

1 **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**
2 **FACULDADE DE VETERINÁRIA**
3 **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**
4
5
6
7
8
9
10
11

12 **“INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO FLUSHING ALIMENTAR PRÉ-**
13 **COBERTURA SOBRE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO CORPORAL E**
14 **DESEMPENHO REPRODUTIVO DE LEITOAS”**
15
16
17
18

19 **VICTÓRIA NUNES PEREIRA**
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

31 **PORTO ALEGRE**

32 **2022**

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
2 FACULDADE DE VETERINÁRIA
3 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
4
5
6
7
8
9

10 “INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO *FLUSHING* ALIMENTAR PRÉ-COBERTURA
11 SOBRE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO CORPORAL E DESEMPENHO
12 REPRODUTIVO DE LEITOAS”
13
14
15
16
17

18 **Autora:** Victória Nunes Pereira.

19 Dissertação apresentada como requisito parcial
20 para obtenção de grau de Mestre em Ciências
21 Veterinárias na área de Fisiopatologia da
22 Reprodução de Suínos.

23 **Orientador:** Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim.
24
25
26
27
28
29

30 PORTO ALEGRE

31 2022

1 VICTÓRIA NUNES PEREIRA

2
3 “INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO *FLUSHING* ALIMENTAR PRÉ-COBERTURA
4 SOBRE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO CORPORAL E DESEMPENHO
5 REPRODUTIVO DE LEITOAS”
6

7
8 Aprovado em 17 de março de 2022
9

10 APROVADO POR:

11
12 _____
13 Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim
14 Orientador e Presidente da Comissão
15

16 _____
17 Dr. André Luis Mallmann
18 Membro da Comissão
19

20 _____
21 Prof. Dr. Diogo Magnabosco
22 Membro da Comissão
23

24 _____
25 Prof. Dr. Thomaz Lucia Junior
26 Membro da Comissão
27

28
29
30
31
32

AGRADECIMENTOS

Durante essa intensa jornada de muito aprendizado e aperfeiçoamento pude contar com pessoas incríveis que me auxiliaram tanto profissionalmente como pessoalmente. Agradeço a todos por toda paciência, incentivo e empatia. Vocês fazem parte da minha história.

Agradeço à Deus por guiar meus passos por caminhos com abundância de ensinamentos e também por nunca deixar-me perecer perante más energias.

Aos meus pais, Ângela e Joeni que fizeram-se inteiramente presente em todos meus momentos, que seguram a minha mão e caminham ao meu lado. Obrigada por cada palavra, cada abraço e incentivo. “Tudo passa” e “Nem que morra”!

Ao meu melhor amigo, meu namorado, Vinícius por apreciar a vida comigo, me incentivar e impulsionar há dez anos.

Às minhas amigas de longa data Bibiana e Letícia pelas palavras de carinho, pensamentos positivos e companhia até aqui.

À grande amiga Monike por todos os conselhos, apoio pessoal e profissional. Você contribui ativamente para eu ser uma pessoa melhor. Obrigada por acreditar no meu potencial.

Às parceiras que contribuíram incansavelmente para que esse trabalho pudesse ser executado. Camila, Caroline, Joana e Julia que demonstraram o verdadeiro significado de força, garra, união e perseverança.

À querida amiga e colega Julia por sempre acreditar em mim e em meus propósitos, por me alegrar em períodos difíceis e celebrar euforicamente minhas conquistas.

Ao meu orientador Rafael Ulguim por compartilhar comigo seu vasto conhecimento e pelas oportunidades concedidas, mesmo antes do período de pós-graduação. Agradeço a compreensão e suporte durante minha caminhada.

Agradeço a toda equipe do Setor de Suínos, pela parceria durante os quase 5 anos que permaneci junto ao grupo. Em especial aos professores Ana Paula Mellagi, David Barcellos, Fernando Bortolozzo e Karine Takeuti que contribuíram ativamente para o meu desenvolvimento. Aos colegas de mestrado que compartilharam suas experiências e “pegaram junto” em todas as atividades durante a pós-graduação. Aos estagiários agradeço a dedicação e a oportunidade de aprender junto a vocês diariamente.

À Capes e Agroceres PIC, pelo auxílio financeiro.

- 1 À empresa Master por disponibilizar suas instalações e animais para a realização do
- 2 experimento. E aos funcionários que auxiliaram ativamente durante o período de experimento,
- 3 especialmente ao Ademir e à Syane.
- 4 Aos membros do PPGCV e da UFRGS.

RESUMO

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO *FLUSHING* ALIMENTAR PRÉ-COBERTURA SOBRE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO CORPORAL E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE LEITOAS

Autor: Victória Nunes Pereira

Orientador: Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim

Co-orientadores: Prof^a. Dra. Ana Paula Gonçalves Mellagi

Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Um aumento na quantidade de ração ofertada para as leitoas antes da inseminação (*flushing* alimentar) é uma estratégia para incrementar o número de ovulações e o número total de leitões nascidos (NT). No entanto, esta prática é hoje questionável considerando o melhoramento genético para leitoas hiperprolíficas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento corporal e desempenho reprodutivo de leitoas submetidas a diferentes níveis de alimentação pré-cobertura. Leitoas com 180 dias de idade (PIC Camborough[®], EUA) foram alojadas em baias e alimentadas com 2,1 kg/dia de uma dieta à base de milho e farelo de soja (3.249 kcal EM/kg, 12,7% de proteína bruta, 1,6% de fibra bruta e 0,62% de lisina digestível) até o primeiro estro (d0). Nesse momento, foram transferidas para gaiolas, sendo o peso corporal (PC) medido no dia 5. Os tratamentos consistiram da oferta diária de ração para atender duas (2×), duas e meia (2,5×) ou três vezes (3×) a necessidade diária de energia para manutenção (EMm; NRC, 2012) do dia 6 até a inseminação (IA, segundo estro). Ração seca foi fornecida manualmente duas vezes ao dia, sendo as sobras pesadas diariamente. Leitoas que consumiram menos de 70% da oferta de ração por cinco dias foram removidas do experimento. No momento da IA, as leitoas (n=368) foram pesadas. A taxa de parto (TP), leitões nascidos vivos (NV) e NT foram registrados. Em uma subamostra (n=211 leitoas), foi registrado o peso ao nascimento dos leitões (PL). Contrastes polinomiais foram usados para analisar os efeitos lineares e quadráticos do aumento da oferta diária de ração (procedimento GLIMMIX do SAS). O *flushing* durou $14,5 \pm 0,2$ d sem diferença entre os tratamentos ($P = 0,85$). A quantidade diária de ração (kg/d) aumentou linearmente (2× – $2,3 \pm 0,1$; 2,5× – $2,7 \pm 0,1$ e 3× – $3,2 \pm 0,1$) conforme o nível de manutenção. Assim, a ração total consumida durante o período de *flushing* aumentou linearmente de 2× ($32,5 \pm 0,5$ kg), 2,5×

1 (40,2±0,5 kg) até 3× (46,8±0,5 kg) a manutenção (P < 0,01). Houve um aumento linear (P <
2 0,01) no ganho de peso do d6 até a IA nas leitoas alimentadas com 2× (10,7±0,7 kg), 2,5×
3 (13,5±0,8 kg) e 3× (15,0±0,8 kg). Como resultado, o PC na IA foi maior para maiores níveis
4 de manutenção (2× – 131,4±0,7 kg; 2,5× – 134,2±0,8 kg e 3× – 135,7±0,8kg.; Efeito linear; P <
5 0,01). Não houve efeito do tratamento (P = 0,10) na TP (2× – 93,9±2,1%; 2,5× – 87,6±3,3%;
6 3× – 87,9±3,4%), mas um efeito linear (P = 0,04) para um aumento na TP ajustada para uso
7 de 2× (96,4±1,6%) em relação aos demais níveis de alimentação (2,5× – 91,4±2,8%; 3× –
8 89,5±3,2%). O NT não foi afetado (P = 0,67) pelo uso de 2× (14,7±0,2), 2,5× (14,6±0,3) ou
9 3× (14,8±0,3) a manutenção. A média de PL (kg) não foi afetada (P = 0,66) pelos níveis de
10 alimentação (2× – 1,3±0,02; 2,5× – 1,3±0,02; 3× – 1,3±0,02). Em conclusão, o aumento da
11 oferta de ração (2× até 3× EMm) aumentou linearmente o PC das leitoas e reduziu a TP
12 ajustada. O NT e o PL não melhoraram com o aumento dos níveis de alimentação pré-
13 cobertura em leitoas.

14

15 **Palavras-chaves:**Níveis de Alimentação; Número Total de Nascidos; Peso Corporal.

1 **ABSTRACT**

2 *INFLUENCE OF FLUSH FEEDING BEFORE INSEMINATION ON BODY*
3 *DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF GILTS*

4
5 *Author: Victória Nunes Pereira*

6 *Advisor: Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim*

7 *Co-advisor: Prof^a. Dr. Ana Paula Gonçalves Mellagi*

8 *Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo*

9
10 Increasing the feed allowance for gilts before breeding (flush feeding), is a strategy to increase
11 the number of ovulations and the total number of piglets born (TPB). However, this practice
12 is questionable today considering the genetic improvement for hyperprolific gilts. Thus, this
13 study aimed to evaluate the reproductive performance of gilts submitted to different feeding
14 levels prior to breeding. Gilts with 180 days of age (PIC Camborough[®], USA) were housed
15 in pens and fed 2.1 kg/day of a standard corn-soybean-meal-based diet (3,249 kcal ME/kg,
16 12.7% crude protein, 1.6% crude fiber and, 0.62% standardized ileal digestible lysine) until
17 the first estrus. They were moved to crates on the day of the first estrus (day 0), and body
18 weight (BW) was measured on day 5 (120.7±0.6 kg). Treatments consisted of daily feed
19 allowances to meet two (2×), two and a half (2.5x), or three times (3×) the daily energy
20 requirement for maintenance (ME_m; NRC, 2012) and were fed from day 6 until the day of the
21 second estrus. Dry feed was manually given twice a day. The unconsumed feed was weighed
22 daily. Gilts that consumed less than 70% of the feed allowance for five days were removed.
23 At the second estrus, the gilts (n=368) were weighed and inseminated (AI). During gestation,
24 the same diet was provided (1.8kg/d). Farrowing rate (FR), piglets born alive (PBA), and TPB
25 were recorded. In a subsample (n=211 gilts), the piglets' birth weight (PBW) was recorded.
26 Polynomial contrasts were used to analyze the linear and quadratic effects of increasing the
27 daily feed allowance (GLIMMIX procedure of SAS). The treatment period lasted 14.5±0.2d
28 without differences among treatments (P = 0.85). According to the maintenance level, the
29 daily amount of feed (kg/d) increased linearly (2× – 2.3±0.1, 2.5x – 2.7±0.1, and 3× – 3.2±0.1).
30 Thus, the total feed consumed during the *flushing* period increased linearly from 2× (32.5±0.5
31 kg), 2.5x (40.2±0.5 kg) up to 3× (46.8±0.5 kg) the maintenance level (P < 0.01). There was a
32 linear increase (P < 0.01) in the BW gain from d6 until AI in gilts fed with 2× (10.7±0.7 kg),

1 2.5x (13.5±0.8 kg), and 3x (15.0±0.8 kg). As a result, BW at AI was higher for increased
2 levels of maintenance (2x – 131.4±0.7 kg; 2.5x – 134.2±0.8 kg, and 3x – 135.7±0.8 kg) (linear
3 effect; P < 0.01). There was no treatment effect (P = 0.10) on FR (2x – 93.9±2.1 %; 2.5x –
4 87.6±3.3 %; 3x – 87.9±3.4 %), but a linear effect (P = 0.04) for an increase in the adjusted FR
5 for the use of 2x (96.4±1.6 %) in relation to other feed levels (2.5x – 91.4±2.8 %; 3x –
6 89.5±3.2 %). The TPB was not affected (P = 0.67) by the use of 2x (14.7±0.2), 2.5x
7 (14.6±0.3), or 3x (14.8±0.3) the maintenance level of feed prior to breeding. Average of PBW
8 (kg) was not affected (P = 0.66) by the feed levels (2x – 1.3±0.02; 2.5x – 1.3±0.02; 3x –
9 1.3±0.02). In conclusion, increasing feed allowances (2x up to 3x the MEm) increased linearly
10 the gilt BW and reduced the adjusted FR. The TPB was not improved with the increase in the
11 feeding levels prior to breeding in gilts.

12

13 **Keywords:** Body Weight; Feed Levels; Total Born.

14

LISTA DE TABELAS

1		
2	Tabela 1. Composição da dieta fornecida.....	31
3	Tabela 2. Características de consumo de ração em leitoas tratadas com diferentes níveis de	
4	manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP)....	37
5	Tabela 3. Parâmetros de desenvolvimento corporal de leitoas tratadas com diferentes níveis	
6	de manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP).	
7	38
8	Tabela 4. Parâmetros de desempenho reprodutivo de leitoas tratadas com diferentes níveis de	
9	manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP)....	39
10	Tabela 5. Análises de progesterona, fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e	
11	avaliações dos folículos ovarianos em leitoas tratadas com diferentes níveis de manutenção	
12	diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP).	41

SUMÁRIO

1		
2	1. INTRODUÇÃO	10
3	2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4	2.1. A PUBERDADE DA FÊMEA SUÍNA	13
5	2.2. FATORES QUE INFLUENCIAM NA PUBERDADE	13
6	2.3 A IMPORTÂNCIA DA INDUÇÃO À PUBERDADE	15
7	2.4 IMPORTÂNCIA DA IDADE E PESO ALVO DE COBERTURA	16
8	2.5 ESTRATÉGIAS DE MANEJO ALIMENTAR NA FASE PRÉ-PÚBERE DE LEITOAS	17
9	2.6 <i>FLUSHING</i> ALIMENTAR EM LEITOAS DE REPOSIÇÃO	18
10	2.7 BASES FISIOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DO <i>FLUSHING</i> ALIMENTAR	20
11	3. ARTIGO CIENTÍFICO	27
12	RESUMO	27
13	ABSTRACT	28
14	INTRODUÇÃO	29
15	MATERIAL E MÉTODOS	30
16	RESULTADOS	36
17	DISCUSSÃO	42
18	CONCLUSÃO	45
19	REFERÊNCIAS	45
20	4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
21	5. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

A evolução da cadeia suinícola é constituída por avanços em diversas áreas do processo produtivo, sendo o melhoramento genético dos animais um importante item no processo evolutivo. Nesse sentido, destaca-se a seleção genética direcionada ao aumento no tamanho de leitegada. Nos rebanhos suínos brasileiros, isso pode ser observado através dos relatórios anuais de produtividade, onde se observa um aumento de mais de dois leitões nascidos totais por fêmea (12,34 vs. 14,41) de 2008 até 2019 (AGRINESS, 2020). Adicionalmente, a condição corporal das matrizes, que durante a puberdade era composta por maior deposição de gordura (BELTRANENA *et al.*, 1991b), em alguns anos de melhoramento se inverteu e passou a apresentar-se em uma constituição de massa magra mais pesada e reduzida deposição de gordura na carcaça (KUMMER *et al.*, 2009).

Embora as informações sobre o peso das leitoas no início da estimulação do cachaço, ou no momento do estro puberal, sejam um passo crítico para atingir o alvo de peso na IA (FOXCROFT *et al.*, 2010), esses registros normalmente não estão disponíveis na indústria (KHANJI *et al.*, 2018). Geralmente as atenções se voltam a um peso alvo de cobertura, onde há recomendação de fazer com que as leitoas atinjam peso corporal superior a 135 kg e inferior a 150 kg no estro da cobertura (WILLIAMS; PATTERSON; FOXCROFT, 2005; KIM; YANG; BAIDOO, 2016). Essa meta de peso é relacionada a estratégia de tentar prever o peso ao parto. Clowes *et al.*, (2003) relataram que o peso corporal acima de 180 kg após o parto seria o recomendado para se prevenir efeitos prejudiciais de perda de tecido magro durante a primeira lactação no desempenho reprodutivo subsequente. Seguindo o mesmo pensamento, Williams; Patterson; Foxcroft, (2005) relataram que leitoas com peso inferior a 135 kg têm menos nascidos totais em três partos do que leitoas com peso superior a 135 kg. Dessa forma, atingindo um peso alvo entre 135 e 150 kg, e assumindo um ganho de peso de 35 a 40 kg durante a gestação, as leitoas estariam no peso alvo ao parir (FOXCROFT, *et al.*, 2009; PATTERSON, *et al.*, 2016). Por outro lado, leitoas mais pesadas no primeiro serviço tiveram uma diminuição na taxa de parto na segunda paridade (AMARAL FILHA *et al.*, 2010). Além disso, leitoas inseminadas com peso superior a 170 kg possuem maior risco de não permanecerem no rebanho até o terceiro parto, principalmente devido a problemas de aparelho locomotor (AMARAL FILHA *et al.*, 2010). Essas leitoas também tendem a ter maiores demandas de manutenção energética ao longo de sua vida produtiva (BORTOLOZZO *et al.*, 2009). Além disso, em comparação com marrãs de crescimento mais lento (<700 g/d), as

1 leitoas com taxas de crescimento na vida >771 g/d tiveram um maior número total de leitões
2 nascidos, mas também tiveram mais natimortos e mais leitões nascidos com peso inferior a
3 1,2 kg (AMARAL FILHA et al., 2010).

4 Nesse sentido, é esperado que a taxa de crescimento desses animais e as demandas
5 nutricionais, também sejam alteradas ao longo dos anos. Estratégias alimentares ainda são
6 bem debatidas e relacionadas na grande maioria a evolução das linhagens genéticas. Em
7 comparação com as linhagens de 20 anos atrás, os genótipos maternos modernos são mais
8 sensíveis ao manejo nutricional devido ao seu menor apetite (BORTOLOZZO *et al.*, 2009).
9 As leitoas que consomem mais ração crescem mais rápido, mas tendem a acumular gordura,
10 e o peso excessivo pode ser um fator de risco para a retenção no rebanho e eficiência
11 reprodutiva (CALDERÓN DÍAZ *et al.*, 2015). A nutrição e a composição corporal
12 influenciam a idade puberal e, posteriormente, a taxa de ovulação, que por sua vez afeta o
13 desempenho reprodutivo das leitoas (KIRKWOOD; AHERNE, 1985).

14 O manejo de restrição alimentar aplicado às leitoas geralmente é mais associado a
15 benefícios atrelados a otimização no consumo de ração e busca de uniformidade do peso e
16 deposição de gordura dos animais a cobertura. Usualmente as dietas para essa classe de
17 animais são elaboradas com menor energia do que as dietas de suínos para o abate, para evitar
18 o excesso de gordura corporal (JOAB; BALOGH; NOVOTNI DANKÓ, 2019).
19 Adicionalmente as características de peso e deposição de gordura, a estratégia de restringir o
20 fornecimento de ração em períodos não produtivos também são encorajadas com base em
21 preocupações com os custos de alimentação (VAN DEN BRAND *et al.*, 2001). No que tange
22 a reprodução dos animais, a supressão de alimentação no período de recria pode levar a um
23 baixo índice de crescimento da fêmea e em virtude disto, afetar a idade de puberdade (LE
24 COZLER *et al.*, 1998) e, por consequência, acaba atrasando a vida produtiva do animal.
25 Perdas significativas foram apontadas quando a restrição alimentar é implementada na fase
26 pré-cobertura e corroboram com estudos de que leitoas (123 dias de idade) submetidas a um
27 fornecimento reduzido em 25% de ração (em relação a animais que receberam alimentação
28 *ad libitum*), tiveram menor taxa de ovulação do que fêmeas tratadas com a utilização de
29 *flushing* alimentar, ou seja, sem restrições ou limites máximos de quantidade diária de
30 alimentação (MILLER *et al.*, 2011). Em um estudo realizado por Johnson *et al.*, (2022) que
31 teve por objetivo avaliar os efeitos da limitação energética em 25% durante o período pré-
32 cobertura sobre as características reprodutivas e de longevidade em duas linhagens genéticas

1 de leitoas, a reduzida ingestão de energia durante o desenvolvimento não afetou
2 significativamente nenhuma medida de desempenho reprodutivo e longevidade da fêmea no
3 plantel. Assim, limitar a ingestão de energia durante o desenvolvimento das leitoas
4 demonstrou o potencial de reduzir os custos de alimentação no período sem afetar o
5 desempenho reprodutivo subsequente.

6 O *flushing* nutricional é implementado no período que antecede a inseminação
7 artificial. Tanto no período pré-cobertura quanto no momento entre desmame e o estro a
8 utilização desse manejo visa influenciar o desenvolvimento folicular. No passado, os
9 benefícios do *flushing* em leitoas foram bem evidenciados, sendo que um incremento de 0,8
10 kg na quantidade diária de ração entre o primeiro e o segundo estro aumentou o número de
11 folículos ovulados quando comparadas ao grupo controle (14,0 vs. 12,0) respectivamente
12 (BELTRANENA *et al.*, 1991a). Outros estudos também demonstraram o efeito positivo dessa
13 estratégia alimentar sobre a taxa ovulatória (FLOWERS *et al.*, 1989), que diretamente refletia
14 no aumento do número de embriões (BELTRANENA *et al.*, 1991a). No entanto, em duas
15 décadas de melhoramento genético das linhagens não houve atualização sobre os impactos
16 desse manejo. Em fêmeas desmamadas, estudo recente indica que a estratégia não melhora o
17 total de leitões nascidos (GIANLUPPI *et al.*, 2020). Já em leitoas, também em estudo recente,
18 foi demonstrado que o *flushing* alimentar melhorou a taxa de ovulação e que a sobrevivência
19 embrionária foi prejudicada quando fornecido um volume maior de ração no mesmo período
20 (2,1 kg vs. 3,6 kg) (MALLMANN *et al.*, 2020). Nesse estudo a estratégia foi aplicada após a
21 apresentação do segundo estro das leitoas, período em que comumente não se aplica na rotina
22 prática das granjas que utilizam a genética Agroceres PIC Camborough® em virtude de
23 aumentar a idade de cobertura dessas fêmeas (MALLMANN *et al.*, 2020).

24 A otimização do *flushing* nutricional em leitoas permite uma otimização no uso da
25 ração melhorando a relação custo-benefício nessa fase produtiva. O estabelecimento da
26 quantidade de ração a ser ofertada no *flushing* pode ainda trazer benefícios no
27 desenvolvimento corporal das matrizes, no sentido de evitar excesso de peso. Dessa forma, a
28 proposta do presente estudo foi a avaliar leitoas submetidas a diferentes quantidades de ração
29 fornecidas durante o *flushing* nutricional pré-cobertura sobre variáveis de desenvolvimento
30 corporal e desempenho reprodutivo de leitoas.

31

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A puberdade da fêmea suína

A maturidade sexual de fêmeas da espécie suína é reconhecida quando há apresentação da puberdade, que é a manifestação do 1º estro seguido de contínua ciclicidade, ou seja, estros subsequentes (ROZEBOOM *et al.*, 1995). A chegada a puberdade é variável e diversos são os fatores que influenciam esse acontecimento, podendo ser classificados em fatores relacionados as questões fisiológicas dos animais e fatores relacionados aos manejos que antecedem a puberdade (EVANS e O'DOHERTY, 2001).

No início da década de oitenta ainda não eram bem compreendidos os mecanismos fisiológicos que influenciavam o início da puberdade e a regulação do ciclo estral das leitoas. Entretanto já se especulava que a raça, o tipo de alojamento e a estação do ano poderiam influenciar esse evento (CHRISTENSON, 1981). Antes da puberdade, as leitoas passam por um período definido por um alto desenvolvimento ovariano, mas com secreção relativamente baixa de gonadotrofinas. Durante a fase pré-puberal, estímulos externos, como a exposição ao macho, podem induzir e sincronizar a primeira ovulação (HUGHES; PEARCE; PATERSON, 1990). Estão intimamente associados ao início da puberdade, os níveis hormonais e o amadurecimento corporal da fêmea (BORTOLOZZO e WENTZ, 2006), e mais precisamente, o desencadeamento ocorre a partir da maturação do eixo hipotálamo-hipófise.

A leptina plasmática e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) são reconhecidos por desempenhar um papel na regulação do crescimento, na composição corporal e no início da puberdade, porém somente conseguem expressar sua função de acordo com a condição corporal e metabólica do animal. O ovário é sensibilizado pelo aumento de IGF-1, que possui um efeito estimulador da foliculogênese (PRUNIER e QUESNEL *et al.*, 2000) que permite com que o hormônio luteinizante (LH) aumente suas concentrações e cumpra sua função de maturação final e ovulação dos folículos.

2.2. Fatores que influenciam na puberdade

A linhagem genética pode ser considerada o fator que mais influencia nesse evento, pois as modificações obtidas com o melhoramento genético permitiram avanços e modulações em diferentes fenótipos, como a precocidade e hiperprolificidade (MILLER *et al.*, 2011), melhorando a performance das fêmeas suínas frente aos diferentes objetivos comerciais.

1 Assim, a diferença entre linhagens define as orientações a serem seguidas em relação a
2 práticas de manejo e indução a puberdade (MAGNABOSCO *et al.*, 2014).

3 A recomendação de algumas linhagens é de iniciar a estimulação entre 190 a 200
4 dias (DB-Genética Suína, 2013). Porém, quando as fêmeas alcançam 160 a 170 dias de vida,
5 apresentam altas taxas de crescimento com potencial de atingirem o peso mínimo
6 recomendado para a cobertura, recomenda-se o manejo de indução mais precocemente (DB-
7 Genética Suína, 2013). Destaca-se nessa linhagem, que a indução em idade abaixo da citada
8 anteriormente (156–170 vs. 140–155 dias de idade), compromete o percentual de leitoas em
9 estro em até 17% em 30 dias de exposição ao macho (MAGNABOSCO *et al.*, 2014). Em
10 fêmeas da genética Agrocere PIC (Camborough[®], PIC, EUA) a recomendação é de iniciar a
11 indução com o macho por volta dos 168 a 182 dias de idade (AGROCERES PIC, 2018). No
12 trabalho de Amaral Filha *et al* (2009), usando leitoas de linhagem similar (Camborough[®] 22,
13 PIC, EUA), a estimulação com o macho a partir dos 150 dias de idade não afetou o percentual
14 de entrada em estro até 20 dias independente da taxa de crescimento das leitoas, porém, em
15 idades mais precoces de indução (130-149 dias) e taxas de crescimento na vida inferiores a
16 725g/dia comprometeram esse indicador.

17 A puberdade sofre uma influência negativa de longos fotoperíodos. Os efeitos
18 sugerem que há certa influência nas alterações de sensibilidade no eixo hipotalâmico
19 ocasionados por um feedback negativo do estrogênio plasmático (PATERSON; PEARCE;
20 D'ANTUONO, 1991). A fertilidade sazonal pode ser controlada pela glândula pineal em
21 resposta a padrões de exposição à luz, levando a diferentes concentrações e durações de
22 melatonina noturna em circulação. Por isso, a baixa fertilidade durante o verão está associada
23 à dias mais longos e durações mais curtas de melatonina noturna, enquanto as estações com
24 melhor fertilidade mostram períodos mais longos de liberação noturna de melatonina
25 (VASANTHA, 2016). Em um estudo recente, após administração oral de melatonina, as
26 leitoas demonstraram pouca resposta ao desenvolvimento folicular, sem outros efeitos
27 positivos sobre a fertilidade. Porém, nas porcas a administração chegou a reduzir ~8,0% a
28 expressão de estro e tendeu a contribuir para o prolongamento do intervalo desmame-estros
29 (AREND *et al.*, 2019).

30 Fatores relacionados a restrição de crescimento e maturidade são mais importantes
31 frente a alterações em maturação reprodutiva em fêmeas com baixo peso vivo (GAUGHAN
32 *et al.*, 1997). O peso reduzido demonstra um atraso no aparecimento do estro puberal (KING,

1 1989). É baixa a porcentagem de leitoas com baixo peso que demonstram estro após a
2 estimulação (AMARAL FILHA *et al.*, 2009) e há correlação negativa significativa ($r = -0,36$)
3 entre a baixa taxa de crescimento e a idade a puberdade (KUMMER *et al.*, 2006). Kummer *et*
4 *al.* (2009) demonstraram que leitoas que possuem taxa de crescimento mais baixas (577 g/dia
5 do nascimento até aproximadamente 144 dias de idade) possuem menor probabilidade de
6 apresentarem puberdade mais cedo do que fêmeas que possuem crescimento maior (724
7 g/dia).

8 A utilização do macho para estímulo da puberdade é bem consolidada (GOUDET *et*
9 *al.*, 2019). E a exposição realizada diariamente é eficaz para obtenção de puberdade precoce
10 (VAN WETTERE *et al.*, 2006). O contato direto do macho com as leitoas dentro das baias é
11 mais eficaz que o manejo de deixar o macho na frente do portão de entrada das baias
12 (PATTERSON, J. L. *et al.*, 2002b).

13

14 **2.3. A importância da indução à puberdade**

15 A idade a puberdade e a taxa de retenção da fêmea estão diretamente associadas
16 (KNAUER *et al.*, 2011). O número de leitoas descartadas no plantel anualmente é grande,
17 podendo chegar à 20% de descartes prematuros (ENGBLOM *et al.*, 2007). Estudo realizado
18 por Stalder *et al.*, (2003) buscou determinar até quando uma fêmea suína deveria permanecer
19 no rebanho para que não houvessem prejuízos econômicos e concluíram que deveriam
20 permanecer por pelo menos três partos para retornar o investimento. Taxas elevadas de
21 reposição ocasionadas pela baixa longevidade e pequena retenção de fêmeas aumentam os
22 gastos com leitoas de reposição (SERENIUS *et al.*, 2006). Além disso, a rentabilidade dos
23 investimentos melhora quando a taxa de retenção das fêmeas aumenta, contribuindo assim
24 para uma maior lucratividade do sistema produtivo (STALDER *et al.*, 2003). E nesse sentido,
25 o desenvolvimento de práticas de gerenciamento da matriz de reposição, que inclui as
26 estratégias de manejo alimentar, com ênfase na retenção dessas fêmeas é crucial para manter
27 a produtividade (WILSON e WARD, 2008).

28 Outro fator determinante à eficiência reprodutiva são os dias não produtivos (DNP),
29 caracterizados pelos dias em que as fêmeas não estão gestando ou lactando. Economicamente
30 esses dias atribuem prejuízos a produção. A eficiência reprodutiva do rebanho aumenta à
31 medida que o DNP é reduzido (ROZEBOOM *et al.*, 1995). É possível aumentar a eficiência
32 do rebanho reprodutor realizando melhorias no manejo com as leitoas de reposição. Mesmo

1 que pequenas mudanças, como por exemplo, promover a detecção de cio mais de uma vez ao
2 dia ou promover alternância na utilização dos machos utilizados para a detecção, podem
3 contribuir para reduzir o número de descartes devido a condição de anestro (FOXCROFT *et*
4 *al.*, 2006).

5 A exposição a indução em idade precoce (135-140 dias de idade) demonstra bons
6 resultados para produtividade e manutenção da fêmea no plantel (HOLDER *et al.*, 1995).
7 Sabe-se que o processo de puberdade é acelerado quando há uma exposição precoce ao macho
8 suíno (AMARAL FILHA *et al.*, 2009) e que a capacidade de sincronização e obtenção de
9 puberdade em leitoas está intimamente ligada ao início da exposição ao macho (FOXCROFT,
10 *et al.*, 2006). À medida que a idade de exposição aumenta, o intervalo entre a exposição ao
11 macho e a puberdade é reduzido, mesmo em genótipos com maturidade fisiológica posterior
12 (PATTERSON, *et al.*, 2002b; VAN WETTERE *et al.*, 2006). Patterson *et al.*, (2002a)
13 demonstraram que ao estimular diariamente o contato entre o macho e a leitoa precocemente
14 (140 dias de idade) cerca de 75% das leitoas demonstram início da ciclicidade. O mesmo
15 resultado é notado em estudos onde a resposta a indução chega a 84% de estro puberal
16 (KUMMER *et al.*, 2009).

17 Assim, torna-se fundamental que se mantenha um bom manejo de indução a
18 puberdade das fêmeas de reposição para assegurar a lucratividade do sistema produtivo
19 (STALDER *et al.*, 2003), contribuindo para o desenvolvimento da leitoa e, otimizando a vida
20 reprodutiva dessas fêmeas (KOKETSU *et al.*, 2017).

21

22 **2.4. Importância da idade e peso alvo de cobertura**

23 A idade das leitoas à primeira cobertura é um fator determinante para o
24 desenvolvimento subsequente no plantel (SCHUKKEN *et al.*, 1994). Leitoas que possuem
25 idade mais avançada a cobertura, mostraram-se menos férteis, menos prolíficas, com maior
26 número de retornos ao estro e conseqüentemente são descartadas mais cedo do rebanho
27 (KOKETSU *et al.*, 1999). Young *et al.* (2008) relatam que o aumento da idade na primeira
28 cobertura (mais que 260 dias de idade) pode de fato reduzir a permanência no plantel
29 reprodutivo, porém esse é um cenário que ocorre apenas em situações de um mau
30 gerenciamento do plantel. Fêmeas com alta idade a primeira cobertura demonstram uma
31 eficiência inferior (KANEKO e KOKETSU, 2012). Há menor longevidade em fêmeas
32 submetidas à cobertura com idade mais elevada do que fêmeas inseminadas em uma idade

1 mais baixa (PATTERSON *et al.*, 2010). Nos Estados Unidos, países do sul da Europa e Japão,
2 a primeira cobertura das leitoas geralmente é realizada em torno de 240 dias para garantir que
3 nesse período as reservas corporais já tenham sido estabelecidas (KOKETSU *et al.*, 2017).
4 Porém, conforme comentado anteriormente, essa decisão impacta diretamente nos DNP, bem
5 como na possibilidade de identificar leitoas de maior precocidade com melhor desempenho e
6 longevidade.

7 Em relatos mais atuais, fêmeas inseminadas com idade elevada (acima de 260 dias)
8 tem uma maior relação com a ocorrência de retornos ao estro considerados tardios (TANI *et*
9 *al.*, 2016). Essas fêmeas podem apresentar problemas reprodutivos principalmente por terem
10 as funções dos ovários e corpos lúteos comprometidas, e com baixas concentrações de
11 progesterona plasmática (BERTOLDO *et al.*, 2012). Em contrapartida, os retornos regulares
12 aumentam em leitoas mais novas a primeira cobertura, provavelmente devido aos seus
13 sistemas endócrinos imaturos (KOKETSU *et al.*, 2017).

14 Em relação ao peso, Willians *et al.* (2005) recomendam que as leitoas pesassem ao
15 menos 180 kg no primeiro parto para minimizar o impacto do déficit energético da fase de
16 lactação e, para isso, um peso mínimo 135 kg na inseminação deve ser preconizado. Leitoas
17 com peso inferior a 135kg apresentam menos nascidos totais até o terceiro parto do que leitoas
18 com peso superior a 135 kg (AMARAL FILHA *et al.*, 2009).

19

20 **2.5. Estratégias de manejo alimentar na fase pré-púbere de leitoas**

21 A adequada nutrição das fêmeas em crescimento possui impacto significativo no seu
22 desenvolvimento. O volume de ração, a qual as leitoas são submetidas durante a fase de
23 crescimento, influencia no momento em que essas fêmeas demonstrarão o início da puberdade
24 (EVANS e O'DOHERTY, 2001). Além disso, a taxa ovulatória durante os primeiros ciclos
25 reprodutivos também é influenciada pela condição alimentar desses animais.

26 Existem diversos mecanismos através dos quais mediadores metabólicos modulam a
27 interação entre a nutrição e acontecimentos reprodutivos dos animais. A ação promovida por
28 vias neuroendócrinas ocorre através da atuação direta de mediadores metabólicos no
29 hipotálamo e na hipófise (PRUNIER; QUESNEL, 2000). Alguns mediadores, como a insulina
30 e IGF-I, controlam a nutrição folicular por meio de alterações ocasionadas na foliculogênese,
31 servindo então como fatores de crescimento dessas células (BELTRANENA *et al.*, 1991b;
32 PRUNIER; QUESNEL, 2000; FERGUSON *et al.*, 2003).

1 Há evidências de que a ação da leptina esteja relacionada ao controle de apetite, e
2 com possível envolvimento na reprodução e crescimento do animal. Esse hormônio pode
3 contribuir para a ativação do início da puberdade em leitoas (BARB; KRAELING;
4 RAMPACEK, 2001). A insulina estimula a utilização de nutrientes nas células da granulosa
5 dos folículos e assim estimula a foliculogênese (PRUNIER; QUESNEL, 2000), além de ser
6 relacionada ao um aumento na taxa de ovulação (COX, 1987)

7 A alimentação à vontade tende a levar fêmeas em crescimento a maiores
8 comprometimentos e problemas de aparelho locomotor (DOURMAD, 1991). Já em uma
9 alimentação restrita, ocorre a diminuição da taxa de crescimento e de quantidade de gordura
10 corporal de leitoas (MILLER *et al.*, 2011). Esse tipo de dieta favorece a apresentação da
11 espessura de toucinho menor do que a preconizada para o momento do (DOURMAD, 1991).
12 Atualmente o que se propõe é que o programa de nutrição seja baseado em escores de condição
13 corporal, pois assim se tem maior controle também do peso da fêmea até a primeira cobertura
14 (GILL, 2007).

16 **2.6. Flushing alimentar em leitoas de reposição**

17 O principal objetivo em empregar essa técnica é aumentar o número total de leitões
18 nascidos através do aumento do número de ovulações. Esse regime alimentar provoca
19 alterações no perfil hormonal reprodutivo e metabólico quando utilizados no período pré-
20 cobertura (FERGUSON *et al.*, 2003). O aumento do consumo de alimento leva a uma
21 mudança metabólica e uma das primeiras alterações é relacionada a elevação de teores
22 plasmáticos de insulina (BOOTH *et al.*, 1996). Além disso, aparentemente os níveis
23 plasmáticos de IGF-I, progesterona, estradiol e leptina também aumentam em razão de um
24 acréscimo na alimentação das leitoas (FERGUSON *et al.*, 2003). Flowers *et al.* (1989)
25 verificaram que a implementação de alimentações com altos teores de energia, 1,4x para 2,8x
26 a manutenção, aumenta a frequência de pulsos de LH e o número de ovulações do mesmo
27 período. Essas condições favorecem também a melhoria na maturação folicular e qualidade
28 de oócitos (BELTRANENA *et al.*, 1991a, ASHWORTH *et al.*, 1999; YANG *et al.*, 2000;
29 FERGUSON *et al.*, 2003). Beltranena *et al.* (1991a) demonstraram um aumento significativo
30 no número de corpos lúteos em leitoas alimentadas com diferentes níveis de energia. Rhodes
31 *et al.* (1991) observaram que o uso de *flushing* em leitoas aumentou o número de corpos lúteos
32 de $13,4 \pm 0,4$ para $14,5 \pm 0,4$ e o peso de leitegada em $1,43\text{kg/leitegada}$ ($P = 0,01$). Além disso

1 em outros estudos o efeito positivo do flushing sobre a taxa ovulatória é mencionado
2 (FLOWERS *et al.*, 1989) e que conseqüentemente essa é uma estratégia que colabora
3 diretamente para o aumento do número de embriões (BELTRANENA *et al.*, 1991a).
4 Mallmann *et al.*, (2020) demonstrou que a estratégia melhora a taxa de ovulação, porém a
5 sobrevivência embrionária acaba sendo prejudicada quando as leitoas consomem um maior
6 nível de manutenção durante o flushing (1,7× vs. 2,8×).

7 Ainda na fase pré-púbere quando foi verificada a influência da estratégia de restringir
8 a ração (em 20% em relação ao fornecimento *ad libitum*) e posteriormente associar ao *flushing*
9 nutricional no 2º ou 3º ciclo houve um aumento ($P < 0,05$) em 0,93 o número de corpos lúteos
10 em comparação a alimentação *ad libitum*, 16,74 vs. 15,81, respectivamente. Nas fêmeas
11 mantidas em alimentação *ad libitum*, o número de fetos não foi influenciado pelo ciclo (2º ou
12 3º) porém houve um aumento no número de fetos ($P < 0,05$) nas fêmeas em restrição alimentar.
13 A taxa de sobrevivência fetal e o percentual de sobrevivência melhorou ($P < 0,05$) em
14 comparação com a alimentação *ad libitum* (78,21% vs. 74,94%) (MUNIZ *et al.*, 2013).

15 A utilização do *flushing* é preconizada em um período de 10 a 14 dias antes da
16 inseminação artificial da leitoa (PENZ *et al.*, 2009). As recomendações tradicionais indicam
17 um fornecimento com uma alimentação levemente restrita durante os 7 dias iniciais do ciclo
18 (após a detecção da puberdade) e, posteriormente aplicação de fato do flushing em um tempo
19 mínimo de 14 dias (ASHWORTH; ANTIPATIS, 1999; BELTRANENA *et al.*, 1991b;
20 FERGUSON *et al.*, 2003), pois este é o período em que haverá o processo de recrutamento e
21 seleção folicular (HUNTER; GRANT; FOXCROFT, 1989; HUNTER; WIESAK, 1990;
22 PRUNIER *et al.*, 1993; DRIANCOURT; LOCATELLI; PRUNIER, 1995). Ao comparar o
23 fornecimento da dieta dividido em duas vezes ao dia ao fornecimento em múltiplas vezes
24 parece ser mais benéfico, para o desenvolvimento folicular e subsequente desenvolvimento
25 embrionário, devido aos dois picos prolongados de insulina por dia quando comparada a
26 mesma quantidade de insulina diária secretada em frequentes picos de curta duração
27 (WIENTJES, J. *et al.*, 2012).

28 Ao avaliarem duas diferentes fontes energéticas no período de *flushing* (amido de
29 milho= carboidrato e óleo de soja=lipídeo) foi demonstrado que o número total de corpos
30 lúteos (15,52 vs. 14,70, carboidrato vs. lipídeo, respectivamente) e número total de embriões
31 (13,95 vs. 12,32, carboidrato vs. lipídeo, respectivamente) foram influenciados pelo
32 carboidrato incluído na dieta ($P < 0,01$). Contudo, a utilização do amido de milho não foi

1 capaz de influenciar a taxa de sobrevivência embrionária. (MACHADO *et al.*, 2008). Almeida
2 *et al.*, (2014) testaram as mesmas fontes de energia (milho ou óleo de soja) ao fornecer o
3 *flushing* alimentar para leitoas. Nesse trabalho, as leitoas foram abatidas no dia 28 de gestação
4 e os tratos reprodutivos recuperados para posterior análise. As leitoas que consumiram a dieta
5 a base de amido de milho apresentaram maiores taxas de ovulação, número de embriões, peso
6 do embrião e peso da placenta ($P < 0,05$). Esses resultados sugerem que é possível manipular
7 a resposta insulínica da dieta em leitoas cíclicas e, assim, melhorar a eficiência reprodutiva ao
8 fornecer um carboidrato como principal fonte de energia durante as fases lútea e folicular do
9 ciclo. Após a inseminação é preconizado que se interrompa essa estratégia visto que efeitos
10 negativos em relação a sobrevivência embrionária já foram descritos (JINDAL *et al.*, 1996)
11

12 **2.7 Bases fisiológicas para utilização do *flushing* alimentar**

13 A foliculogênese e seus mecanismos regulatórios variam de acordo com o estágio de
14 puberdade e estado fisiológico da fêmea (BRÜSSOW *et al.*, 2002; RÁTKY, *et al.*, 2005). Os
15 ovários das leitoas começam a demonstrar sensibilidade às gonadotrofinas por volta dos 60
16 dias de idade. Neste momento, observa-se o desenvolvimento de folículos denominados
17 terciários que são capazes de sintetizar o hormônio folículo estimulante (FSH), para que
18 possam responder a mudanças naturais nas concentrações séricas de gonadotrofinas, bem
19 como à terapia hormonal exógena (RÁTKY, J.; BRÜSSOW; SOLTI, 1998; RÁTKY, *et al.*,
20 2005).

21 Os folículos em crescimento desempenham um papel crescente na produção e secreção
22 de estradiol, ativando o feedback negativo no eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Isso resulta
23 em concentrações séricas de gonadotrofinas diminuídas em leitoas pré-púberes (por volta dos
24 100 dias de idade), que possuem maior taxa metabólica de estrogênio nessa fase e, por isso,
25 embora tenham maior atividade ovariana, os níveis séricos de estradiol continuam reduzidos
26 (CAMOUS; PRUNIER; PELLETIER, 1985). Próximo à primeira ovulação, aumentos
27 significativos nas concentrações séricas de estradiol são observados e são diretamente
28 associados ao comportamento do primeiro estro (ESBENSHADE *et al.*, 1982).

29 À medida que ocorre a síntese de receptores de FSH, os folículos crescem até 1 mm
30 de diâmetro. Após atingirem 5 mm de diâmetro, o crescimento dos folículos é independente
31 da concentração sérica de FSH, pois nesse momento já são capazes de produzirem receptores

1 de hormônio luteinizante (LH). A secreção pulsátil de LH nesse período, permite um maior
2 crescimento dos folículos dependentes de LH, enquanto o restante dos folículos (com diâmetro
3 entre 1 e 5 mm) começa a sofrer atresia em virtude da redução no nível sérico de FSH
4 (DUFOUR *et al.*, 1988). Um alto nível de folículos atrésicos é o indicador do processo de
5 seleção folicular. A atresia não é impedida pelo estágio alcançado pelos folículos grandes e
6 selecionados, entretanto, a intensidade desse processo em folículos com diâmetro > 6 mm é
7 muito mais fraca (PRUNIER *et al.*, 1993).

8 Após a puberdade das leitoas, a principal mudança na foliculogênese é o aparecimento
9 do corpo lúteo, que influencia o desenvolvimento folicular (MURPHY *et al.*, 2001). A
10 atividade do corpo lúteo é quem determina a duração do ciclo estral, já que a duração da fase
11 folicular é geralmente estável. O perfil de secreção de progesterona é caracterizado por
12 maiores valores entre os dias 10 e 14 do ciclo e até o período pré-ovulatório permanece no
13 auge de secreção.

14 O número de folículos pequenos é baixo antes da ovulação, mas aumenta rapidamente
15 após a ovulação. Folículos médios apareceram no dia 3 do ciclo, no entanto, seus números se
16 tornaram significativos no dia 5 (KNOX *et al.*, 2003). A porcentagem de folículos atrésicos
17 no dia 5 é baixa porque eles estão em fase de crescimento. O número de folículos atrésicos
18 aumentou até 50% no dia 7. A porcentagem de folículos atrésicos oscilou entre 12% e 73%
19 nos dias 7 e 15 do ciclo estral (GRIMES; HAMMOND, 1993). A partir dessas informações,
20 sugere-se uma regularidade no processo de atresia, já que os folículos crescem em grupos com
21 maior desenvolvimento, e então a atresia ocorre de forma constante (GRIMES; HAMMOND,
22 1993).

23 Folículos grandes aparecem somente após a luteólise, ou seja, após o 15º dia do ciclo
24 (GRIMES; HAMMOND, 1993; LUCY *et al.*, 2001)). Isso significa que o folículo não pode
25 passar com sucesso pelo processo de seleção e atingir a maturidade na presença do corpo
26 lúteo. A fase folicular é muito mais curta que a fase lútea, mas há mais eventos foliculares
27 durante esse período. A maioria dos folículos de todas as classes de diâmetro é saudável e
28 cresce no momento da luteólise. No terceiro dia da fase folicular, muitos folículos,
29 principalmente os de diâmetro pequeno, tornam-se atrésicos devido ao processo de seleção.
30 No dia 5 após a luteólise, todos os folículos pequenos e aproximadamente 70% dos folículos
31 médios têm seu diâmetro diminuído, e a maior parte da superfície ovariana é recoberta por

1 folículos grandes com atividade de estradiol na fase pré-ovulatória (GRIMES; HAMMOND,
2 1993).

3 O evento mais importante durante o recrutamento é a síntese de receptores de FSH por
4 pequenos folículos, o que lhes permite crescer mais de 1 mm de diâmetro (GRIMES;
5 HAMMOND, 1993). Durante a ovulação, observa-se um pico de FSH, e altas concentrações
6 desse hormônio permanecem até por volta do 4º ou 5º dia do ciclo estral, estimulando o
7 desenvolvimento de folículos pequenos e médios e reduzindo a atresia (KNOX *et al.*, 2003).
8 A secreção está sob controle hipotalâmico do GnRH. As concentrações de FSH diminuem por
9 volta do dia 5, enquanto níveis elevados de atresia são observados (GRIMES; HAMMOND,
10 1993). Mais tarde, durante períodos de altas concentrações de progesterona, apenas pequenas
11 flutuações nos níveis de FSH são observadas (KNOX *et al.*, 2003).

12 A luteólise ocorre geralmente no dia 14 ou 15 e os níveis de progesterona reduzem.
13 Neste ponto, um segundo aumento significativo na concentração de FSH foi observado, o que
14 é crucial para o processo de recrutamento (KNOX *et al.*, 2003). Marrãs com altas taxas de
15 ovulação têm níveis mais elevados de FSH do que marrãs com baixas taxas de ovulação
16 (KNOX *et al.*, 2003; GRIMES; HAMMOND, 1993), alguns autores não encontraram essa
17 mesma associação (HUNTER *et al.*, 1993; MARISCAL *et al.*, 1998). O número de folículos
18 crescendo na fase folicular inicial é menor que a taxa de ovulação. Isso significa que, ao
19 contrário dos ruminantes, o recrutamento folicular em suínos é um processo de longa duração.
20 No início do processo de seleção, os folículos do pool recrutado estão em diferentes estágios
21 de desenvolvimento. Devido à grande variabilidade em diâmetro, morfologia e status
22 hormonal, a resposta folicular ao aumento de LH pode ser diferente (HUNTER; GRANT;
23 FOXCROFT, 1989; HUNTER; WIESAK, 1990).

24 O LH é muito mais versátil em atividade do que o FSH, porque influencia não apenas
25 o crescimento folicular, mas também a maturação final do oócito, ovulação e formação do
26 corpo lúteo. A concentração de LH durante a fase lútea e no início da fase folicular é
27 relativamente estável (KNOX *et al.*, 2003). Contudo, o fenômeno da secreção pulsátil é
28 observado durante a seleção folicular (DRIANCOURT; LOCATELLI; PRUNIER, 1995). O
29 mecanismo e a duração da seleção em suínos ainda não são totalmente reconhecidos. A base
30 desse processo é a síntese de receptores de LH nos folículos. É por isso que o crescimento

1 desses folículos se torna independente da concentração de FSH. A pulsatilidade de LH permite
2 um maior desenvolvimento folicular apesar do baixo nível basal desse hormônio.

3 A diminuição da concentração de FSH causa alterações atrésicas em folículos que não
4 sintetizaram receptores de LH (HUNTER; WIESAK, 1990; PRUNIER *et al.*, 1993). O
5 indicador de maturidade folicular é a ativação da enzima complexo de aromatase nas células
6 da granulosa, que possibilita a síntese e secreção de estradiol e inibina (YEN *et al.*, 2005). As
7 concentrações desses hormônios são estabilizadas em um nível baixo durante a fase lútea.
8 Após a luteólise, observa-se um aumento gradual nas concentrações de estradiol e inibina, e
9 o pico ocorre no período pré-ovulatório, possibilitando a manifestação do estro e provocando
10 o pico de LH (HUNTER; GRANT; FOXCROFT, 1989; KNOX *et al.*, 2003). O nível de ambos
11 os hormônios diminui rapidamente antes da ovulação, porque a maturação dos folículos está
12 relacionada com uma redução na produção de estradiol e um aumento na síntese de
13 progesterona (BRÜSSOW *et al.*, 2002; RÁTKY, Jozsef *et al.*, 2005).

14 Esse perfil de hormônios foliculares sugere que há apenas um processo de seleção
15 durante todo o ciclo estral, e o fator necessário para sua ocorrência é o baixo nível de
16 progesterona. O mecanismo que determina a duração da seleção permanece desconhecido. No
17 entanto, os primeiros estudos que investigaram este mecanismo mostraram que o número de
18 folículos maduros e a concentração de estrogênios têm papel fundamental no processo
19 (COLEMAN; FLEMING; DAILEY, 1984)

20 Considerável heterogeneidade em tamanho, morfologia e status hormonal de folículos
21 selecionados foi relatada em leitoas durante o estro (HUNTER; WIESAK, 1990; KNOX,
22 2005). A variação no pool folicular na ovulação parece determinar, pelo menos até certo
23 ponto, o peso ao nascer do leitão e a variação dentro da ninhada no peso ao nascer do leitão.
24 A heterogeneidade no desenvolvimento folicular na ovulação causa a variação no tamanho e
25 peso do CL e, portanto, tem sido relacionada com o desenvolvimento embrionário inicial mais
26 variável (XIE; NEPHEW; POPE, 1990). À medida que folículos maiores se desenvolvem em
27 CL maiores, a relação positiva entre o peso médio do CL durante a gestação e o peso médio
28 subsequente do leitão ao nascer pode, representar folículos mais desenvolvidos na ovulação
29 que liberam oócitos de maior qualidade (MARCHAL *et al.*, 2002) que se desenvolvem em
30 embriões melhores. Um maior peso médio do CL, no 35º dia de gestação, está relacionado a
31 um maior peso vital do embrião ($r = 0,17$) e um maior comprimento vital de implantação ($r =$

1 0,24) (DA SILVA, *et al.*, 2018). No entanto, os efeitos podem se tornar aparentes em estágios
2 posteriores da gestação, quando o crescimento dos fetos aumenta drasticamente e a capacidade
3 e a eficiência da placenta se tornam mais importantes.

4 O tamanho da leitegada é determinado por processos fisiológicos como a taxa de
5 ovulação, taxa de fecundação de oócitos e sobrevivência e desenvolvimento embrionário e
6 fetal. Processos como taxa de ovulação e sobrevivência embrionária e fetal estão relacionados
7 entre si, e altas taxas de ovulação e consequente falta de espaço uterino podem não apenas
8 afetar negativamente a sobrevivência embrionária e fetal, mas também o desenvolvimento
9 placentário e, portanto, o desenvolvimento embrionário e fetal. Isso foi bem demonstrado por
10 Père; Dourmad; Etienne (1997) em que foram avaliados três grupos de fêmeas. Em um grupo
11 houve a histerectomia ovariana-unilateral usada para reduzir o espaço uterino, e em outro
12 grupo houve a ligadura de um oviduto (LIG) usada para aumentar o espaço uterino, o último
13 grupo foi o controle sem nenhum tipo de intervenção. Nesse estudo houve uma maior
14 mortalidade no grupo controle quando comparado ao grupo LIG e segundo os autores isso
15 sugere que, mesmo em condições fisiológicas e anatômicas naturais, a capacidade uterina
16 pode limitar o tamanho da leitegada e que a alta taxa de ovulação nas leitoas do grupo controle
17 pode ser uma explicação da sobrevivência embrionária ser reduzida nessas leitoas em
18 comparação ao grupo LIG. Altas taxas de ovulação afetam a sobrevivência e a qualidade do
19 embrião (DA SILVA *et al.*, 2017; DA SILVA *et al.*, 2018) para porcas e leitoas,
20 respectivamente.

21 Altas taxas de ovulação foram relacionadas à maior variação de peso dentro da
22 leitegada ($P = 0,01$) em leitoas (DA SILVA *et al.*, 2016; DA SILVA *et al.*, 2017). Em porcas,
23 altas taxas de ovulação foram relacionadas com comprimentos placentários mais baixos, onde
24 cada corpo lúteo adicional representou uma diminuição no comprimento placentário de 0,38
25 cm no dia 35 de gestação (DA SILVA *et al.*, 2016). A relação de perdas embrionárias com
26 taxas de ovulação elevadas também está associada a unidades embrio-placentárias
27 comprometidas, tanto em termos de peso fetal reduzido quanto em peso reduzido de placenta,
28 no dia 40 de gestação (VAN DER WAAIJ *et al.*, 2010) e esses efeitos sobre as unidades
29 embrio-placentárias foram relacionados ao nível de mortalidade embrionária tardia, indicando
30 que altas taxas de ovulação combinadas com reduzido espaço uterino comprometem o
31 desenvolvimento das unidades embrio-placentárias remanescentes (DA SILVA *et al.*, 2016).

1 Vários hormônios são pesquisados afim de mediar as interações entre nutrição e
2 reprodução, incluindo vasta diversidade de metabólitos também (GUEDES; NOGUEIRA,
3 2001). Considerando os possíveis papéis relacionados da insulina e do IGF-I nessas
4 interações, pode-se inferir que uma dieta que efetivamente promova níveis plasmáticos
5 elevados de insulina e IGF-I seria uma ferramenta importante para melhorar a uniformidade
6 da leitegada e o peso dos leitões ao nascimento (VAN DEN BRAND *et al.*, 2001). O IGF-1
7 promove o crescimento celular e aumenta a secreção de hormônios esteroides. É também
8 positivamente relacionado a maturação oocitária, pois atua como cofator no desenvolvimento
9 folicular, e seus principais papéis são prevenir a apoptose das células da granulosa, promover
10 a proliferação, auxiliar o FSH em sua função e promover o crescimento e maturação folicular
11 geral (FERGUSON *et al.*, 2003; COSTERMANS *et al.*, 2020), em consequência a essas
12 características o desenvolvimento embrionário subsequente é influenciado (XIE; NEPHEW;
13 POPE, 1990; ZAK *et al.*, 1997)(ZAK *et al.*, 1997), assim como o desenvolvimento luteal e
14 secreção de P4 (WIEN TJES, J. *et al.*, 2012). O desenvolvimento e uniformidade fetal, assim
15 como o peso do leitão ao nascer, sofrem impactos desses processos (WIEN TJES *et al.*, 2013).

16 A insulina, assim como o IGF-I, tem efeito positivo nos ovários, pois estimula a
17 proliferação das células da granulosa e a produção de progesterona, e dessa forma aumenta a
18 esteroidogênese das células lúteas (SPICER; ECHTERNKAMP, 1995). Quesnel *et al.*, (1998)
19 demonstrou a presença de receptores específicos para insulina, IGF-I e hormônio do
20 crescimento (GH) em diferentes partes do ovário de suínos, sugerindo que seu papel no
21 desenvolvimento folicular ocorre, pelo menos em parte, pela especificidade de receptores.
22 Ferguson *et al.*, (2006) confirmaram esses resultados, pois um efeito sobre o tamanho fetal na
23 leitegada foi observado após a alimentação de leitoas com glicose, possivelmente devido ao
24 aumento dos níveis de insulina plasmática e IGF-I.

25 A menor sobrevivência embrionária em leitoas alimentadas com altos níveis de
26 alimentação foi associada a menores concentrações sistêmicas de progesterona (JINDAL *et al.*
27 *et al.*, 1996; HOVING *et al.*, 2012) e a um possível aumento na taxa de depuração do hormônio
28 devido ao aumento na taxa metabólica (HOVING *et al.*, 2012). Tanto o fator de crescimento
29 semelhante à insulina-1 (IGF-1) quanto a insulina são afetados positivamente pelos níveis
30 dietéticos (DE *et al.*, 2009). Langendijk *et al.*, (2008) relataram uma correlação positiva ($r =$
31 0,7) entre as concentrações de IGF-1 no dia 1 pós-ovulação e um aumento precoce da
32 progesterona (12-36 h pós-ovulação). Além desse efeito direto, a insulina ou o IGF-1 também

1 podem ter um efeito indireto na produção de progesterona, estimulando a hipófise a secretar
2 o hormônio luteinizante (LH) (BARB; KRAELING; RAMPACEK, 2001). Além disso, o IGF-
3 1 endometrial, seus receptores e proteínas de ligação desempenham importantes papéis diretos
4 no desenvolvimento embrionário inicial e na formação da placenta. Assim, o nível de
5 alimentação pode afetar o desenvolvimento embrionário e a sobrevivência por diferentes vias,
6 várias delas envolvendo a dinâmica da progesterona.

7

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Influência da utilização do *flushing* alimentar pré-cobertura sobre parâmetros de desenvolvimento corporal e desempenho reprodutivo de leitoas

Resumo

Um aumento na quantidade de ração ofertada para as leitoas antes da inseminação (*flushing* alimentar) é uma estratégia para incrementar o número de ovulações e o número total de leitões nascidos (NT). No entanto, esta prática é hoje questionável considerando o melhoramento genético para leitoas hiperprolíficas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento corporal e desempenho reprodutivo de leitoas submetidas a diferentes níveis de alimentação pré-cobertura. Leitoas com 185 dias de idade (PIC Camborough®, EUA) foram alojadas em baias e alimentadas com 2,1 kg/dia de uma dieta à base de milho e farelo de soja (3.249 kcal EM/kg, 12,7% de proteína bruta e 1,6% de fibra bruta, 0,62% de lisina digestível) até o primeiro estro (d0). Nesse momento, foram transferidas para gaiolas, sendo o peso corporal (PC), posteriormente, medido no dia 5. Os tratamentos consistiram da oferta diária de ração para atender duas (2×), duas e meia (2,5×) ou três vezes (3×) a necessidade diária de energia para manutenção (EMm; NRC, 2012) do dia 6 até a inseminação (IA, segundo estro). Ração seca foi fornecida manualmente duas vezes ao dia, sendo as sobras pesadas diariamente. Leitoas que consumiram menos de 70% da oferta de ração por cinco dias foram removidas do experimento. No momento da IA, as leitoas (n=368) foram pesadas. A taxa de parto (TP), leitões nascidos vivos (NV) e NT foram registrados. Em uma subamostra (n=211 leitoas), foi registrado o peso ao nascimento dos leitões (PL). Contrastes polinomiais foram usados para analisar os efeitos lineares e quadráticos do aumento da oferta diária de ração (procedimento GLIMMIX do SAS). O *flushing* durou 14,5±0,2d sem diferença entre os tratamentos (P = 0,85). A quantidade diária de ração (kg/d) aumentou linearmente (2× – 2,3±0,1, 2,5× – 2,7±0,1 e 3× – 3,2±0,1) conforme o nível de manutenção. Assim, a ração total consumida durante o período de *flushing* aumentou linearmente de 2× (32,5±0,5 kg), 2,5× (40,2±0,5 kg) até 3× (46,8±0,5 kg) a manutenção (P < 0,01). Houve um aumento linear (P < 0,01) no ganho de peso do d6 até a IA nas leitoas alimentadas com 2× (10,7±0,7 kg), 2,5× (13,5±0,8 kg) e 3× (15,0±0,8 kg). Como resultado, o PC na IA foi maior para maiores níveis de manutenção (2× – 131,4±0,7 kg; 2,5× – 134,2±0,8 kg

1 e $3\times - 135,7\pm 0,8\text{kg}$) (efeito linear; $P < 0,01$). Não houve efeito do tratamento ($P = 0,10$) na
2 TP ($2\times - 93,9\pm 2,1\%$; $2,5\times - 87,6\pm 3,3\%$; $3\times - 87,9\pm 3,4\%$), mas um efeito linear ($P = 0,04$)
3 para um aumento na TP ajustada para uso de $2\times$ ($96,4\pm 1,6\%$) em relação aos demais níveis de
4 alimentação ($2,5\times - 91,4\pm 2,8\%$; $3\times - 89,5\pm 3,2\%$). O NT não foi afetado ($P = 0,67$) pelo uso
5 de $2\times$ ($14,7\pm 0,2$), $2,5\times$ ($14,6\pm 0,3$) ou $3\times$ ($14,8\pm 0,3$) a manutenção. A média de PL (kg) não foi
6 afetada ($P = 0,66$) pelos níveis de alimentação ($2\times - 1,3\pm 0,02$; $2,5\times - 1,3\pm 0,02$; $3\times -$
7 $1,3\pm 0,02$). Em conclusão, o aumento da oferta de ração ($2\times$ até $3\times$ EMm) aumentou
8 linearmente o PC das leitoas e reduziu a TP ajustada. O NT não melhorou com o aumento dos
9 níveis de alimentação pré-cobertura em leitoas.

10
11 **Palavras-chaves:** Níveis de Alimentação; Número Total de Nascidos; Peso Corporal.

13 Abstract

14 Increasing the feed allowance for gilts before breeding (flush feeding), is a strategy to increase
15 the number of ovulations and the total number of piglets born (TPB). However, this practice
16 is questionable today considering the genetic improvement for hyperprolific gilts. Thus, this
17 study aimed to evaluate the reproductive performance of gilts submitted to different feeding
18 levels prior to breeding. Gilts with 180 days of age (PIC Camborough[®], USA) were housed
19 in pens and fed 2.1 kg/day of a standard corn-soybean-meal-based diet (3,249 kcal ME/kg,
20 12.7% crude protein, 1.6% crude fiber and, 0.62% standardized ileal digestible lysine) until
21 the first estrus. They were moved to crates on the day of the first estrus (day 0), and body
22 weight (BW) was measured on day 5 (120.7 ± 0.6 kg). Treatments consisted of daily feed
23 allowances to meet two ($2\times$), two and a half ($2.5\times$), or three times ($3\times$) the daily energy
24 requirement for maintenance (MEM; NRC, 2012) and were fed from day 6 until the day of the
25 second estrus. Dry feed was manually given twice a day. The unconsumed feed was weighed
26 daily. Gilts that consumed less than 70% of the feed allowance for five days were removed.
27 At the second estrus, the gilts ($n=368$) were weighed and inseminated (AI). During gestation,
28 the same diet was provided (1.8 kg/d). Farrowing rate (FR), piglets born alive (PBA), and
29 TPB were recorded. In a subsample ($n=211$ gilts), the piglets' birth weight (PBW) was
30 recorded. Polynomial contrasts were used to analyze the linear and quadratic effects of
31 increasing the daily feed allowance (GLIMMIX procedure of SAS). The treatment period
32 lasted $14.5\pm 0.2\text{d}$ without differences among treatments ($P = 0.85$). According to the

1 maintenance level, the daily amount of feed (kg/d) increased linearly ($2\times - 2.3\pm 0.1$, $2.5\times -$
2 2.7 ± 0.1 , and $3\times - 3.2\pm 0.1$). Thus, the total feed consumed during the *flushing* period increased
3 linearly from $2\times$ (32.5 ± 0.5 kg), $2.5\times$ (40.2 ± 0.5 kg) up to $3\times$ (46.8 ± 0.5 kg) the maintenance
4 level ($P < 0.01$). There was a linear increase ($P < 0.01$) in the BW gain from d6 until AI in
5 gilts fed with $2\times$ (10.7 ± 0.7 kg), $2.5\times$ (13.5 ± 0.8 kg), and $3\times$ (15.0 ± 0.8 kg). As a result, BW at
6 AI was higher for increased levels of maintenance ($2\times - 131.4\pm 0.7$ kg; $2.5\times - 134.2\pm 0.8$ kg,
7 and $3\times - 135.7\pm 0.8$ kg) (linear effect; $P < 0.01$). There was no treatment effect ($P = 0.10$) on
8 FR ($2\times - 93.9\pm 2.1$ %; $2.5\times - 87.6\pm 3.3$ %; $3\times - 87.9\pm 3.4$ %), but a linear effect ($P = 0.04$) for
9 an increase in the adjusted FR for the use of $2\times$ (96.4 ± 1.6 %) in relation to other feed levels
10 ($2.5\times - 91.4\pm 2.8$ %; $3\times - 89.5\pm 3.2$ %). The TPB was not affected ($P = 0.67$) by the use of $2\times$
11 (14.7 ± 0.2), $2.5\times$ (14.6 ± 0.3), or $3\times$ (14.8 ± 0.3) the maintenance level of feed prior to breeding.
12 Average of PBW (kg) was not affected ($P = 0.66$) by the feed levels ($2\times - 1.3\pm 0.02$; $2.5\times -$
13 1.3 ± 0.02 ; $3\times - 1.3\pm 0.02$). In conclusion, increasing feed allowances ($2\times$ up to $3\times$ the MEm)
14 increased linearly the gilt BW and reduced the adjusted FR. The TPB was not improved with
15 the increase in the feeding levels prior to breeding in gilts.

16

17 **Keywords:** Body Weight; Feed Levels; Total Born.

18

19 **Introdução**

20 A evolução da cadeia suinícola é constituída por avanços em diversas áreas
21 produtivas, tendo o melhoramento genético dos animais uma importante contribuição nesse
22 processo. Nesse sentido, destaca-se a seleção genética direcionada ao aumento no tamanho de
23 leitegada. Nos rebanhos brasileiros, isso pode ser observado através dos relatórios anuais de
24 produtividade, onde se obteve um aumento de mais de dois leitões nascidos totais por fêmea
25 ($12,34$ vs. $15,52$) de 2008 até 2021, respectivamente (AGRINESS, 2021). Adicionalmente, a
26 condição corporal das matrizes, que durante a puberdade era composta por uma maior
27 deposição de gordura (BELTRANENA *et al.*, 1991a), em alguns anos de melhoramento se
28 inverteu e passou a apresentar-se em uma constituição de massa magra mais robusta e reduzida
29 deposição de gordura na carcaça (KUMMER *et al.*, 2009). Além disso, a composição corporal
30 influencia a idade puberal e, posteriormente, a taxa de ovulação, que por sua vez afeta o
31 desempenho reprodutivo das leitoas (KIRKWOOD; AHERNE, 1985). Nesse sentido, é

1 esperado que a taxa de crescimento desses animais e as demandas nutricionais, também sejam
2 alteradas ao longo dos anos.

3 O *flushing* alimentar antes da IA é uma estratégia nutricional amplamente utilizada.
4 Tanto no período pré-cobertura em leitoas, quanto no intervalo entre o desmame e o estro, a
5 utilização desse manejo visa influenciar o desenvolvimento folicular. No passado, os
6 benefícios do *flushing* em leitoas foram bem evidenciados, sendo que um incremento de 0,8
7 kg na quantidade diária de ração entre o primeiro e o segundo estro aumentou o número de
8 folículos ovulados quando comparadas ao grupo controle (14,0 vs. 12,0), respectivamente
9 (BELTRANENA *et al.*, 1991a). Outros estudos também demonstraram o efeito positivo dessa
10 estratégia alimentar sobre a taxa ovulatória (FLOWERS *et al.*, 1989), que diretamente refletia
11 no aumento do número de embriões (BELTRANENA *et al.*, 1991a). Em fêmeas desmamadas
12 um estudo recente indicou que o *flushing* não melhora o total de leitões nascidos (GIANLUPPI
13 *et al.*, 2020). Já em leitoas, também em um estudo recente, foi demonstrado que o *flushing*
14 alimentar melhorou a taxa de ovulação e que a sobrevivência embrionária foi prejudicada
15 quando fornecido um volume maior de ração no mesmo período (2,1 kg vs 3,6 kg)
16 (MALLMANN *et al.*, 2020). Nesse estudo a estratégia foi aplicada após a apresentação do
17 segundo estro das leitoas, período em que comumente não se aplica na rotina prática das
18 granjas que utilizam a genética Agroceres PIC Camborough® (MALLMANN *et al.*, 2020).
19 Assim, estudos adicionais são necessários para entender a necessidade atual da manutenção
20 da recomendação do *flushing* alimentar em leitoas modernas.

21 Reduzir a oferta alimentar durante o *flushing* em leitoas permite uma otimização no
22 uso da ração, podendo levar a uma melhoria em relação ao custo-benefício nessa fase
23 produtiva. O estabelecimento da quantidade de ração a ser ofertada no *flushing* pode ainda
24 trazer benefícios no desenvolvimento corporal das matrizes, no sentido de evitar excesso de
25 peso. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar leitoas submetidas ao
26 fornecimento de diferentes quantidades de ração durante o *flushing* alimentar pré-cobertura e
27 os impactos sobre variáveis de desenvolvimento corporal e desempenho reprodutivo de
28 leitoas.

29

30 **Material e métodos**

31 Os procedimentos utilizados nesse experimento foram aprovados pela Comissão de
32 Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Nº protocolo –

40561). O estudo foi conduzido durante o período de verão e outono em uma unidade de desenvolvimento de leitoas (Quarto sítio) com capacidade de alojamento de 1.200 animais, localizada no meio oeste do estado de Santa Catarina, Brasil.

Animais e instalações

Um total de 368 leitoas (Camborough, Agrocere PIC[®], Patos de Minas, MG, Brasil) entraram no plantel reprodutivo com aproximadamente 185 dias de idade. Um dia após a entrada na granja, foi iniciado o manejo de indução à puberdade, sendo as leitoas submetidas ao contato físico com um macho sexualmente maduro uma vez ao dia. Neste período, as leitoas permaneceram alojadas em baias coletivas (4,2 × 3,2 m) contendo entre 14 a 15 leitoas (0,9 m²/leitoa). As baias possuíam sistema de alimentação automatizada do tipo drop (5 drop/baia) e bebedouros tipo chupeta (2/baia). Durante a fase de indução à puberdade as fêmeas receberam 2,1 kg/dia de uma ração à base de milho e soja (3.249 kcal EM/kg, 11,6% de proteína bruta, 1,9% de fibra bruta e 0,62% de lisina digestível) com componentes especificados na Tabela 1, e fornecimento de água *ad libitum*. Após a detecção do primeiro estro, as leitoas foram transferidas para gaiolas individuais com piso parcialmente ripado. A alimentação e o fornecimento de água foram realizados em um comedouro do tipo calha.

Tabela 1. Composição da dieta fornecida

(continua)

Item	Ração gestação Quantidade kg/ton
Milho	865,0625
Farelo de soja	96,3980
Fosfato bicálcico	10,5435
Calcáreo	10,5840
Sal	5,0000
L-lisina	3,8165
DL-metionina	0,7205
L-treonina	1,1750
Outros	6,7000
Total	1000

1 **Tabela 1.** Composição da dieta fornecida

2

(conclusão)

Item	Ração gestação Quantidade kg/ton
-----Níveis Calculados-----	
Proteína Bruta, %	11,6
Lisina digestível, %	0,62
Metionina digestível: Lisina digestível, %	0,238
Metionina + Cisteína digestível: Lisina digestível, %	0,434
Treonina digestível: Lisina digestível, %	0,471
Triptofano digestível: Lisina digestível, %	0,118
Valina digestível: Lisina digestível, %	0,466
Cálcio, %	0,8
Fósforo disponível, %	0,4
Potássio, %	0,455
Sódio, %	0,207
Cloro, %	0,42
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3238,308
Extrato Etéreo, %	3,484
Fibra Bruta, %	1,965
Fósforo, %	0,45
Matéria Mineral, %	3,457
Matéria Seca, %	86,894
Umidade, %	12,456
-----Níveis Analisados-----	
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3249,570
Cálcio, %	0,668
Fibra Bruta, %	1,620
Fósforo, %	0,445
Matéria Mineral, %	3,735
Proteína Bruta, %	12,77
Extrato Etéreo, %	3,47
Sódio, %	2208,496
Umidade, %	12,28

3 Composição vitamínica da ração gestação: vitamina A: 10,4 UI/g; vitamina D3: 1,9UI/g; vitamina E: 80,000 mg;
4 vitamina K: 4,000 mg; vitamina B1: 2,200mg; Riboflavina (B2): 10,000 mg; Piridoxina (B6): 3,300 mg; vitamina
5 B12: 34,00 mcg; Ácido Pantotênico: 33,000 mg; Ácido Fólico: 1,326 mg; Biotina: 0,300 mg; Colina: 974,084
6 mg. Composição mineral ração gestação: Selênio: 0,401 mg; Ferro: 100,000 mg; Cobre: 30,000 mg; Manganês:
7 50,000 mg; Zinco: 125,000 mg; Iodo: 1,001 mg.
8

1 *Desenho experimental*

2 O delineamento experimental considerou a realização de 3 tratamentos que iniciaram
3 no sexto dia após a identificação do primeiro estro (d6) e consistiram no fornecimento de
4 diferentes quantidades de ração, conforme a necessidade diária de energia metabolizável para
5 manutenção das leitoas: duas (2×), duas e meia (2,5×) e três (3×) vezes a manutenção. As leitoas
6 foram aleatoriamente distribuídas nos tratamentos, de acordo com o peso e idade no dia que
7 antecedeu o início do fornecimento.

8 Para definir a necessidade de manutenção de cada tratamento, a energia metabolizável
9 (NRC, 2012) foi calculada com base em dados de uma subamostra de fêmeas pesadas
10 previamente ao experimento para estimar o peso médio das leitoas. A partir disso, se definiu
11 dois intervalos de peso: 88,5 a 120 kg e 120,5 a 150,5 kg. Posteriormente, foi calculada a
12 quantidade de ração a ser ofertada conforme a média de peso desses intervalos, buscando
13 atender as necessidades de manutenção consideradas nos tratamentos. Durante o experimento,
14 as leitoas dos diferentes tratamentos consumiram: 2× - EM 7.358,91 Kcal/dia; 2,5× - EM
15 9.137,02 Kcal/dia e; 3× - EM 11.005,20 Kcal/dia.

16

17 *Manejo nutricional e reprodutivo*

18 Após a distribuição, as fêmeas foram agrupadas lado a lado conforme o tratamento
19 para evitar um consumo adicional de ração. A ração foi pesada e individualmente fornecida
20 seca duas vezes ao dia (às 7h30min e às 11h30min) de forma manual, até a o dia de observação
21 do segundo estro. Após a oferta, a ração ficou disponível para os animais durante duas horas
22 e posteriormente as sobras foram recolhidas e pesadas para avaliação do consumo individual.
23 Após recolher as sobras, o comedouro foi limpo e preenchido com água, ficando disponível
24 até o próximo trato.

25 Após o 15º dia do ciclo estral (d15), as leitoas foram expostas diariamente a um macho
26 sexualmente maduro para detecção do estro através do reflexo de tolerância ao homem na
27 presença do macho. A inseminação artificial (IA) foi realizada através da deposição da dose
28 de sêmen no final da cérvix (Pipeta Ponta de Espuma® Magapor, Zaragoza, Espanha). O
29 protocolo de IA consistiu na realização da primeira IA no momento da detecção do estro e as
30 demais em intervalos de 24 horas, enquanto as leitoas permaneciam em estro (máximo de 3
31 IA). As doses de sêmen foram produzidas a partir de um pool de dois machos (doses
32 heterospérmicas). Machos com defeitos de morfologia espermática superiores a 20% foram

1 excluídos. Os ejaculados foram analisados em um Sistema Computadorizado de Análise
2 Assistida de Sêmen (CASA, sistema AndroVision[®], Minitub GmbH, Tiefenbach, Alemanha)
3 para motilidade e concentração espermática. Posteriormente, os ejaculados foram diluídos em
4 Androstar Plus[®] (Minitub GmbH, Tiefenbach, Alemanha). Após a diluição, as doses possuíam
5 ao menos 70% de motilidade espermática e continham $2,5 \times 10^9$ espermatozoides em 80mL
6 de volume. O armazenamento das doses de sêmen foi realizado em conservadora a 16 a 18°C,
7 por no máximo 72 h.

8 O fornecimento dos tratamentos foi interrompido no dia da primeira IA, quando as
9 fêmeas passaram a ser alimentadas via sistema automático de arraçoamento (drop) com um
10 total de 1,8 kg/dia (~ 1,5× a manutenção da fêmea; 5.815,80 Kcal EM/dia), também fornecidos
11 em dois tratos (às 7h30min e às 11h30min).

12

13 *Avaliação corporal das leitoas*

14 No dia de apresentação do primeiro estro (d0), as leitoas foram avaliadas quanto a sua
15 condição clínica. No 5º dia após o estro, todas as leitoas foram pesadas em balança individual
16 com precisão de 200 g (WT1000 – LED - WeighTech[®]), adaptada em gaiola de pesagem com
17 dimensões de 1,50 m × 0,70 m, e submetidas a avaliação do escore corporal visual (ECV;
18 escala de 1 a 5) (YOUNG *et al.*, 2004) e unidades de caliper em escala de 1 a 25 (KNAUER
19 e BAITINGER, 2015). A espessura de toucinho (ET; Renco – Lean – Meater[®]) foi medida
20 em uma subamostra (n=89). O caliper e ET foram mensurados na região denominada ponto
21 P2 que fica aproximadamente seis centímetros da linha média, junto à inserção da última
22 costela. As mesmas avaliações corporais foram repetidas no dia da primeira IA.

23

24 *Avaliações do tamanho e número de folículos ovarianos*

25 Em um subgrupo de leitoas (n = 120; 40/tratamento) foram avaliados os folículos
26 ovarianos através da ultrassonografia (US) transretal (Sonoscape modelo A6V, Shenzhen,
27 China), com o uso de transdutor linear (modelo 6761V, 5-11 MHz SonoScape) fixado em uma
28 haste de PVC. As avaliações foram realizadas no d18 do ciclo estral e também no primeiro e
29 segundo dia do cio, em intervalos de 24h. As imagens foram gravadas (utilizando o gravador
30 Dazzle vídeo capture) e, posteriormente, analisadas para contagem de todos os folículos e
31 mensuração do diâmetro dos três maiores folículos de ambos os ovários.

32

1 *Determinação da concentração do fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e de*
2 *progesterona*

3 Coletas de sangue também foram realizadas para análise de progesterona e IGF-1.
4 Para análise de progesterona sérica, em uma subamostra de 45 leitoas (n = 15/tratamento) foi
5 feita a coleta de sangue através da punção na veia jugular no dia 8 após a primeira
6 inseminação. As amostras foram centrifugadas a ~600 g durante 5 min e posteriormente
7 armazenadas em temperatura de -20 °C A análise foi realizada em duplicata utilizando um kit
8 comercial ELISA (AccuBind® ELISA, Monobind Inc, Costa Mesa, CA, USA) que incluiu
9 sete amostras de referência padrão e teve uma sensibilidade de 0,10 ng/mL. O ensaio foi
10 realizado em duas placas de ELISA independentes. O CV intra-ensaio foi de 11,75 e 10,45%.

11 Para análise de IGF-1 (n = 5/tratamento), foram feitas coletas de sangue d6, d16, d18
12 do ciclo estral e no dia da segunda inseminação (HAN, T. *et al.*, 2021). Para essas coletas os
13 animais estavam em jejum de ~16h. A punção foi realizada na veia jugular, sendo as amostras
14 processadas e armazenadas da mesma forma que as amostras de P4 descritas acima. As
15 concentrações séricas de IGF-1 foram quantificadas, após tratamento com ácido, com um kit
16 comercial pelo método de quimiluminescência (Siemens Immulite 2000 IGF-1 L2KGF2:
17 Siemens Healthcare Ltda, São Paulo, SP, Brasil; sensibilidade 20,0 ng/mL). O ensaio foi
18 realizado em duplicata, em laboratório comercial, utilizando kits desenvolvidos para soro
19 humano, mas com validação multiespécies (todos com CV inferior a 10%).

20
21 *Avaliação de desempenho reprodutivo*

22 O desempenho reprodutivo foi avaliado através da taxa de parto (TP), taxa de parto
23 ajustada (TPA), número de leitões nascidos totais (NT), número de leitões nascidos vivos
24 (NV), natimortos (NAT) e mumificados (MUM). Os dados foram obtidos através do software
25 de gerenciamento da granja (S2 Comercial – Agriness®; Santa Catarina, Brasil).

26 Em uma subamostra de 214 leitoas as leitegadas foram pesadas. Os leitões foram
27 individualmente pesados logo após o final do parto até um intervalo máximo de 12h de vida,
28 utilizando balança com precisão de 5 g (WT1000 – LED – Weightech®). Nessas fêmeas
29 também foram avaliados o ECV e caliper no dia do parto.

30 *Análise estatística*

31 Os dados foram analisados com o software SAS (*Statistical Analysis System*) versão
32 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). O procedimento GLIMMIX foi aplicado utilizando

1 modelo de dose resposta através de contrastes ortogonais polinomiais, inserindo a manutenção
2 como efeito fixo e a semana de tratamento como efeito aleatório. Variáveis contínuas foram
3 assumidas com distribuição normal e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. A
4 taxa de parto e parto ajustada foram analisadas considerando uma distribuição binária. As
5 análises de percentual de nascidos vivos, natimortos e mumificados consideraram uma
6 distribuição binomial. Para IGF-1 e os parâmetros foliculares análise de contraste polinomiais
7 ortogonais foram aplicados em cada momento de coleta avaliado. Os resultados foram
8 considerados significativos a uma probabilidade de 5% ($P \leq 0,05$); tendência foi considerada
9 quando $0,05 < P \leq 0,10$.

10

11 **Resultados**

12 A duração do *flushing* alimentar (tempo de consumo de ração pré-cobertura) não
13 diferiu entre os tratamentos ($P \geq 0,36$). Conforme esperado, a média de consumo diário de
14 ração (kg/dia) e o volume total consumido (kg) no período de *flushing* foram linearmente
15 maiores conforme se aumentou os níveis de manutenção ofertados ($P \leq 0,01$). Porém, se
16 observou um efeito linear ($P \leq 0,01$) para uma redução no percentual consumido em relação
17 ao ofertado, quando houve um aumento nos níveis de manutenção (Tabela 2).

18

1 **Tabela 2.** Características de consumo de ração em leitoas tratadas com diferentes níveis de
 2 manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP).
 3

Variável	Tratamento [§]			Valor de P	
	2,0×	2,5×	3,0×	L	Q
n	144	119	105		
Tempo de <i>flushing</i> , d	14,6 ± 0,16	14,7 ± 0,17	14,5 ± 0,18	0,86	0,36
Ração ofertada, kg/d	2,2 ± 0,01	2,8 ± 0,01	3,3 ± 0,01	<0,001	0,48
Consumo real de ração, kg/d	2,2 ± 0,01	2,7 ± 0,02	3,1 ± 0,02	<0,001	0,51
Manutença diária, × [†]	2,0 ± 0,01	2,4 ± 0,01	2,9 ± 0,01	<0,001	0,48
Consumo total no período, kg	32,4 ± 0,45	40,2 ± 0,48	46,8 ± 0,51	<0,001	0,28
Consumo total no período, % [‡]	98,8 ± 0,34	97,3 ± 0,37	94,6 ± 0,39	<0,001	0,14

4 [§]Os tratamentos consideraram a oferta de duas (2), duas e meia (2,5) e três (3) vezes a necessidade diária de energia
 5 metabolizável (NRC 2012) para a manutenção durante o período pré-cobertura (período de *flushing* alimentar
 6 compreendido entre o dia 6 do ciclo estral e o dia da inseminação)

7 [†]Representa a média de quantas vezes (×) a necessidade diária de energia para a manutenção foi atingida em relação
 8 aos tratamentos propostos, tendo como base o cálculo dos pesos individuais das leitoas no início dos tratamentos
 9 e da quantidade de ração ofertada e consumida diariamente.

10 [‡]Calculado através da relação entre o volume total de ração consumida e o total ofertado

11 L – Efeito linear; Q – Efeito quadrático.

12

13 A idade média ao primeiro estro das leitoas (190,0 ± 0,70 d), peso (120,6 ± 0,59 kg),
 14 média de ECV (3,1 ± 0,02) e Caliper (12,8 ± 0,14) no início dos tratamentos não diferiram
 15 entre os níveis de manutenção (P ≥ 0,12). Da mesma forma, a média de ET no início dos
 16 tratamentos foi de 10,7 ± 0,20 mm e não houve diferença entre os tratamentos (P = 0,31).

17 O aumento nos níveis diários de manutenção ofertados, resultou em um efeito linear para
 18 um maior peso, ECV e Caliper das leitoas na IA, bem como um maior ganho de peso e ganho
 19 de peso médio diário no período de *flushing* (Tabela 3). Entretanto, o ganho de ECV (P =
 20 0,11) e o ganho de Caliper (P = 0,27) não sofreram influência do tratamento durante o período
 21 de *flushing* pré-cobertura (Tabela 3). No subgrupo de leitoas acompanhadas até o parto, o
 22 ECV, Caliper e o ganho de ECV e de caliper entre a IA e o parto tiveram numericamente uma
 23 redução entre os dois períodos, porém, essa resposta não diferiu entre os tratamentos (P ≥
 24 0,17; Tabela 3). A ET na IA, bem como o ganho de ET, não foi influenciada pelos tratamentos
 25 (P ≥ 0,44).

26

1 **Tabela 3.** Parâmetros de desenvolvimento corporal de leitoas tratadas com diferentes níveis
2 de manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média ± EP).

Variável	Tratamento [§]			Valor de P	
	2,0×	2,5×	3,0×	L	Q
n	144	119	105		
Idade, d					
1º estro	190,8 ± 1,45	192,7 ± 1,45	190,2 ± 1,43	0,79	0,18
Inseminação	211,3 ± 1,71	213,2 ± 1,77	210,9 ± 1,83	0,77	0,14
Peso Corporal, kg					
Início do <i>flushing</i> (d6) [†]	121,1 ± 1,14	120,9 ± 1,21	118,8 ± 1,27	0,12	0,43
Inseminação (IA)	131,4 ± 0,72	134,2 ± 0,75	135,7 ± 0,78	<0,001	0,28
Ganho d6 - IA	10,7 ± 0,72	13,5 ± 0,75	15,0 ± 0,78	<0,001	0,28
Ganho de Peso Diário, g/d	730,7 ± 0,04	914,7 ± 0,05	1044,9 ± 0,05	<0,001	0,54
Caliper, unidades					
Início do <i>flushing</i>	12,7 ± 0,29	12,8 ± 0,31	12,7 ± 0,32	0,9	0,8
Inseminação	14,7 ± 0,43	15,0 ± 0,43	15,0 ± 0,44	0,03	0,22
Ganho d6 - IA	1,8 ± 0,42	2,3 ± 0,43	2,2 ± 0,44	0,27	0,25
Caliper ao Parto	12,5 ± 0,36	12,7 ± 0,38	12,2 ± 0,39	0,33	0,20
Ganho IA - Parto	-2,3 ± 0,56	-2,8 ± 0,59	-3,0 ± 0,61	0,17	0,69
ECV, escore					
Início do <i>flushing</i>	3,0 ± 0,06	3,1 ± 0,06	3,0 ± 0,06	0,66	0,51
Inseminação	3,4 ± 0,08	3,6 ± 0,09	3,6 ± 0,09	0,05	0,29
Ganho d6 - IA	0,4 ± 0,07	0,5 ± 0,08	0,5 ± 0,08	0,11	0,55
ECV ao Parto	2,8 ± 0,07	2,9 ± 0,07	2,9 ± 0,08	0,81	0,66
Ganho IA - Parto	-0,7 ± 0,09	-0,8 ± 0,10	-0,8 ± 0,11	0,20	0,95
Espessura de Toucinho, mm					
Início do <i>flushing</i>	10,8 ± 0,41	10,4 ± 0,45	10,9 ± 0,37	0,85	0,31
Inseminação	12,5 ± 0,40	12,4 ± 0,46	12,9 ± 0,34	0,47	0,60
Ganho d6-IA	1,8 ± 0,37	1,9 ± 0,41	2,1 ± 0,34	0,44	0,91

3 [§]Os tratamentos consideraram a oferta de duas (2), duas e meia (2,5) e três (3) vezes a necessidade

4 diária de energia metabolizável (NRC 2012) para a manutenção durante o período pré-cobertura

5 [†]O *flushing* alimentar começou no dia 6 (d6) após a detecção do primeiro estro até o dia da primeira inseminação.

6 L – efeito linear; Q – efeito quadrático.

O intervalo entre a detecção do primeiro estro e a inseminação não diferiu entre os tratamentos ($P \geq 0,36$). Quanto ao desempenho reprodutivo, a taxa de parto apresentou uma tendência de ser afetada negativamente conforme aumentou os níveis de manutenção ($P \geq 0,07$), entretanto, a taxa de parto ajustada foi menor conforme se aumentou os níveis de manutenção diários ofertados para as leitoas durante o período de *flushing* ($P = 0,04$) (Tabela 4). Os tratamentos não afetaram o número total de leitões nascidos, nascidos vivos, percentual de vivos e natimortos ($P \geq 0,07$). Porém, houve uma tendência de ter um maior percentual de mumificados quanto menor foi o nível de manutenção ofertado ($P \geq 0,07$) (Tabela 4). Em relação ao peso total da leitegada ($P = 0,33$) e peso médio dos leitões ($P = 0,65$) não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros de desempenho reprodutivo de leitoas tratadas com diferentes níveis de manutenção diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média \pm EP).

Variável	Tratamento [§]			Valor de <i>P</i>	
	2,0×	2,5×	3,0×	L	Q
n	144	119	105		
Intervalo entre ciclos, d	20,6 \pm 0,16	20,7 \pm 0,17	20,5 \pm 0,18	0,85	0,36
Taxa de Parto, % (n/n)	93,7 (135/144)	87,4 (104/119)	87,6 (92/105)	0,07	0,19
Taxa de Parto Ajustada, %	96,4 (135/140)	91,3 (105/115)	89,3 (92/103)	0,04	0,35
Nascidos Totais	14,7 \pm 0,23	14,5 \pm 0,26	14,8 \pm 0,28	0,68	0,49
Nascidos Vivos	13,9 \pm 0,22	13,8 \pm 0,25	14,2 \pm 0,27	0,42	0,56
Nascidos Vivos, %	94,5 \pm 0,57	95,1 \pm 0,60	95,4 \pm 0,60	0,21	0,85
Natimortos, %	3,6 \pm 0,4	3,8 \pm 0,05	3,5 \pm 0,05	0,86	0,62
Mumificados, %	1,9 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3	1,1 \pm 0,3	0,07	0,23
Peso da Leitegada, kg [†]	18,4 \pm 0,38	18,0 \pm 0,45	17,8 \pm 0,47	0,33	0,81
Peso dos Leitões, kg	1,3 \pm 0,42	1,2 \pm 0,43	1,3 \pm 0,44	0,81	0,26

[§]Os tratamentos consideraram a oferta de duas (2), duas e meia (2,5) e três (3) vezes a necessidade diária de energia metabolizável (NRC 2012) para a manutenção durante o período pré-cobertura.

[†]Subamostra de 214 leitegadas pesadas ao nascimento (2× - 89; 2,5× - 65; 3× - 60).

L – efeito linear; Q – efeito quadrático.

18

1 Não houve diferença na concentração de progesterona sérica nos distintos tratamentos
2 ($P = 0,92$). Para os resultados de IGF-1, no início dos tratamentos (d6) se observou uma
3 tendência para maiores concentrações do metabólito quanto maiores os níveis de manutenção (P
4 $= 0,07$). Esse resultado foi significativamente assegurado no d16 onde um aumento nos níveis
5 de IGF-1 ocorreu em maiores níveis de manutenção ofertados nos tratamentos ($P = 0,04$). No
6 d18 não se observou diferença para IGF-1 entre tratamentos. Porém, no segundo dia do estro
7 novamente uma tendência de maiores níveis de IGF-1 foram observados com o aumento dos
8 níveis de manutenção (Tabela 5).

9 Em relação ao número de folículos no d18 houve um efeito quadrático em que um
10 maior número de folículos foi observado quando se ofertou 2 e 3 vezes a quantidade de
11 manutenção diária, sendo o menor número de folículos observados quando ofertado 2,5 vezes a
12 manutenção ($P = 0,03$). Já no dia da detecção do segundo estro (estro onde foi realizada a
13 inseminação) se observou um aumento linear no número de folículos quando se aumentou o
14 nível de manutenção ofertado durante o período pré-cobertura ($P = 0,02$). Essa diferença entre
15 tratamentos não foi observada no segundo dia do estro ($P \geq 0,33$) (Tabela 5). O diâmetro dos
16 folículos nos diferentes momentos de avaliação não foi afetado pelos tratamentos ($P \geq 0,28$;
17 Tabela 5).

18

1 **Tabela 5.** Análises de progesterona, fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e
 2 avaliações dos folículos ovarianos em leitoas tratadas com diferentes níveis de manança
 3 diária de energia metabolizável durante o período pré-cobertura (média \pm EP).

Variável [†]	Tratamento [§]			Valor de P	
	2,0×	2,5×	3,0×	L	Q
n	15	15	15		
Progesterona, ng/mL [‡]	28,3 \pm 2,49	31,7 \pm 2,49	28,0 \pm 2,49	0,92	0,25
n	5	5	5		
IGF-1, ng/mL					
d6 [†]	115,6 \pm 12,8	149,7 \pm 12,82	159,2 \pm 12,82	0,07	0,88
d16	97,6 \pm 19,1	160 \pm 19,1	159,2 \pm 19,1	0,04	0,20
d18	114,8 \pm 18,2	141,8 \pm 18,2	142,0 \pm 18,2	0,31	0,56
Estro 2	125,4 \pm 14,8	146 \pm 14,8	164,4 \pm 14,8	0,08	0,95
n	40	40	40		
Número de Folículos					
d18	23,1 \pm 0,5	22,3 \pm 0,5	24,4 \pm 0,5	0,09	0,03
Estro 1	21,0 \pm 0,5	20,9 \pm 0,5	22,7 \pm 0,5	0,02	0,15
Estro 2	20,7 \pm 0,6	20,4 \pm 0,6	21,6 \pm 0,6	0,33	0,30
Diâmetro dos Folículos, mm [*]					
d18	3,9 \pm 0,1	4,1 \pm 0,1	4,0 \pm 0,1	0,44	0,46
Estro d1	6,6 \pm 0,1	6,7 \pm 0,1	6,6 \pm 0,1	0,98	0,28
Estro d2	6,7 \pm 0,1	6,7 \pm 0,1	6,6 \pm 0,1	0,41	0,82

4 [§]Os tratamentos consideraram a oferta de duas (2), duas e meia (2,5) e três (3) vezes a necessidade diária de energia
 5 metabolizável (NRC 2012) para a manança durante o período pré-cobertura.

6 [‡]Coletas realizadas no 8º dia após a 1ª IA.

7 [†]d6 - corresponde ao 6º dia após a detecção do primeiro estro (início do *flushing*); d16 - corresponde ao 16º dia
 8 do ciclo estral; d18 - corresponde ao 18º dia do segundo ciclo estral; Estro d1- primeiro dia do segundo estro
 9 (estro de inseminação); Estro d2 - segundo dia do segundo estro (estro de inseminação).

10 ^{*}Diâmetro dos três maiores folículos.

11

1 **Discussão**

2 O *flushing* pré-cobertura caracteriza-se pelo aumento na quantidade fornecida de
3 energia metabolizável, por no mínimo 14 dias antes da inseminação (BELTRANENA *et al.*,
4 1991b; ASHWORTH *et al.*, 1999; FERGUSON *et al.*, 2003; BRUSTOLINI *et al.*, 2004), o
5 que coincide com a fase luteal e em seguida com a fase de recrutamento e seleção folicular
6 (HUNTER *et al.*, 1989; HUNTER e WIESAK, 1990, PRUNIER *et al.*, 1993, DRIANCOURT
7 *et al.*, 1995). No presente estudo avaliou-se o desempenho de leitoas submetidas a três níveis
8 de manutenção diária fornecidas como *flushing* alimentar no período pré-cobertura. Os
9 resultados desse estudo indicaram que, embora recebendo o menor nível de manutenção
10 energética (2×) durante o período pré-cobertura, as leitoas atingiram o peso adequado na
11 primeira inseminação e o NT não foi influenciado por maiores níveis de manutenção. Esse
12 resultado demonstra a possibilidade de reduzir o volume de ração ofertado nessa fase,
13 considerando que não houve benefícios na principal variável que justificaria o uso do manejo
14 de *flushing*: o número total de leitões nascidos. Ademais, é importante destacar que as fêmeas
15 submetidas aos tratamentos com maior nível de manutenção tiveram dificuldade em consumir a
16 quantidade de ração ofertada, o que revela a ocorrência de desperdício.

17 Informações sobre a capacidade de consumo de ração de leitoas durante o período pré-
18 cobertura são escassos na literatura. Entretanto, a dificuldade de consumo por fêmeas
19 desmamadas foi relatada recentemente. Gianluppi *et al.*, (2021) reportaram que apenas 61,3%
20 e 75,3% das primíparas e múltiparas, respectivamente, consumiram mais do que 75% da oferta
21 diária de ração durante o IDE ($\geq 3,22$ kg/dia). Com base nesses dados, as leitoas do presente
22 estudo que consumiram menos que 75% da oferta diária de ração durante cinco dias foram
23 excluídas do experimento (26,3% foram excluídas). Dessa forma, foi possível obter um
24 volume de consumo que fornecesse níveis de manutenção próximos aos propostos no
25 delineamento, assegurando assim as respostas dos tratamentos. O ponto de corte definido está
26 alinhado ao proposto por Gianluppi. *et al.*, (2020) em trabalho de *flushing* realizado no IDE.

27 O desenvolvimento corporal foi maior em leitoas que consumiram uma quantidade
28 superior de energia durante o *flushing*. Os resultados do presente estudo corroboram aqueles
29 observados por Mallmann *et al.*, (2020) também utilizando leitoas Camborough® e com níveis
30 de manutenção fornecida durante o *flushing* (1,7× e 2,8×) similares aos utilizados em nosso
31 experimento, sendo observado pelos autores ganhos de peso de 9,7 e 19,5 kg durante os
32 tratamentos, respectivamente. As leitoas que consumiram a menor quantidade de energia ao

1 longo do *flushing* apresentaram uma média de peso superior ao limite inferior recomendado
2 pela genética (130-160 kg; PIC, 2018) no momento da primeira IA. Leitoas com peso corporal
3 abaixo de 130 kg foram relacionadas a prejuízos na performance reprodutiva (WALTER *et*
4 *al.*, 2018). Contudo, é interessante descrever que em nosso estudo as leitoas com < 130 kg
5 comparadas àquelas com \geq 130 kg de peso corporal na primeira IA não apresentaram
6 diferenças ($P \geq 0,34$) nos NT (14,4 vs 14,6, respectivamente) ou na taxa de parto (93,8 vs
7 92,9%, respectivamente).

8 Em estudo recente com leitoas de outra linhagem genética, Bruun *et al.*, (2021)
9 indicaram que leitoas que consumiram diariamente 1,2× sua manutenção energética (2,3 kg/d)
10 durante a fase luteal e, posteriormente, 1,6× durante a fase folicular (3,3 kg/d) tenderam a
11 aumentar o NT em comparação às fêmeas que consumiram somente uma quantidade de ração
12 durante ambas as fases (2,3kg/dia ou 3,3kg/dia). Neste caso, a fase luteal foi prolongada com
13 o uso de progestágeno, o que pode ter permitido respostas metabólicas distintas com
14 consequente melhoria na função reprodutiva. Um maior suporte nutricional e metabólico no
15 período que antecede a cobertura proporciona melhorias na qualidade folicular
16 (ASHWORTH; ANTIPATIS, 1999; BELTRANENA *et al.*, 1991a; FERGUSON *et al.*, 2003)
17 e com isso espera-se o aumento no NT. Nesse sentido, avaliamos o tamanho e o número de
18 folículos ovarianos como uma medida indireta dos efeitos nutricionais sobre os ovários na
19 fase de *flushing*. De acordo com os resultados, não houve diferença no tamanho médio dos
20 folículos nos diferentes níveis alimentares pré-cobertura. Porém, em relação ao número de
21 folículos no momento da detecção de estro, foi observado um aumento de 1,7 folículos à
22 medida que se aumentou os níveis de manutenção fornecidos (2× até 3×). Mallmann *et al.* (2020)
23 também não observaram efeito do fornecimento de diferentes níveis de manutenção energética
24 durante o *flushing* sobre o tamanho médio folicular, mas sim um aumento numérico de 1,6
25 folículo e uma maior taxa de ovulação em leitoas que consumiram diariamente 2,6× sua
26 manutenção energética em relação às que consumiram 1,7×.

27 Outros estudos também demonstraram efeito positivo do *flushing* sobre a taxa
28 ovulatória (FLOWERS *et al.*, 1989), que por sua vez refletiu no aumento do número de
29 embriões (BELTRANENA *et al.*, 1991a). Mallmann *et al.*, (2020) reportaram um aumento no
30 número de embriões. Contudo, a sobrevivência embrionária foi prejudicada nos animais que
31 receberam o volume de ração correspondente a 2,8× a sua manutenção energética. Esse dado
32 sugere que, embora exista uma oportunidade para aumentar o número de ovulações e de

1 embriões através de um maior fornecimento de energia na fase de *flushing* em leitoas, outros
2 mecanismos relacionados à capacidade de nutrição ou de regulação embrionária podem
3 impedir que todo o potencial de produção de leitões seja atingido.

4 A taxa ovulatória em leitoas aumentou de 12,9 (GRANDHI, 1988) para 17,4
5 (BENNEMANN, 2005) e, recentemente, reportado como próximo a 18,0 (MALLMANN *et*
6 *al.*, 2020), o que parece ser devido principalmente ao avanço genético. Porém, a sobrevivência
7 embrionária parece não ter evoluído na mesma proporção, indicando limitações relacionados
8 à baixa capacidade uterina (MARTINAT-BOTTÉ *et al.*, 1995). A seleção somente para
9 capacidade uterina permite um aumento em 0,8 leitão/corno uterino, enquanto a seleção para
10 ovulação permite um aumento de 1,1 leitão/corno uterino (FREKING *et al.*, 2007). Isso indica
11 que há uma correlação genética negativa entre a taxa de ovulação e a capacidade uterina
12 (FREKING *et al.*, 2007). Quanto maior o número de fetos no útero, menor o desenvolvimento
13 fetal individual e o fluxo sanguíneo uterino acaba sendo insuficiente para toda a leitegada
14 (PÈRE; DOURMAD; ETIENNE, 1997). A reduzida capacidade uterina pode ainda aumentar
15 as perdas gestacionais e/ou a proporção de fetos menores à medida em que a gestação avança
16 (MATHESON; WALLING; EDWARDS, 2018). Porém, o peso ou coeficiente de variação de
17 peso nas leitegadas ao nascimento em nosso estudo não foram afetados pelos tratamentos,
18 provavelmente em função de não observarmos diferenças no NT entre tratamentos.

19 As concentrações plasmáticas de P4 durante a fase inicial de gestação podem afetar o
20 ambiente intrauterino e a viabilidade embrionária (JINDAL; COSGROVE; FOXCROFT,
21 1997). Os diferentes níveis de manutenção no período pré-cobertura não alteraram os níveis
22 séricos de P4 em nosso estudo. No estudo de Muro *et al.* (2020), as concentrações séricas de
23 P4 no dia 8 de gestação foram de 20 ng/mL em fêmeas com taxa de ovulação de 14,2 e
24 sobrevivência embrionária de 83,2%. Em nosso estudo, observou-se uma concentração de 27
25 ng/mL aos 8 dias de gestação, o que pode ser devido a uma maior taxa de ovulação, uma vez
26 que o número de folículos bem como de leitões nascidos está relacionado a uma maior taxa
27 de ovulação, a qual pode justificar concentrações de P4 maiores no presente estudo (27
28 ng/mL), e que corrobora as observações de Bidne *et al.*, (2019) que encontraram níveis séricos
29 de 29ng/mL aos 8 dias de gestação.

30 Esperava-se que diferenças nos níveis de P4 nos distintos tratamentos pudessem
31 explicar o efeito linear negativo sobre a taxa de parto ajustada. Porém, não há indícios dessa
32 associação. A maioria das fêmeas excluídas das análises de taxa de parto ajustada (9/10; 90%)

1 morreram, sendo que 44,5% (4/9) pertenciam ao tratamento 2×, 33,3% (3/9) e 22,2 % (2/9)
2 aos tratamentos 2.5× e 3×, respectivamente. O reduzido número de observações limita
3 explorações quanto aos efeitos dos tratamentos sobre a mortalidade de matrizes, porém, é um
4 tema a ser explorado em estudos futuros nessa linha de pesquisa.

5 Também não se observou diferença entre os tratamentos em relação aos níveis de IGF-
6 1. Deve-se ponderar que os principais desafios metabólicos associados a reduções de IGF-1
7 são mais evidentes em fêmeas lactantes que possuem perdas de condição corporal e estão em
8 catabolismo (HOVING *et al.*, 2012; HAN *et al.*, 2020). Esse quadro não se aplicaria a leitoas,
9 pois, como discutido anteriormente, em todos tratamentos as leitoas ganharam peso,
10 encontrando-se em uma condição anabólica. Maiores níveis de IGF-1 estão associados a um
11 melhor desenvolvimento folicular (HAN *et al.*, 2021), o qual é associado à formação de corpos
12 lúteos maiores e, por consequência, à maior produção de P4 (GIANLUPPI *et al.*, 2020,
13 MALLMANN *et al.*, 2020, HAN *et al.*, 2021), fato não observado nesse estudo.
14 Possivelmente, as perdas embrionárias reportadas por Mallmann *et al.* (2020) também não
15 estão associadas a alterações de P4 no início da gestação. Isso reforça a necessidade de estudos
16 adicionais para elucidar a relação da capacidade uterina frente ao número de ovulações
17 desencadeadas pelo manejo de *flushing* alimentar em leitoas.

19 **Conclusão**

20 O aumento dos níveis de manutenção fornecidos durante o período de *flushing* em leitoas
21 aumentou linearmente parâmetros como peso corporal das fêmeas, ECV, unidades de caliper
22 e número de folículos no dia da IA, sem afetar os NT. Uma redução linear da taxa de parto
23 ajustada foi observada de acordo com o aumento dos níveis de manutenção fornecidos.

25 **Referências**

- 26 ASHWORTH, C. J.; ANTIPATIS, C. Effects of pre- and post-mating nutrition on embryo
27 survival in gilts. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 34, n. 3–4, p. 103–108, 1999.
- 28 BELTRANENA, E. *et al.* Effects of pre- and postpubertal feeding on production traits at first
29 and second estrus in gilts. **Journal of animal science**, v. 69, n. 3, p. 886–893, 1991a.
- 30 BELTRANENA, E. *et al.* Endocrinology of nutritional flushing in gilts. **Canadian Journal**
31 **of Animal Science**, v. 71, n. 4, p. 1063–1071, 1991b.

- 1 BENNEMANN, P. E. **Redução no número de espermatozóides por fêmea suína**
2 **inseminada por ano**. 2005. 79 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Setor de Suínos
3 da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- 4 BRUUN, T. S.; BACHE, J. K.; AMDI, C. The effects of long-or short-term increased feed
5 allowance prior to first service on litter size in gilts. **Translational Animal Science**, v. 5, n.
6 1, 2021.
- 7 FERGUSON, E. M. *et al.* Effect of different nutritional regimens before ovulation on plasma
8 concentrations of metabolic and reproductive hormones and oocyte maturation in gilts.
9 **Reproduction**, v. 126, n. 1, p. 61–71, 2003.
- 10 FLOWERS, B. *et al.* Endocrine changes associated with a dietary-induced increase in
11 ovulation rate (flushing) in gilts. **Journal of animal science**, v. 67, n. 3, p. 771–778, 1989.
- 12 FREKING, B. A. *et al.* Number of fetuses and conceptus growth throughout gestation in lines
13 of pigs selected for ovulation rate or uterine capacity. **Journal of Animal Science**, , v. 85, n.
14 9, p. 2093–2103, 2007.
- 15 GIANLUPPI, R. D. F. *et al.* Effects of different amounts and type of diet during weaning-to-
16 estrus interval on reproductive performance of primiparous and multiparous sows. **Animal**,
17 2020.
- 18 GIANLUPPI, R. D. F. *et al.* Sow-related factors affecting the postweaning feed intake in
19 Landrace × Large White females. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 2, 2021.
- 20 GRANDHI, R. R. Effect of nutritional flushing, supplemental fat and supplemental lysine
21 from puberty to breeding and during early gestation on reproductive performance of gilts.
22 **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 941–951, 1988.
- 23 HAN, T. *et al.* IGF-1 concentration patterns and their relationship with follicle development
24 after weaning in young sows fed different pre-mating diets. **Animal**, v. 14, n. 7, p. 1493–1501,
25 2020.
- 26 HAN, Y. *et al.* Mechanism underlying the stimulation by IGF-1 of LHCGR expression in
27 porcine granulosa cells. **Theriogenology**, v. 169, p. 56–64, 2021.
- 28 HOVING, L. L. *et al.* Embryo survival, progesterone profiles and metabolic responses to an
29 increased feeding level during second gestation in sows. **Theriogenology**, v. 77, n. 8, p. 1557–
30 1569, 2012.
- 31 JINDAL, R.; COSGROVE, J. R.; FOXCROFT, G. R. Progesterone mediates nutritionally
32 induced effects on embryonic survival in gilts. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 4, p.

- 1 1063–1070, 1997.
- 2 KIRKWOOD, R. N.; AHERNE, F. X. Energy intake, body composition and reproductive
3 performance of the gilt. **Journal of animal science**, v. 60, n. 6, p. 1518–1529, 1985.
- 4 KNAUER, M. T.; BAITINGER, D. J. The sow body condition caliper. **Applied Engineering**
5 **in Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 175–178, 2015.
- 6 KUMMER, R. *et al.* Reproductive performance of gilts with similar age but with different
7 growth rate at the onset of puberty stimulation. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 44,
8 n. 2, p. 255–259, 2009.
- 9 MALLMANN, A. L. *et al.* Effects of flush feeding strategy before breeding on reproductive
10 performance of modern replacement gilts: impacts on ovulation rate and litter traits.
11 **American Society of Animal Science**, p. 1–10, 2020.
- 12 MARTINAT-BOTTÉ, F. *et al.* Synchronization of oestrus in gilts with altrenogest: effects on
13 ovulation rate and foetal survival. **Animal Reproduction Science**, v. 39, n. 4, p. 267–274,
14 1995.
- 15 MATHESON, S. M.; WALLING, G. A.; EDWARDS, S. A. Genetic selection against
16 intrauterine growth retardation in piglets: A problem at the piglet level with a solution at the
17 sow level. **Genetics Selection Evolution**, v. 50, n. 1, p. 1–11, 2018.
- 18 PÈRE, M. C.; DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. Effect of number of pig embryos in the
19 uterus on their survival and development and on maternal metabolism. **Journal of Animal**
20 **Science**, v. 75, n. 5, p. 1337–1342, 1997.
- 21 WALTER, M. P. **Desempenho reprodutivo até o primeiro parto de leitoas selecionadas**
22 **com baixas taxas de crescimento**. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências
23 Veterinárias) - Setor de Suínos Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre,
24 2018.
- 25 YOUNG, M. G. *et al.* Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the
26 subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p.
27 3058–3070, 2004.

28

29 **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

30 Os resultados do presente estudo indicaram que fornecer maiores quantidades de ração para
31 leitoas no período pré-cobertura não foi eficiente em aumentar o NT, muito embora tenha
32 apresentado aumento no número de folículos ao primeiro dia de inseminação. Uma redução

1 linear na taxa de parto ajustada foi observada, conforme os níveis de manutenção foram
2 aumentados, o que representa uma resposta não esperada. Entretanto é algo que deve ser
3 explorado visto que é uma variável importante e que refere-se a eficiência reprodutiva do
4 plantel. Além disso os níveis de IGF-1 e P4, nesse estudo, não sofreram influências dos
5 tratamentos com exceção dos níveis de IGF-1 no d16.

6 Características corporais como peso das leitoas, ECV e caliper aumentaram conforme os
7 níveis de manutenção ofertada foram maiores. Em todos os tratamentos as leitoas atingiram o
8 peso mínimo recomendado para a primeira inseminação, e mesmo aquelas leitoas que não
9 atingiram a recomendação tiveram prejuízos nos indicadores reprodutivos. O consumo das
10 leitoas no tratamento de maior manutenção foi percentualmente menor em relação a oferta diária,
11 frente aos demais tratamentos. Esse resultado é interessante considerando que se a fêmea não
12 consome o total fornecido, haverá desperdício de alimento trazendo prejuízos na lucratividade
13 do sistema produtivo. Considerando todos os resultados podemos indicar que um elevado
14 volume de ração, ou mesmo a oferta *ad libitum*, durante o período de flushing pré-cobertura
15 em leitoas é um manejo que não traz os mesmos benefícios obtidos em linhagens genéticas
16 mais antigas, devendo ser atualizado frente as condições atuais dos sistemas produtivos de
17 suínos.

19 5. REFERÊNCIAS

20 ALMEIDA, F. R. C. L. *et al.* Consequences of different dietary energy sources during
21 follicular development on subsequent fertility of cyclic gilts. **Animal**, v. 8, n. 2, p. 293–299,
22 2014.

23 AMARAL FILHA, W. S. *et al.* Growth rate and age at boar exposure as factors influencing
24 gilt puberty. **Livestock Science**, v. 120, n. 1–2, p. 51–57, 2009.

25 AREND, L. S. *et al.* Effects of feeding melatonin during proestrus and early gestation to gilts
26 and parity 1 sows to minimize effects of seasonal infertility. **Journal of Animal Science**, v.
27 97, n. 11, p. 4635–4646, 2019.

28 ASHWORTH, C. J.; ANTIPATIS, C. Effects of pre- and post-mating nutrition on embryo
29 survival in gilts. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 34, n. 3–4, p. 103–108, 1999.

30 BARB, C. R.; KRAELING, R. R.; RAMPACEK, G. B. Nutritional regulators of the
31 hypothalamic-pituitary axis in pigs. **Reproduction (Cambridge, England) Supplement**, v.
32 58, p. 1—15, 2001.

- 1 BELTRANENA, E. *et al.* Effects of pre- and postpubertal feeding on production traits at first
2 and second estrus in gilts. **Journal of animal science**, v. 69, n. 3, p. 886–893, 1991a.
- 3 BELTRANENA, E. *et al.* Endocrinology of nutritional flushing in gilts. **Canadian Journal**
4 **of Animal Science**, v. 71, n. 4, p. 1063–1071, 1991b.
- 5 BERTOLDO, M. J. *et al.* Seasonal variation in the ovarian function of sows. **Reproduction,**
6 **Fertility and Development**, v. 24, n. 6, p. 822–834, 2012.
- 7 BOOTH, P. J.; COSGROVE, J. R.; FOXCROFT, G. R. Endocrine and metabolic responses
8 to realimentation in feed-restricted prepubertal gilts: associations among gonadotropins,
9 metabolic hormones, glucose, and uteroovarian development. **Journal of Animal Science**, v.
10 74, n. 4, p. 840–848, 1996.
- 11 BRÜSSOW, K. P. *et al.* Follicular and oocyte development in gilts of different age. **Acta**
12 **Veterinaria Hungarica**, v. 50, n. 1, p. 101–110, 2002.
- 13 CAMOUS, S.; PRUNIER, A.; PELLETIER, J. Plasma prolactin, LH, FSH and estrogen
14 excretion patterns in gilts during sexual development. **Journal of animal science**, v. 60, n. 5,
15 p. 1308–1317, 1985.
- 16 CHRISTENSON, R. K. Influence of confinement and season of the year on puberty and
17 estrous activity of gilts. **Journal of animal science**, v. 52, n. 4, p. 821–830, 1981.
- 18 CLOWES, E. J. *et al.* Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter
19 growth and ovarian function. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 753–764, 2003.
- 20 COLEMAN, D. A.; FLEMING, M. W.; DAILEY, R. A. Factors affecting ovarian
21 compensation after unilateral ovariectomy in gilts. **Journal of Animal Science**, v. 59, n. i, p.
22 170–176, 1984.
- 23 COSTERMANS, N. G. J. *et al.* Follicular fluid steroid profile in sows: Relationship to follicle
24 size and oocyte quality. **Biology of Reproduction**, v. 102, n. 3, p. 740–749, 2020.
- 25 COX, N. M. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and
26 administering insulin during follicular growth. **Journal of Animal Science**, v.64 , p. 507–
27 516, 1987.
- 28 DA SILVA, C. L.A. *et al.* Relationship between ovulation rate and embryonic characteristics
29 in gilts at 35 d of pregnancy. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 7, p. 3160–3172, 2017.
- 30 DA SILVA, C. L.A. *et al.* Relationships between ovulation rate and embryonic and placental
31 characteristics in multiparous sows at 35 days of pregnancy. **Animal**,v. 10, n. 7, p. 1192–
32 1199, 2016.

- 1 DA SILVA, C. L.A. *et al.* Relationship between the estimated breeding values for litter traits
2 at birth and ovarian and embryonic traits and their additive genetic variance in gilts at 35 days
3 of pregnancy. **Frontiers in Genetics**, v. 9, 2018.
- 4 DE, W. *et al.* Effect of feeding allowance level on embryonic survival, IGF-1, insulin, GH,
5 leptin and progesterone secretion in early pregnancy gilts. **Journal of Animal Physiology
6 and Animal Nutrition**, v. 93, n. 5, p. 577–585, 2009.
- 7 DÍAZ, J. A. C. *et al.* Age at puberty, ovulation rate, and uterine length of developing gilts fed
8 two lysine and three metabolizable energy concentrations from 100 to 260 d of age. **Journal
9 of Animal Science**, v. 93, n. 7, p. 3521–3527, 2015.
- 10 DOURMAD, J. Y. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake
11 during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. **Livestock
12 Production Science**, v. 27, n. 4, p. 309–319, 1991.
- 13 DRIANCOURT, M. A.; LOCATELLI, A.; PRUNIER, A. Effects of gonadotrophin
14 deprivation on follicular growth in gilts. **Reproduction, Nutrition, Development**, v. 35, n. 6,
15 p. 663–673, 1995.
- 16 DUFOUR, S. *et al.* Stimulation of gonadotropin release and of ovarian development, by the
17 administration of a gonadoliberin agonist and of dopamine antagonists, in female silver eel
18 pretreated with estradiol. **General and Comparative Endocrinology**, v. 70, n. 1, p. 20–30,
19 1988.
- 20 ENGBLOM, L. *et al.* Sow removal in Swedish commercial herds. **Livestock Science**, v. 106,
21 n. 1, p. 76–86, 2007.
- 22 ESBENSHADE, K. L. *et al.* Changes in plasma hormone concentrations associated with the
23 onset of puberty in the gilt. **Journal of animal science**, v. 54, n. 2, p. 320–324, 1982.
- 24 EVANS, A. C. O.; O'DOHERTY, J. V. Endocrine changes and management factors affecting
25 puberty in gilts. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 1, p. 1–12, 2001.
- 26 FERGUSON, E. M. *et al.* Effect of alterations in the quantity and composition of the pre-
27 mating diet on embryo survival and foetal growth in the pig. **Animal Reproduction Science**,
28 v. 96, n. 1–2, p. 89–103, 2006.
- 29 FERGUSON, E. M. *et al.* Effect of different nutritional regimens before ovulation on plasma
30 concentrations of metabolic and reproductive hormones and oocyte maturation in gilts.
31 **Reproduction**, v. 126, n. 1, p. 61–71, 2003.
- 32 FILHA, W. S. A. *et al.* Reproductive performance of gilts according to growth rate and backfat

- 1 thickness at mating. **Animal Reproduction Science**, v. 121, n. 1–2, p. 139–144, 2010.
- 2 FLOWERS, B. *et al.* Endocrine changes associated with a dietary-induced increase in
3 ovulation rate (flushing) in gilts. **Journal of animal science**, v. 67, n. 3, p. 771–778, 1989.
- 4 FOXCROFT, G. Improving production efficiency in a competitive industry. **Manitoba**
5 **Agriculture**, p. 81–98, 2010.
- 6 FOXCROFT, G. R. *et al.* Prenatal programming of postnatal development in the pig. **Society**
7 **of Reproduction and Fertility supplement**, v. 66, n. 1983, p. 213–231, 2009.
- 8 FOXCROFT, G. R. *et al.* The biological basis for prenatal programming of postnatal
9 performance in pigs. **Journal of animal science**, v. 84 Suppl, p. 105–112, 2006.
- 10 GAUGHAN, J. B. *et al.* Effect of body composition at selection on reproductive development
11 in large white gilts. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 7, p. 1764–1772, 1997.
- 12 GIANLUPPI, R. D. F. *et al.* Effects of different amounts and type of diet during weaning-to-
13 estrus interval on reproductive performance of primiparous and multiparous sows. **Animal**,
14 2020.
- 15 GILL, P. Nutritional management of the gilt for lifetime productivity - Feeding for fitness or
16 fatness? **London Swine Conference – Today’s Challenges... Tomorrow’s Opportunities**
17 **3-4 April 2007**, n. April, p. 83–99, 2007.
- 18 GOUDET, G. *et al.* Evolution of steroid concentrations in saliva from immature to pubertal
19 gilts for the identification of biomarkers of gilts receptivity to boar effect. **Livestock Science**,
20 v. 228, n. June, p. 5–17, 2019.
- 21 GRIMES, R. W. *et al.* Follicular atresia in pigs: measurement and physiology, p. 2834–2844,
22 1993.
- 23 GUEDES, R. M. C.; NOGUEIRA, R. H. G. The influence of parity order and body condition
24 and serum hormones on weaning-to-estrus interval of sows. **Animal Reproduction Science**,
25 v. 67, n. 1–2, p. 91–99, 2001.
- 26 HOLDER, R. B. *et al.* Lifetime productivity in gilts previously selected for decreased age at
27 puberty. **Animal Science**, v. 61, n. 1, p. 115–121, 1995.
- 28 HOVING, L. L. *et al.* Embryo survival, progesterone profiles and metabolic responses to an
29 increased feeding level during second gestation in sows. **Theriogenology**, v. 77, n. 8, p. 1557–
30 1569, 2012.
- 31 HUGHES, P. E.; PEARCE, G. P.; PATERSON, A. M. Mechanisms mediating the stimulatory
32 effects of the boar on gilt reproduction. **Journal of reproduction and fertility. Supplement**,

- 1 v. 40, p. 323–341, 1990.
- 2 HUNTER, M. G. *et al.* Comparisons of endocrinology and behavioural events during the
3 oestrous period in Meishan and Large-White hybrid gilts. **Journal of Reproduction and**
4 **Fertility**, v. 97, n. 2, p. 475–480, 1993.
- 5 HUNTER, M. G.; GRANT, S. A.; FOXCROFT, G. R. Histological evidence for heterogeneity
6 in the development of preovulatory pig follicles. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.
7 86, n. 1, p. 165–170, 1989.
- 8 HUNTER, M. G.; WIESAK, T. Evidence for and implications of follicular heterogeneity in
9 pigs. **Journal of reproduction and fertility. Supplement**, v. 40, p. 163–177, 1990.
- 10 IIDA, R.; PIÑEIRO, C.; KOKETSU, Y. High lifetime and reproductive performance of sows
11 on southern European union commercial farms can be predicted by high numbers of pigs born
12 alive in parity one. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 5, p. 2501–2508, 2015.
- 13 JINDAL, R. *et al.* Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: association with
14 progesterone. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 3, p. 620–624, 1996.
- 15 JOAB, M.; BALOGH, P.; NOVOTNI DANKÓ, G. Optimal age of breeding gilts and its
16 impact on lifetime performance. **Acta Agraria Debreceniensis**, n. 2, p. 15–20, 2019.
- 17 JOHNSON, R. K. *et al.* Effects of restricting energy during the gilt development period on
18 growth and reproduction of lines differing in lean growth rate: responses in reproductive
19 performance and longevity. **Journal of animal science**, v. 100, n. 1, 2022.
- 20 KANEKO, M.; KOKETSU, Y. Gilt development and mating in commercial swine herds with
21 varying reproductive performance. **Theriogenology**, v. 77, n. 5, p. 840–846, 2012.
- 22 KHANJI, M. S. A. *et al.* Using body measurements to estimate body weight in gilts, p. 1–
23 20, 2018.
- 24 KIM, J. S.; YANG, X.; BAIDOO, S. K. Relationship between body weight of primiparous
25 sows during late gestation and subsequent reproductive efficiency over six parities. **Asian-**
26 **Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 29, n. 6, p. 768–774, 2016.
- 27 KING, R. H. Effect of live weight and body composition of gilts at 24 weeks of age on
28 subsequent reproductive efficiency. **Animal Production**, v. 49, n. 1, p. 109–115, 1989.
- 29 KIRKWOOD, R. N.; AHERNE, F. X. Energy intake, body composition and reproductive
30 performance of the gilt. **Journal of animal science**, v. 60, n. 6, p. 1518–1529, 1985.
- 31 KNAUER, M. T. *et al.* Phenotypic and genetic correlations between gilt estrus, puberty,
32 growth, composition, and structural conformation traits with first-litter reproductive measures.

- 1 **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 935–942, 2011.
- 2 KNOX, R. V. *et al.* Plasma gonadotropins and ovarian hormones during the estrous cycle in
3 high compared to low ovulation rate gilts. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 1, p. 249–
4 260, 2003.
- 5 KNOX, R. V. Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation
6 rate in the pig. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, n. 2, p. 385–397, 2005.
- 7 KOKETSU, Y.; TAKAHASHI, H.; AKACHI, K. Longevity, lifetime pig production and
8 productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on
9 commercial farms. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 61, n. 9, p. 1001–1005, 1999.
- 10 KOKETSU, Y.; TANI, S.; IIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows
11 and herd productivity in commercial breeding herds. **Porcine Health Management**, v. 3, p.
12 1–10, 2017.
- 13 KUMMER, R. *et al.* Reproductive performance of gilts with similar age but with different
14 growth rate at the onset of puberty stimulation. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 44,
15 n. 2, p. 255–259, 2009.
- 16 KUMMER, R. *et al.* Reproductive performance of high growth rate gilts inseminated at an
17 early age. **Animal Reproduction Science**, v. 96, n. 1–2, p. 47–53, 2006.
- 18 LANGENDIJK, P. *et al.* Porcine luteal function in relation to IGF-1 levels following ovulation
19 during lactation or after weaning. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, n. 2, p. 131–
20 136, 2008.
- 21 LE COZLER, Y. *et al.* Effect of the feeding level during rearing on performance of Large
22 White gilts. Part 1: Growth, reproductive performance and feed intake during the first
23 lactation. **Reproduction Nutrition Development**, v. 38, n. 4, p. 363–375, 1998.
- 24 LUCY, M. C. *et al.* Ovarian follicular growth in sows. **Reproduction (Cambridge, England)**
25 **Supplement**, v. 58, n. 13, p. 31–45, 2001.
- 26 MACHADO, G. S. *et al.* Efeitos de diferentes fontes de energia sobre taxa ovulatória,
27 fertilidade e sobrevivência embrionária em marrãs cíclicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
28 **Veterinaria e Zootecnia**, v. 60, n. 3, p. 600–606, 2008.
- 29 MAGNABOSCO, D. *et al.* Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus
30 manifestation and first farrowing performance of Landrace×large white gilts. **Livestock**
31 **Science**, v. 169, n. C, p. 180–184, 2014.
- 32 MALLMANN, A. L. *et al.* Effects of flush feeding strategy before breeding on reproductive

- 1 performance of modern replacement gilts: impacts on ovulation rate and litter traits.
2 **American Society of Animal Science**, p. 1–10, 2020.
- 3 MARCHAL, R. *et al.* Effect of follicular size on meiotic and developmental competence of
4 porcine oocytes. **Theriogenology**, v. 57, n. 5, p. 1523–1532, 2002.
- 5 MÁRIO, A. *et al.* Interação nutrição-reprodução em suínos Nutrition-reproduction interaction
6 in swine., , v. 37, n. Supl 1, p. 183–194, 2009.
- 7 MARISCAL, D. V. *et al.* Concentrations of gonadotropins, estradiol and progesterone in sows
8 selected on an index of ovulation rate and embryo survival. **Animal Reproduction Science**,
9 v. 54, n. 1, p. 31–43, 1998.
- 10 MILLER, P. S.; MORENO, R.; JOHNSON, R. K. Effects of restricting energy during the gilt
11 developmental period on growth and reproduction of lines differing in lean growth rate:
12 Responses in feed intake, growth, and age at puberty. **Journal of Animal Science**, v. 89, n.
13 2, p. 342–354, 2011.
- 14 MUNIZ, A. *et al.* Efeitos combinados da restrição alimentar e flushing sobre a fertilidade de
15 marrãs inseminadas artificialmente em diferentes ciclos estrais. **Brazilian Journal of**
16 **Veterinary Research and Animal Science** v. 50, n. 6, p. 462, 2013.
- 17 MURPHY, B. D. *et al.* Formation and early development of the corpus luteum in pigs.
18 **Reproduction (Cambridge, England) Supplement**, v. 58, n. February, p. 47–63, 2001.
- 19 PATERSON, A. M.; PEARCE, G. P.; D'ANTUONO, M. F. Seasonal variation in attainment
20 of puberty in isolated and boar-exposed domestic gilts. **Animal Reproduction Science**. v. 24,
21 n. 3–4, p. 323–333, 1991.
- 22 PATTERSON, J. *et al.* Validation of the use of exogenous gonadotropins (PG600) to increase
23 the efficiency of gilt development programs without affecting lifetime productivity in the
24 breeding herd. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 2, p. 805–815, 2016.
- 25 PATTERSON, J. L. *et al.* Impact of boar exposure on puberty attainment and breeding
26 outcomes in gilts. **Theriogenology**, v. 57, n. 8, p. 2015–2025, 2002a.
- 27 PATTERSON, J. L. *et al.* The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts.
28 **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1299–1310, 2002b.
- 29 PATTERSON, J. L.; BELTRANENA, E.; FOXCROFT, G. R. The effect of gilt age at first
30 estrus and breeding on third estrus on sow body weight changes and long-term reproductive
31 performance. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 7, p. 2500–2513, 2010.
- 32 PÈRE, M. C.; DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. Effect of number of pig embryos in the

- 1 uterus on their survival and development and on maternal metabolism. **Journal of Animal**
2 **Science**, v. 75, n. 5, p. 1337–1342, 1997.
- 3 PRUNIER, A. *et al.* Patterns of plasma LH, FSH, oestradiol and corticosteroids from birth to
4 the first oestrous cycle in Meishan gilts. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 98, n. 2,
5 p. 313–319, 1993.
- 6 PRUNIER, A.; QUESNEL, H. Influence of the nutritional status on ovarian development in
7 female pigs. **Animal Reproduction Science**, v. 60–61, p. 185–197, 2000.
- 8 QUESNEL, H. *et al.* Influence of Feed Restriction during Lactation on Gonadotropic
9 Hormones and Ovarian Development in Primiparous Sows. **Journal of Animal Science**, v.
10 76, n. 3, p. 856–863, 1998.
- 11 RÁTKY, J.; BRÜSSOW, K. P.; SOLTI, L. Endoscopic methods in swine reproductive
12 research: A review. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 46, n. 4, p. 487–492, 1998.
- 13 RÁTKY, Jozsef *et al.* Ovarian activity and oocyte development during follicular development
14 in pigs at different reproductive phases estimated by the repeated endoscopic method. **Journal**
15 **of Reproduction and Development**, v. 51, n. 1, p. 109–115, 2005.
- 16 RHODES, M. T.; DAVIS, D. L.; STEVENSON, J. S. Flushing and altrenogest affect litter
17 traits in gilts. **Journal of animal science**, v. 69, n. 1, p. 34–40, 1991.
- 18 ROZEBOOM, D. W. *et al.* Body composition of gilts at puberty. **Journal of animal science**,
19 v. 73, n. 9, p. 2524–2531, 1995.
- 20 SCHUKKEN, Y. H. *et al.* Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data
21 collected in commercial swine herds. **Journal of animal science**, v. 72, n. 6, p. 1387–1392,
22 1994.
- 23 SERENIUS, T. *et al.* National pork producers council maternal line national genetic
24 evaluation program: a comparison of sow longevity and trait associations with sow longevity.
25 **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 9, p. 2590–2595, 2006.
- 26 SPICER, L. J.; ECHTERNKAMP, S. E. The ovarian insulin and insulin-like growth factor
27 system with an emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 12, n.
28 3, p. 223–245, 1995.
- 29 STALDER, K. J. *et al.* Financial impact of average parity of culled females in a breed-to-
30 wean swine operation using replacement gilt net present value analysis. **Journal of Swine**
31 **Health and Production**, v. 11, n. 2, p. 69–74, 2003.
- 32 TANI, S.; PIÑEIRO, C.; KOKETSU, Y. Recurrence patterns and factors associated with

- 1 regular, irregular, and late return to service of female pigs and their lifetime performance on
2 southern European farms. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p. 1924–1932, 2016.
- 3 VAN DEN BRAND, H. *et al.* Effects of postweaning dietary energy source on reproductive
4 traits in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 2, p. 420–426, 2001.
- 5 VAN DER WAAIJ, E. H. *et al.* Effect of excessive, hormonally induced intrauterine crowding
6 in the gilt on fetal development on day 40 of pregnancy. **Journal of Animal Science**, v. 88,
7 n. 8, p. 2611–2619, 2010.
- 8 VAN WETTERE, W. H. E. J. *et al.* Increasing the age of gilts at first boar contact improves
9 the timing and synchrony of the pubertal response but does not affect potential litter size.
10 **Animal Reproduction Science**, v. 95, n. 1–2, p. 97–106, 2006.
- 11 VASANTHA, I. Physiology of Seasonal Breeding: A Review. **Journal of Veterinary
12 Science & Technology**, v. 07, n. 03, 2015.
- 13 WIENTJES, J. *et al.* Nutritionally induced relationships between insulin levels during the
14 weaning-to-ovulation interval and reproductive characteristics in multiparous sows: II. Luteal
15 development, progesterone and conceptus development and uniformity. **Reproduction in
16 Domestic Animals**, v. 47, n. 1, p. 62–68, 2012.
- 17 WIENTJES, J. G. M. *et al.* Piglet birth weight and litter uniformity: Effects of weaning-to-
18 pregnancy interval and body condition changes in sows of different parities and crossbred
19 lines. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 5, p. 2099–2107, 2013.
- 20 WILLIAMS, N. H.; PATTERSON, J. L.; FOXCROFT, G. R. Non-Negotiables of Gilt
21 Development. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 281–289, 2005.
- 22 WILSON, M. E. e WARD, T. L. Effects of lameness on sow reproduction: nutritional impacts
23 **FeetFirst® Sow Lameness Symposium II**, Minneapolis, MN, USA, August 31-September
24 2, 2010., , p. 1–17, 2008.
- 25 XIE, S.; NEPHEW, P.; POPE, F. Ovulation in Swine1. **Biology of reproduction**, v. 240, p.
26 236–240, 1990.
- 27 YANG, H. *et al.* Impact of dietary lysine intake during lactation on follicular development
28 and oocyte maturation after weaning in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 78,
29 n. 4, p. 993–1000, 2000.
- 30 YEN, H. W. *et al.* Follicular development and maturation in gilts selected for an index of high
31 ovulation rate and high prenatal survival. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 130–135,
32 2005.

- 1 YOUNG, M. G. *et al.* Effect of space allowance during rearing and selection criteria on
- 2 performance of gilts over three parities in a commercial swine production system. **Journal of**
- 3 **Animal Science**, v. 86, n. 11, p. 3181–3193, 2008.
- 4 ZAK, L. J. *et al.* Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes
- 5 differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. **Journal of Animal**
- 6 **Science**, v. 75, n. 1, p. 208–216, 1997.



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 40561

Título: INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO FLUSHING ALIMENTAR PRÉ-COBERTURA SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE LEITOAS

Vigência: 20/06/2021 à 30/09/2023

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

FERNANDO PANDOLFO BORTOLOZZO - coordenador desde 20/06/2021
ANA PAULA GONÇALVES MELLAGI - coordenador desde 20/06/2021
RAFAEL DA ROSA ULGUIM - coordenador desde 20/06/2021
Victoria Nunes Pereira - desde 20/06/2021
Julia Helena Montes - desde 20/06/2021
CAROLINE MOREIRA DA SILVA - Assistente de Pesquisa desde 20/06/2021

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo , em reunião realizada em 17/05/2021 - Reunião via webconferência - Mconf UFRGS, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 804 leitoas da linhagem genética Camborough® (Agroceres PIC, Patos de Minas, MG, Brasil) de uma granja quarto sítio localizada em Videira, Santa Catarina, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Sexta-Feira, 28 de Maio de 2021

ALEXANDRE TAVARES DUARTE DE OLIVEIRA
Coordenador da comissão de ética