 5       | 5       | 5       | 7       |
| Idade (d)                               | 221                            | 372                | 520      | 668        | 816                       | 963     | 1110    | 1257    | 516     |
| Peso vivo (kg)                          | 135,0                          | 181,0              | 210,1    | 227,0      | 244,4                     | 254,4   | 260,0   | 265,0   | 192,4   |
| Espessura de toucinho (m)               | 14,0                           | 13,5               | 13,5     | 14,5       | 14,5                      | 16,0    | 16,0    | 16,0    | 14,2    |
| <b>Parto</b>                            |                                |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Peso antes (kg)                         | 213,4                          | 256,0              | 280,0    | 282,7      | 294,9                     | 299,0   | 301,3   | 302,2   | 259,1   |
| Peso após (kg)                          | <input type="checkbox"/> 191,2 | 234,0              | 255,5    | 259,1      | 269,7                     | 274,8   | 277,9   | 279,1   | 236,0   |
| Espessura de toucinho (m)               | 19,0                           | 19,0               | 19,0     | 19,0       | 19,0                      | 19,0    | 19,0    | 19,0    | 19,0    |

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

| Arquivo Dieta Porcas Crescimento Ajuda |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
|--|---------|--------------------|----------|------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Perfil animal                          |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Perfil GranjaToropi 2011               |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Porcas                                 | Leitões | Programa alimentar | Gráficos | Calibração | Dados médio de desempenho |         |         |         |         |
|  | Parto 1 | Parto 2            | Parto 3  | Parto 4    | Parto 5                   | Parto 6 | Parto 7 | Parto 8 | Plantel |
| <b>Nascimento</b>                      |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Nascidos total                         | 12,2    | 12,1               | 13,5     | 13,0       | 13,9                      | 13,3    | 12,9    | 12,7    | 12,8    |
| Nascidos vivos                         | 11,7    | 11,9               | 12,9     | 12,0       | 13,1                      | 12,4    | 11,2    | 11,0    | 12,2    |
| Peso vivo (kg)                         | 1,350   | 1,350              | 1,350    | 1,350      | 1,350                     | 1,350   | 1,350   | 1,350   | 1,350   |
| <b>Desmame</b>                         |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Desmamados                             | 11,0    | 11,3               | 11,5     | 10,7       | 11,1                      | 11,0    | 10,7    | 10,5    | 11,2    |
| Idade (d)                              | 28      | 28                 | 28       | 28         | 28                        | 28      | 28      | 28      | 28      |
| Peso vivo (kg)                         | 7,800   | 7,800              | 7,800    | 7,800      | 7,800                     | 7,820   | 7,800   | 7,820   | 7,802   |
| <b>GMD leitegada (kg/d)</b>            |         |                    |          |            |                           |         |         |         |         |
| Nascimento - desmame                   | 2,534   | 2,603              | 2,649    | 2,465      | 2,557                     | 2,542   | 2,465   | 2,426   | 2,572   |

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

## APÊNDICE B - Alojamento do rebanho nas fases de gestação e lactação

The image displays two side-by-side screenshots of the InraPorc software interface, showing the configuration for pig housing during different stages of pregnancy and lactation.

**Left Screenshot (Gestação - 26 d):**

- Header:** Alojamento - Alojamento Granja Toropi
- Navigation:** Gestação | Lactação | IDC
- Procedimentos:**
  - 1 Período = 26 d (highlighted)
  - 2 Período = 84 d
  - 3 Parto
- Buttons:** Inserir, Excluir
- Parâmetros da operação selecionada:**
  - Condição: Período = 26 d
  - Alojamento: Tipo = Individual, Temperatura (°C) = 16
  - Piso: Piso vazado
  - Comportamento: Tempo em pé (min) = 360, Reset button
  - Slider: Calma, Média, Ativa

**Right Screenshot (Lactação - 84 d):**

- Header:** Alojamento - Alojamento Granja Toropi
- Navigation:** Gestação | Lactação | IDC
- Procedimentos:**
  - 1 Período = 26 d
  - 2 Período = 84 d (highlighted)
  - 3 Parto
- Buttons:** Inserir, Excluir
- Parâmetros da operação selecionada:**
  - Condição: Período = 84 d
  - Alojamento: Tipo = Em grupos, Temperatura (°C) = 17
  - Piso: Cama de feno
  - Comportamento: Tempo em pé (min) = 360, Reset button
  - Slider: Calma, Média, Ativa

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

The image displays a screenshot of the InraPorc software interface, showing the configuration for pig housing during the weaning phase.

**Header:** Alojamento - Alojamento Granja Toropi

**Navigation:** Gestação | Lactação | IDC

**Procedimentos:**

- # Condição
- 1 Desmame (highlighted)

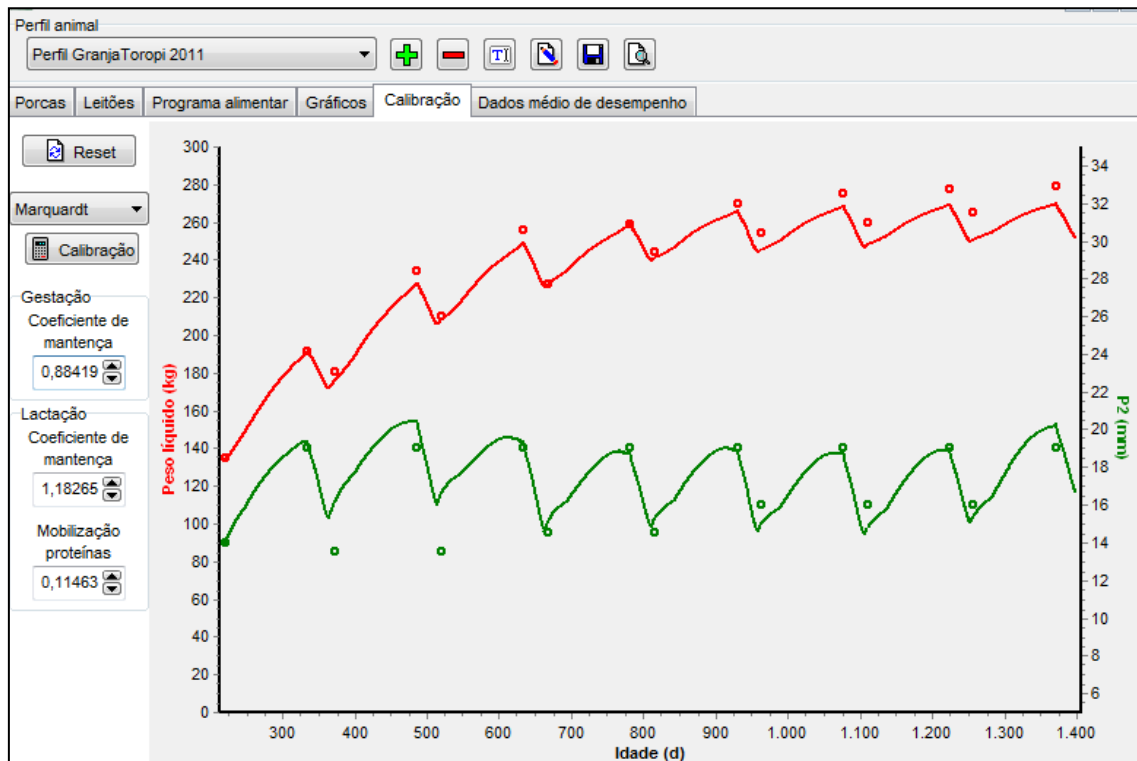
**Buttons:** Inserir, Excluir

**Parâmetros da operação selecionada:**

- Alojamento: Tipo = Individual, Temperatura (°C) = 22
- Piso: Piso vazado

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

## APÊNDICE C - Calibração do perfil animal



Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

### Resumo do procedimento de ajuste da curva

Método: Marquardt

CPU tempo (segundos): 36,607

Variáveis dependentes

|                       | Peso Estat. | DPR     | R <sup>2</sup> | wRSS    |
|-----------------------|-------------|---------|----------------|---------|
| Peso vivo             | 1           | 7,8 kg  | 95,58 %        | 14,61 % |
| Espessura de toucinho | 201         | 1,33 mm | 75,06 %        | 85,39 % |

Parâmetros estimados

|  | Valor inicial | Valor final | Desvio Padrão |
|--|---------------|-------------|---------------|
| Coeficiente de manutenção gestação       | 0,89953       | 0,88419     | 0,01179       |
| FCoeficiente de manutenção lactação      | 1,18048       | 1,18265     | 0,04927       |
| Mobilização de proteína durante lactação | 0,11385       | 0,11463     | 0,00678       |

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

## APÊNDICE D - Comandos para estimar as exigências nutricionais do rebanho

### Gestação

| <b>Perfil animal</b><br>Perfil Granja Toropi 2011<br>Leitegada 1 / 3<br><b>Cobertura</b><br>Idade (d) 221<br>Peso vivo (kg) 135,0<br>Espessura de toucinho (mm) 14,0<br><b>Parto</b><br>Peso após (kg) 192,4<br>Espessura de toucinho (mm) 19,0<br>Número total de nascidos 12,2<br>Peso ao nascer (kg) 1,350 | <b>Alojamento</b><br>Alojamento Granja Enio<br>Procedimento(s) 1 / 3<br><b>Parâmetros alojamento</b><br>Tipo Individual<br>Piso Piso vazado<br>Temperatura (°C) 16<br><b>Comportamento</b><br>Tempo em pé (min) 360<br>Calma Média Ativa   |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |
|---|--|--|------------|----------------------------|------|------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| <b>Dieta de referência</b><br>Programa de dietas PD SGUM<br>Programa alimentar<br>Consumo médio (kg/d) 2,750<br>Conteúdo EM (MJ/(kg dieta)) 11,95   | <b>Resultados</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Exigências</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quantidade da dieta (kg/d)</td> <td>3,03</td> </tr> <tr> <td>Energia metabolizável (MJ/d)</td> <td>36,17</td> </tr> <tr> <td>Energia líquida (MJ/d)</td> <td>26,77</td> </tr> <tr> <td>Lisina digestível (g/d @ 105 d)</td> <td>13,63</td> </tr> </tbody> </table><br><input type="button" value="Gráficos"/> <input type="button" value="Relatório"/> |  | Exigências | Quantidade da dieta (kg/d) | 3,03 | Energia metabolizável (MJ/d) | 36,17 | Energia líquida (MJ/d) | 26,77 | Lisina digestível (g/d @ 105 d) | 13,63 |
|   | Exigências   |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |
| Quantidade da dieta (kg/d)  | 3,03   |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |
| Energia metabolizável (MJ/d)  | 36,17  |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |
| Energia líquida (MJ/d)  | 26,77  |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |
| Lisina digestível (g/d @ 105 d)   | 13,63  |  |            |                            |      |                              |       |                        |       |                                 |       |

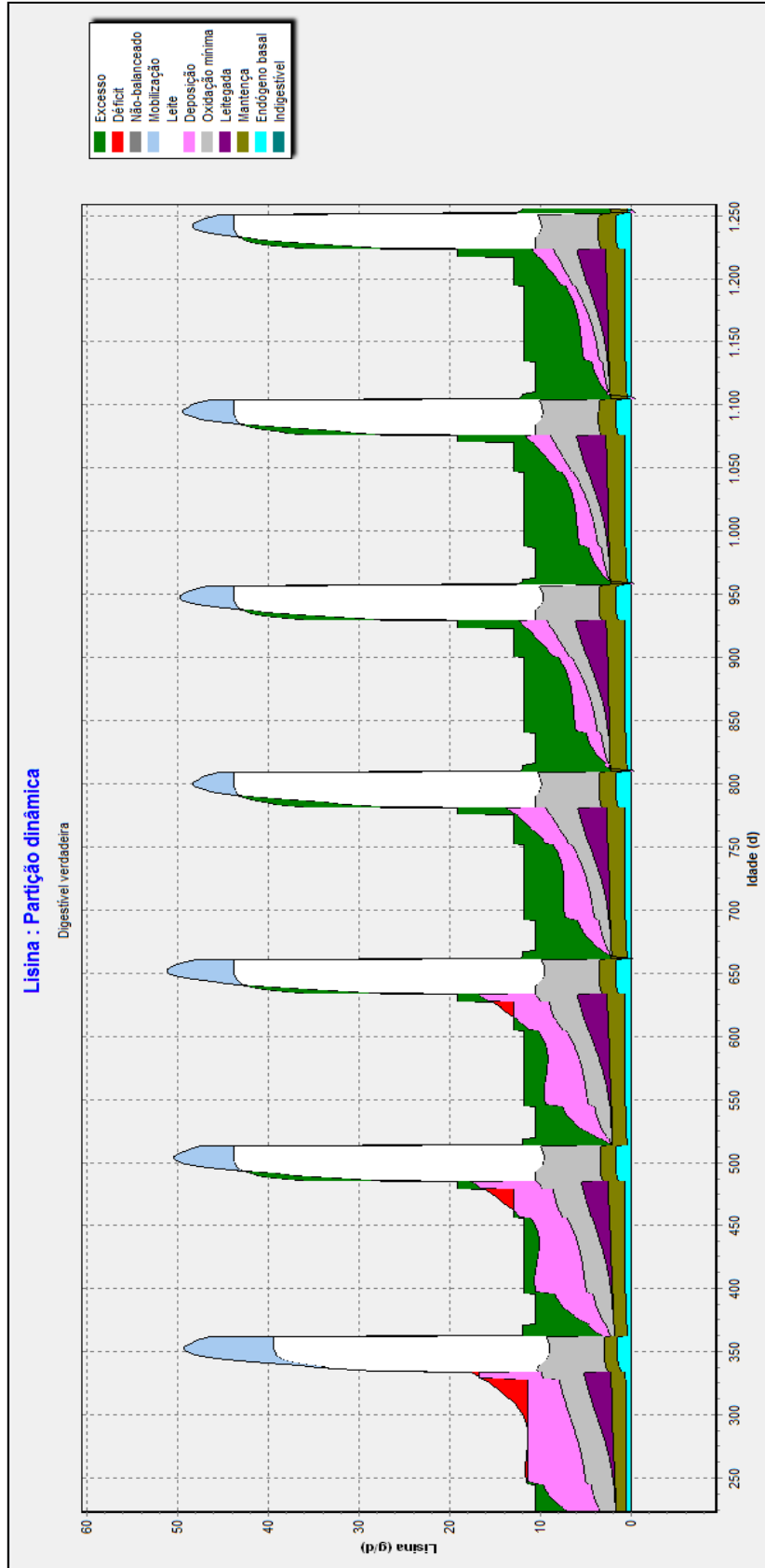
Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

### Lactação

| <b>Perfil animal</b><br>Perfil Granja Toropi 2011<br>Leitegada 1 / 3<br><b>Parto</b><br>Peso após (kg) 191,2<br>Espessura de toucinho (mm) 19,0<br><b>Desmame</b><br>Período lactação (d) 28<br>Número de desmamados 11,2<br>Peso ao nascer (kg) 1,350<br>Peso desmame (kg) 7,800<br>GMD leitegada (kg) 2,580 | <b>Dieta de referência</b><br>Programa de dietas PD SGUM<br>Programa alimentar<br>Consumo médio (kg/d) 6,100<br>Conteúdo EM (MJ/(kg dieta)) 12,32 | <b>Resultados</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Exigências</th> <th>Déficit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quantidade da dieta (kg/d)</td> <td>7,38</td> <td>1,28</td> </tr> <tr> <td>Energia metabolizável (MJ/d)</td> <td>90,96</td> <td>15,79</td> </tr> <tr> <td>Energia líquida (MJ/d)</td> <td>68,89</td> <td>11,96</td> </tr> <tr> <td>Lisina digestível (g/d)</td> <td>44,19</td> <td></td> </tr> </tbody> </table><br><input type="button" value="Gráficos"/> <input type="button" value="Relatório"/> |  | Exigências | Déficit | Quantidade da dieta (kg/d) | 7,38 | 1,28 | Energia metabolizável (MJ/d) | 90,96 | 15,79 | Energia líquida (MJ/d) | 68,89 | 11,96 | Lisina digestível (g/d) | 44,19 |  |
|---|---|---|--|------------|---------|----------------------------|------|------|------------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|--|
|   | Exigências  | Déficit   |  |            |         |                            |      |      |                              |       |       |                        |       |       |                         |       |  |
| Quantidade da dieta (kg/d)  | 7,38  | 1,28  |  |            |         |                            |      |      |                              |       |       |                        |       |       |                         |       |  |
| Energia metabolizável (MJ/d)  | 90,96   | 15,79   |  |            |         |                            |      |      |                              |       |       |                        |       |       |                         |       |  |
| Energia líquida (MJ/d)  | 68,89   | 11,96   |  |            |         |                            |      |      |                              |       |       |                        |       |       |                         |       |  |
| Lisina digestível (g/d)   | 44,19   |   |  |            |         |                            |      |      |                              |       |       |                        |       |       |                         |       |  |

Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

APÊNDICE E - Partição dinâmica da lisina de acordo com o ciclo produtivo



Fonte: InraPorc® (2010) versão 1.6.4.0

## APÊNDICE F - Produção bibliográfica durante o curso

### Artigos publicados em periódicos

ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; DEMORI, A. B.; REMUS, A.; LOVATTO, P. A. Meta-analysis of the relationship between ractopamine and dietary lysine levels on carcass characteristics in pigs. **Livestock Science**, v. 143, p. 91-96, 2012.

LEHNEN, C. R.; LOVATTO, P. A.; ROSSI, C. A.; ANDRETTA, I.; HAUSCHILD, L.; FRAGA, B. N.; GARCIA, G. G. Digestibilidade das dietas e metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo bentonita sódica em diferentes programas alimentares **Ciência Rural**, v. 41, p. 2164-2170, 2011.

LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., ZANELLA, I., ROSSI, C. A., HAUSCHILD, L., MELCHIOR, R. Alimentação de porcas lactantes com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e ácido fumárico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.214 - 221, 2011.

LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., KIPPER, M., HAUSCHILD, L., ROSSI, C. A. Meta-análise da digestibilidade ileal de aminoácidos e minerais em suínos alimentados com dietas contendo enzimas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.438 - 445, 2011.

KIPPER, M., ANDRETTA, I., MONTEIRO, S.G., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R. Meta-analysis of the effects of endoparasites on pig performance. **Veterinary Parasitology**, v.181, p.316 - 320, 2011.

ANDRETTA, I., KIPPER, M., LEHNEN, C. R., HAUSCHILD, L., VALE, M. M., LOVATTO, P. A. Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in broilers. **Poultry Science**, v.90, p.1934 - 1940, 2011.

ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., KIPPER, M. S., LEHNEN, C. R., LANFERDINI, E., KLEIN, C. C. Relação da ractopamina com componentes nutricionais e desempenho em suínos: um estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v.41, p.186 - 191, 2011.

ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., LANFERDINI, E., LEHNEN, C. R., ROSSI, C. A., HAUSCHILD, L., FRAGA, B. N., GARCIA, G. G., MALLMANN, C.A. Alimentação de leitoas pré-púberes com dietas contendo aflatoxinas ou zearalenona. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.123 - 130, 2010.

ROSSI, C. A., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., CERON, M. S., LOVATO, G. D. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: características químicas e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*. **ARS Veterinária**, v.26, p.095 - 103, 2010.



ROSSI, C. A. R., LOVATTO, P. A., GARCIA, G. G., LEHNEN, C. R., POROLNIK, G. V., CERON, M. S., LOVATO, G. D. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Rural**, v.40, p.2343 - 2349, 2010.

LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., LOVATO, G. D., HAUSCHILD, L. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura gaúcha: interface vegetal. **Ciência Rural**, v.40, p.957 - 962, 2010.

LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., Uso de modelagem para a racionalização do manejo nutricional de fêmeas suínas gestantes e lactantes **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38, p.s211 - s220, 2010.

ROSSI, C. A. R., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., MAZUTTI, A., GUILARDI, P. H., PIRES, B. P. Indução e sincronização de estro em porcas lactantes através de gonadotrofinas eCG e hCG. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.617 - 620, 2009.

ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., HAUSCHILD, L., ROSSI, C. A. R. Meta-análise do uso de ácido linoleico conjugado na alimentação de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.754 - 760, 2009.

LOVATTO, P. A., WESCHENFELDER, V. A., ROSSI, C. A. R., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I. Porcas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e ácidos orgânicos. **Ciência Rural**, v.39, p.1253 - 1256, 2009.

### **Artigos publicados em anais de eventos**

LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., KIPPER, M. S., DEMORI, A. B. Nutrição de suínos machos inteiros In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal, 2010, Estância de São Pedro - SP. **Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**. Campinas-SP: CBNA, 2010.

### **Artigos aprovados para publicação em periódicos**

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; LEHNEN, C. R.; GARCIA, G. G.; DANIEL, E. Alimentação de leitões com dietas contendo soro de leite fermentado mais zinco e cobre complexados a aminoácidos. **Archivos de Zootecnia**, 2012.

LEHNEN, C. R.; LOVATTO, P. A.; HAUSCHILD, L.; ANDRETTA, I.; ROSSI, C. A. R.; FRAGA, B. N. Alimentação de leitões em creche com dietas contendo ácido ascórbico e bioflavonóides. **Archivos de Zootecnia**, 2012.

ROSSI, C. A. R.; LOVATTO, P. A.; GARCIA, G. G.; POLLI, V. A. ; LEHNEN, C. R.; FRAGA, B. N.; CERON, M. S.; LOVATO, G. D. Características químicas, microbiológicas e sensoriais de produto curado elaborado com carne de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos. **Archivos de**

**Zootecnia**, 2012. POROLNIK, G. V.; LOVATTO, P. A.; ROSSI, C. A. R. ; LEHNEN, C. R., GARCIA, G. G.; ANDRETTA, I. Produção de suínos inteiros com ou sem a suplementação de aminoácidos: desempenho e custo de alimento. **Ciência Rural**, 2012.

ANDRETTA, I.; KIPPER, M. ; LEHNEN, C. R.; HAUSCHILD, L.; VALE, M. M.; LOVATTO, P. A. Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in growing pigs. **Animal**, 2012

ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; LOVATTO, P. A. Meta-analysis of the relationship of mycotoxins with biochemical and hematological parameters in broilers. **Poultry Science**, 2012.

DEMORI, A. B.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico **Ciência Rural**, 2012.

KIPPER, M.; ANDRETTA, I.; LEHNEN, C. R.; MONTEIRO, S.G.; LOVATTO, P. A. Meta-analysis of the performance variation in broilers experimentally challenged by *Eimeria* spp. **Veterinary Parasitology**, 2012

#### **Artigos submetidos para publicação em periódicos**

DEMORI, A. B.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; REMUS, A. Produção de suínos machos inteiros: uma meta-análise. Submissão para **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2011.

ROSSI, C. A. R.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; FRAGA, B. N.; LOVATO, G. D.; CERON, M. S.; KOSZTRZEPA, I.; GIANLUPPI, R. D. F. Modeling in adjusting diets to growing-finishing pigs: performance, carcass characteristics and impact on the feed cost **Animal Feed Science and Technology**, 2012.

MELCHIOR, R.; ZANELLA, I.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; LANFERDINI, E.; ANDRETTA, I. Meta-analysis of cortisol levels and performance of pregnant sows housed in different systems **Livestock Production Science**, 2012.

MELCHIOR, R.; ZANELLA, I.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; LANFERDINI, E.; ANDRETTA, I. Behavior and productive performance of gestating sows grouped-housed in pens of concrete floor or deep bedding. **Animal Behavior**, 2012.

### **Demais trabalhos**

Publicação resumos em anais de eventos (39 expandidos e 17 simples).

Tutoria na Disciplina de Produção Agroecológica Animal I e II – Curso de Agricultura Familiar e Sustentabilidade (EAD) – UAB/UFSM. 2009.

Revisor de periódico – Ciência Rural/UFSM, 2011.

### **Palestras ministradas**

**Nutrição e alimentação de suínos, aditivos e promotores de crescimento estudados na UFSM**, *In*: Semana de Ciência e Tecnologia, Instituto Federal Farroupilha, Campus Alegrete/RS, 2011.

**Sistemas alternativos de criação de suínos: SISCAL e Cama sobreposta** *In*: 1º Seminário Técnico do Setor de Zootecnia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Campus Júlio de Castilhos/RS, 2009.

### **Aprovação em concursos públicos**

Professor Adjunto DZ/UEPG (1º Lugar). Processo N° 10.335.913-9 /2011. Ano: 2011.

Professor Substituto DZ/UFSM (2º Lugar). Processo N° 23081.012632/2010-49. Ano: 2010.