

INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO NA REPRODUÇÃO DAS MATRIZES SUÍNAS

(Nutrition influence on female swine reproduction)

Simone Maria Massami Kitamura MARTINS^{1*}, Diego Feitosa LEAL¹, Gustavo Amorim de CAMPOS¹, André Pegoraro POOR¹, Juliana Branco Olivé FERNANDES¹

¹Núcleo de Pesquisa em Suínos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo

*Email para correspondência: smmkm@usp.br

RESUMO

Na busca de se aumentar o número de leitões desmamados por porca ao ano, o melhoramento genético tornou as matrizes suínas hiperporlíficas, levando ao aumento na produção de leite, número de leitões nascidos, a redução no consumo voluntário, a maior deposição de tecido muscular e menores reservas de tecido adiposo. Esse reduzido consumo de ração é preocupante principalmente em primíparas, pois durante a lactação, mobilizam suas reservas corporais para compensar a ingestão reduzida e atender a demanda nutricional para a produção de leite. As matrizes hiperprolíficas apresentam exigências nutricionais mais elevadas e por isso necessitam de um programa nutricional diferenciado, de modo a evitar severos comprometimentos reprodutivos e produtivos. Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos e novos ainda serão necessários para adequar a demanda nutricional nas diferentes fases ao perfil produtivo das fêmeas, a fim de prolongar a vida útil reprodutiva das matrizes suínas.

Palavras-chave: Fêmea suína hiperprolífica, nutrição, vida útil reprodutiva,

ABSTRACT

To attend the growing demand of the swine industry for a greater number of piglets weaned per sow per year, genetic improvement programs have created a hyper prolific sow; this genetic selection has led to an increase in milk production, in the number of piglets born, reduction in voluntary feed intake, a greater lean muscle tissue deposition as well as in a decreased body fat reserves. However, such reduction in feed consumption can be very detrimental, especially for primiparous sows since, during lactation, there is a

tremendous mobilization of body reserves in order to compensate a reduced feed intake and to attend the nutritional demand for milk yielding. In this sense, high-prolific sows have higher nutritional demand and therefore they require a differentiated nutritional program to avoid reproductive and productive losses. On this path, several studies have been developed and new will be necessary to adjust the nutrient demand at different stages to the production profile of sows aiming to extend the reproductive life span of the female swine.

Key words: Hyperprolific sow, nutrition, reproductive life span

INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade na suinocultura é uma consequência da otimização das estratégias nutricionais, associada à eficiência reprodutiva das matrizes e a melhora na condição sanitária. A rentabilidade do sistema de produção é mensurada pelo número de leitões desmamados por porca ao ano, que por sua vez é fortemente influenciado por inúmeros fatores, tais como: número de dias não produtivos, duração do aleitamento, número de natimortos por leitegada, mortalidade pré-desmame, o tamanho de leitegada e intervalo desmame-estro (Vesseur, 1997; Lucia Junior et al., 2000).

Com o avanço do melhoramento genético, as linhagens modernas vêm apresentando elevado número de leitões nascidos, alta produção de leite, baixo consumo voluntário, capacidade de deposição rápida de altas quantidades de tecido magro e menores reservas de tecido adiposo (Close & Cole, 2000; Quiniou et al., 2002).

Segundo Foxcroft (2005), as matrizes hiperprolíficas apresentam exigências nutricionais mais elevadas e por isso necessitam de um programa nutricional diferenciado, desde a fase de leitões de reposição até a lactação. E, uma vez que a nutrição não atenda as exigências nutricionais, severos comprometimentos reprodutivos e produtivos poderão ser observados.

O reduzido consumo de ração observado nessas linhagens é especialmente preocupante em primíparas durante a lactação, situação na qual há mobilização de reservas corporais para compensar a ingestão reduzida e atender a demanda nutricional para a produção de leite (Kim & Easter, 2001). Quando há o catabolismo lactacional intenso, reflexos negativos poderão ser observados na vida útil reprodutiva da matriz, caracterizados pelo

aumento no intervalo desmame-estro (Tantasuparuk et al., 2001), por reduções nas taxas de ovulação, na sobrevivência embrionária (Kemp & Soede, 2004) e no tamanho da leitegada (Tantasuparuk et al., 2001).

Segundo Clowes et al. (2003) as primíparas podem suportar perdas de 9 a 12% de sua massa proteica durante a lactação sem nenhum prejuízo no crescimento dos leitões ou no desenvolvimento folicular, porém quando as perdas ultrapassam esses percentuais há redução na concentração da proteína do leite e na taxa de crescimento dos leitões.

Aliado ao comprometimento reprodutivo, a intensa seleção genética voltada para a taxa de ovulação tem gerado um desequilíbrio entre taxa de ovulação, o número de conceptos que sobrevivem ao período pós-implantação e a capacidade uterina (Foxcroft et al., 2009), resultando em um número de fetos maior do que a fêmea suína é capaz de gestar, proporcionando maior competição por nutrientes e oxigênio, e conseqüentemente o nascimento de leitões mais leves, sinais característicos do chamado crescimento intra-uterino retardado (CIUR) (Foxcroft et al., 2006).

O aumento no tamanho da leitegada tem levado à redução do peso ao nascimento e a maior heterogeneidade dentro da leitegada, reduzindo a vitalidade até o desmame (Quesnel et al., 2008; Silva, 2010). Os leitões com baixo peso ao nascer normalmente são excluídos do acesso aos tetos funcionais pela própria desvantagem em competir com leitões mais pesados, ocasionando uma insuficiente ingestão de colostro e leite, o que reduz a aquisição de imunidade passiva e os torna susceptíveis as doenças (Wolf et al., 2008). Esses leitões, apresentam um desempenho produtivo comprometido, aumentam os percentuais de mortalidade pré-desmame, impactando negativamente no número de desmamados/porca/ano.

Na espécie suína, diversos fatores influenciam o desenvolvimento fetal, entre eles *a nutrição materna* que é a responsável pelo fornecimento de glicose, aminoácidos e elementos essenciais para o conceito (Robinson et al., 1999), *a competição entre os fetos pelos nutrientes* no ambiente uterino, sendo já demonstrado que o peso ao nascer está inversamente correlacionado ao tamanho da leitegada (Town et al., 2004) e o *posicionamento dos fetos no útero*, uma vez que os fetos localizados no terço médio dos cornos uterinos teriam as menores placentas, em leitegadas muito grandes, devido a diferenças no suprimento de nutrientes (Dziuk, 1985).

Dentre os principais fatores que interferem no desenvolvimento fetal, esta revisão tem por objetivo descrever sumariamente alguns aspectos nutricionais aplicados às fêmeas suínas desde a preparação até a gestação que podem melhorar o número de desmamados por porca ao ano.

NUTRIÇÃO DE FÊMEAS ANTES DA PRIMEIRA COBRIÇÃO

A precocidade da puberdade é influenciada por diversos fatores, entre eles o genético, a idade, o peso corporal, o estado metabólico, a temperatura ambiente e a exposição ao macho (Hughes, 1982).

O preparo da marrã do ponto de vista nutricional deve visar à adequada produção de tecido proteico (muscular) e deposição de gordura limitada, sendo a taxa de crescimento esperada de 650g/dia (Beltranena et al., 1991), distribuídos em 450g/dia de tecido muscular e ossos e 200g/dia de tecido adiposo, sendo as marrãs mantidas em alimentação controlada. Se considerarmos essa taxa de crescimento, as marrãs ganham 0,9 mm em espessura de toucinho (ET) por semana, sendo que cada acréscimo de 1 mm de ET equivale a deposição de 1,5 Kg de gordura. Deste modo, seria possível ajustar o momento da primeira cobertura seguindo as recomendações das diferentes empresas melhoradoras (Fontes et al., 2015).

Por outro lado, a alimentação à vontade poderia provocar um descompasso entre desenvolvimento genital e corporal, apesar das leitões mostrarem-se mais pesadas no momento da cobertura e/ou inseminação artificial (IA). Assim, é possível que nos animais com rápido crescimento corporal, a maturação do eixo reprodutivo não acompanhe a velocidade de crescimento e/ou exista a necessidade das fêmeas atingirem um limiar de gordura corporal para que os eventos fisiológicos indutores da puberdade sejam deflagrados (Andrade et al., 2014)

As principais dificuldades encontradas em adequar o programa nutricional das marrãs são a falta de informações sobre as exigências nutricionais de algumas genéticas; a utilização de diferentes genéticas dentro do mesmo sistema de produção; a ausência de um manejo alimentar bem preparado e executado até a primeira cobertura; e a falta de treinamento da mão de obra nesta importante fase da produção (Fontes et al., 2015).

Uma série de metabólitos e hormônios vem sendo citados como mediadores desta interação entre a nutrição e a reprodução, incluindo glicose, ácidos graxos não

esterificados, aminoácidos específicos, insulina, fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) e hormônios tireoidianos (Guedes & Nogueira, 2001). Considerando o papel relevante que a insulina e IGF-I podem desempenhar nessas interações pode-se inferir que dietas que efetivamente promovam o aumento nos níveis de insulina plasmática e IGF-I venham a representar uma importante ferramenta para melhorar a uniformidade e peso ao nascimento das leitegadas (van den Brand et al., 2001; Silva et al., 2014).

A insulina assim como o IGF-I afetam positivamente os ovários, estimulando a proliferação das células da granulosa e produção de progesterona, incrementando a esteroidogênese pelas células luteínicas (Spicer & Echtenkamp, 1995). Quesnel (1999) demonstrou a presença de receptores específicos para insulina, IGF-I e hormônio do crescimento (GH) em diferentes pontos do ovário de fêmeas suínas, sugerindo que suas ações no desenvolvimento folicular se dão, pelo menos em parte, através de receptores específicos. Ferguson et al. (2006) corroboram com esses resultados, uma vez que após a alimentação das mães com dextrose foram observados efeitos no tamanho dos fetos dentro da leitegada, provavelmente pelo aumento dos níveis da insulina plasmática e de IGF-I.

Quesnel et al. (2008) relataram que porcas com picos elevados e prolongados de insulina apresentaram numerosos folículos e mais desenvolvidos, estando associados positivamente aos pulsos de LH após o desmame. Já Wientjes et al. (2012a; 2012b) descrevem que o fornecimento da dieta dividido em duas vezes ao dia parece ser mais benéfico para o desenvolvimento folicular e subsequente luteal e embrionário, devido aos dois picos prolongados de insulina por dia quando comparada a mesma quantidade de insulina diária secretada em frequentes picos de curta duração.

Uma estratégia conhecida e amplamente empregada para melhorar a reprodução de mães antes da primeira cobertura é o *flushing* nutricional, que foi definido como o fornecimento de alto nível de energia, durante o ciclo precedente a cobertura, sendo fornecida uma alimentação levemente restrita por 7 dias e, nos 14 dias posteriores, uma alimentação com alto nível de energia. Essa mudança parece aumentar a taxa de ovulação e, conseqüentemente o número de leitões nascidos (Beltranena et al., 1991; Ashworth et al., 1999; Ferguson et al., 2003; Brustolini et al., 2004).

Machado et al. (2008) também testaram o *flushing* nutricional em marrãs, porém com diferentes fontes energéticas, amido de milho (carboidrato) e óleo de soja (lipídeo), sendo ambas as dietas isocalóricas, isoproteicas e isolisínicas. Aliado a isso, todas as fêmeas foram mantidas em regime alimentar a vontade durante os primeiros sete dias. Os resultados obtidos mostraram que o *flushing* nutricional com amido de milho otimizou a eficiência reprodutiva de marrãs, observado pelo aumento ($P<0,01$) no número total de corpos lúteos (15,52 vs. 14,70, carboidrato vs. lipídeo, respectivamente) e número total de embriões (13,95 vs. 12,32, carboidrato vs. lipídeo, respectivamente). Contudo, a utilização do amido de milho não foi capaz de influenciar a taxa de sobrevivência embrionária.

Já Muniz et al (2013) verificaram a influência da restrição alimentar na fase pré-púbere associada ao emprego do *flushing* nutricional no ciclo precedente ao da inseminação artificial realizada no 2º ou no 3º estro e concluíram que a restrição em 20% aumentou ($P<0,05$) em 0,93 o número de corpos lúteos em comparação a alimentação *ad libitum*, 16,74 vs. 15,81, respectivamente. Em relação ao emprego ou não do “flushing” nutricional os valores médios não diferiram. Já ao avaliarmos o momento da IA, o 3º estro mostrou melhores resultados ($P<0,05$) quando comparado a IA no 2º estro, 16,71 vs. 15,84, respectivamente, representando um acréscimo de 0,87 corpo lúteo. Em relação ao número de fetos aos 35 dias de gestação, foi observada interação ($P<0,05$) entre o momento da IA e a estratégia nutricional. Nas fêmeas mantidas em alimentação *ad libitum*, o número de fetos não foi influenciado pelo momento da IA, contudo nas fêmeas em restrição alimentar houve um aumento ($P<0,05$) quando as mesmas foram inseminadas no 3º estro (10,30 vs. 12,96, 2º e 3º estro, respectivamente).

Já a taxa de sobrevivência fetal, a restrição alimentar aumentou ($P<0,05$) o percentual de sobrevivência, (78,21%) em comparação com a alimentação *ad libitum* (74,94%). Adicionalmente, as fêmeas inseminadas no 3º estro apresentaram maiores ($P<0,05$) taxas de sobrevivência fetal (78,14%) comparadas às inseminadas no 2º estro (75,00%). Embora diversos autores relatem efeito positivo da restrição alimentar associado ao *flushing* nutricional, os achados de Muniz et al (2013) não corroboram, provavelmente devido a restrição ter sido empregada desde a fase pré-púbere até os primeiros sete dias do estro de cobrição, seguida pela substituição da alimentação fornecida *ad libitum* por 14

dias subsequentes, sendo que, nas fêmeas que já recebiam a alimentação *ad libitum* houve apenas a substituição da dieta.

Lago et al. (2005), avaliando o uso concomitante de estratégias de *flushing* e tratamento hormonal (eCG e LH), em marrãs no primeiro ciclo estral, verificou melhora na viabilidade dos embriões de cinco dias, o que acredita-se estar relacionada ao emprego somente de *flushing*, enquanto que na combinação *flushing* e hormônio a resposta foi intermediária, sendo o pior resultado somente com uso de hormônio.

NUTRIÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS GESTANTES

A nutrição durante a gestação além de influenciar no tamanho, peso e uniformidade da leitegada, afeta também a produção de leite, o intervalo desmama-estro e a longevidade da matriz. No primeiro terço da gestação, as necessidades nutricionais são ligeiramente superiores às necessidades de manutenção (Fontes et al., 2015).

Segundo Abreu et al. (2005), um programa nutricional para porcas gestantes deve levar em consideração as diferentes fases e fenômenos metabólicos que acontecem; as diferenças de padrão de crescimento entre as porcas, segundo a ordem de parto e o estado metabólico da matriz após a lactação anterior. Todos esses aspectos podem interferir nas exigências nutricionais desses animais e devem ser consideradas para o desenvolvimento de um programa nutricional. Matrizes hiperprolíficas apresentam exigências nutricionais diferenciadas principalmente no terço final de gestação onde ocorre o maior desenvolvimento das glândulas mamárias e dos fetos.

Mahan (1998), avaliando diferentes níveis de fornecimento de ração para fêmeas gestantes, observaram que aquelas que receberam 130 gramas de ração adicional por dia, apresentaram maior número de leitões, e leitões mais pesados do que o tratamento controle.

Porém, o fornecimento excessivo de energia nessa fase resulta em maior mortalidade embrionária devido ao aumento no fluxo sanguíneo hepático e, conseqüentemente maior taxa de metabolização da progesterona (Fontes et al., 2015), essa situação leva a redução na secreção de Proteína Uterina Específica, (Sobestiansky *et al.*, 1998) e modifica o desenvolvimento do endométrio e sua atividade secretora, afetando a composição dos fluidos alantoideanos que fornecem nutrientes para os fetos (Ashworth, 1991; Einarsson & Rojkittikhum, 1993), levando a efeitos negativos sobre o número total de nascidos

vivos, peso e uniformidade da leitegada (Miller et al., 2000; Lawlor et al., 2007; Cerisuelo et al., 2008).

Por outro lado, Quesnel et al. (2010) observaram que maiores quantidades de alimento (4 kg/dia ao invés de 2 kg/dia) no período compreendido entre a cobertura e o 28º dia de gestação, não influenciaram a sobrevivência embrionária bem como o tamanho e a variabilidade dos embriões em mães.

Segundo Weldon et al. (1994) a quantidade de ração ingerida pela fêmea a partir dos 60 dias de gestação, possui uma relação negativa com a ingestão de alimento durante a fase de lactação, acarretando em maiores perdas de peso na lactação. Tais observações também foram feitas por Coffey et al. (1994), os quais observaram que fêmeas com maior consumo de energia durante a gestação (5,9 vs 7,4 Mcal de Energia Metabolizável/dia) apresentaram uma redução do consumo na fase de lactação (5,23 vs 5,0 kg/dia).

Esta redução é mais evidente em fêmeas com maiores reservas lipídicas (Verstegen et al., 1998), possivelmente devido à modulação de diversos fatores endócrinos de regulação como, por exemplo, concentrações de insulina e leptina (Eissen et al., 2000). Esses autores, em sua revisão, abordam a seleção genética voltada para o aumento da prolificidade e ganho de tecido magro.

Dourmad (1991) também relatou uma relação negativa entre ingestão de energia durante a gestação e o consumo voluntário na lactação. Ao fornecer 1,8, 2,5 ou 2,7 kg/dia de uma ração contendo 3.170 kcal Energia Digestível/kg ao longo de toda a gestação, o consumo na fase de lactação, avaliado semanalmente, foi significativamente menor. Porém, ao se analisar o período como um todo, tais diferenças não foram observadas. Os autores ressaltam que este aumento no consumo na lactação não compensa níveis de consumo inadequados ao longo da gestação, os quais acarretam maiores perdas de peso durante a lactação e pior desempenho pós desmame. Baixos estoques corporais de energia no momento do parto também já foram relacionados com pior desenvolvimento folicular no pós desmame (Clowes et al., 2003), impactando na produtividade subsequente de fêmeas primíparas.

A capacidade de ingestão de fêmeas primíparas durante a fase de lactação, além de poder comprometer seu desempenho, dificulta a adoção de manejos nutricionais visando à redução da perda de peso nesta fase. Uma estratégia utilizada é fornecer quantidades suficientes de nutrientes às mães para que estas entrem na lactação com reservas

corporais adequadas, dando a esta categoria de animais a possibilidade de melhor lidar com as altas exigências ligadas a produção de leite e subsequente retorno a atividade reprodutiva. Porém, existe uma correlação negativa entre os consumos voluntários na fase de gestação e de lactação (Weldon et al., 1994), estando esta associação intimamente ligada às reservas corporais de gordura (Dourmad, 1991).

Observando a variação na ingestão de energia ao longo das fases de gestação e lactação combinadas, Revell et al. (1998) comentam que o consumo voluntário na fase de lactação deve ser regulado não pelo próprio animal, com base no montante de energia consumida na gestação, mas por mecanismos secundários ou até mesmo independentes à ingestão de alimento na fase de gestação. Os autores sugerem que este mecanismo possa ser mediado pelo desenvolvimento de uma resistência a insulina, também relatados por Xue et al. (1997), ou seja, animais com maiores reservas lipídicas apesar de apresentarem níveis de insulina normais, apresentariam menores quantidades de seus receptores ou a afinidade destes estaria alterada (Eissen et al., 2000). Este evento levaria a mobilização de reservas corporais, aumentando os níveis plasmáticos de substratos energéticos, como os ácidos graxos não esterificados (AGNE).

Eckhardt et al. (2013) realizaram a suplementação de 25% de energia metabolizável na dieta de marrãs a partir dos 75 dias de gestação associado a hormonioterapia no desmame visando o estado metabólico de fêmeas primíparas na gestação e lactação, bem como os reflexos no ciclo subsequente. Verificou-se que as fêmeas suplementadas com energia iniciaram a fase de maternidade mais pesadas, contudo apresentaram as maiores perdas de peso ($P = 0.013$). Em relação ao desenvolvimento dos leitões, intervalo desmame-estro e duração do estro não foram verificadas diferenças.

Já em relação aos parâmetros bioquímicos, na fase de gestação destacam-se diferenças significativas entre os tratamentos no tocante aos níveis de colesterol total e suas frações, os quais apresentaram um incremento no grupo suplementado com energia devido à maior ingestão de nutrientes e substratos energéticos. Ao longo da lactação, ambos os grupos demonstraram estados metabólicos similares, os quais, quando comparados a dados de literatura, denotam que o manejo geral aplicado colaborou para minimizar o grau de catabolismo das fêmeas lactantes. Contudo, deve-se frisar que na 2ª e 3ª semana de lactação, os animais do tratamento suplementado apresentaram maiores níveis de

ácidos graxos não esterificados, o que deve ser interpretado como indicativo de maior mobilização corporal de reservas energéticas (Eckhardt et al., 2013).

Hultén et al. (2002) também observaram que animais mais pesados ao parto perderam mais peso na lactação, apresentando maiores níveis de AGNE no sangue, apesar de apresentar o mesmo consumo de ração. Para os autores, os animais em estado catabólico mais intenso utilizam reservas corporais como principal fonte de nutrientes para a produção de leite, enquanto animais em menor catabolismo seriam mais eficientes na utilização dos nutrientes ingeridos como substrato para a glândula mamária.

Grundy & Denke (1990), relataram que a superalimentação aumenta os níveis de cVLDL produzidos e secretados pelo fígado. Isso se dá devido ao aumento no influxo pós-prandial de substrato energético para este órgão e a maior disponibilidade de ácidos graxos livres quando em jejum. Segundo discutido por Allan et al. (2001), na espécie suína, existem evidências de que a maior parte dos ésteres de colesterol encontrados nas LDL é proveniente da síntese *de novo* de colesterol ao invés de serem oriundas apenas do catabolismo de VLDL, como nos humanos.

Manejos nutricionais empregados no terço final da gestação exerceram efeito direto sobre o desenvolvimento dos animais, bem como resultaram em reflexos na variação de peso na lactação. A construção de reservas ao longo da lactação é diretamente modulada pela estratégia nutricional escolhida, com efeito sobre a mobilização energética ao longo da lactação, que, se bem controlada, não interfere negativamente no desempenho reprodutivo pós desmame. Ao mesmo tempo, o uso e a avaliação de protocolos hormonais devem levar em consideração a interação com o estado metabólico dos animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As matrizes hiperprolíficas que apresentam 2, 45 partos por ano com a capacidade de desmamar 30 leitões por ano precisam de um acompanhamento pormenorizado visando à otimização da vida útil reprodutiva. Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos e novos ainda serão necessários para adequar a demanda nutricional nas diferentes fases ao perfil produtivo das fêmeas suínas modernas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ciência Animal, 25(1), 2015
Palestra apresentada no III Congresso Estudantil de Medicina Veterinária da UECE,
Fortaleza, CE, Brasil, 08 a 12 de junho de 2015

ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. Exigências nutricionais de matrizes suínas gestantes e lactantes, Florianópolis, SC, 2005. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos - Avesui, 2005, Anais... Florianópolis: Gessulli Agribusiness, 2005, p.33-59.

ALLAN, F. J.; THOMPSON, K. G.; JAMES, K. A. C.; MANKTELOW, B. W.; KOOLAARD, J. P.; JOHNSON, R. N.; MCNUTT, P. V. Serum lipoprotein cholesterol and triglyceride concentrations in pigs fed diets containing fish oil, milk fat, olive oil and coconut oil. *Nutrition Research*, v. 21, n. 5, p. 785-795, 2001.

ANDRADE, A. F. C. ; VIANNA, W. L. ; MARTINS, S. M. M. K. ; MORETTI, A. S. . Farmacologia Aplicada-Suínos-Medicamentos com efeitos no sistema reprodutor. In: Helenice de Souza Spinosa; João Palermo-Neto; Silvana Lima Gómiak. Medicamentos em Animais de Produção: Guanabara Koogan LTDA, 2014, p. 261-267.

ASHWORTH, C. J. Effect of pre-mating nutritional status and post-mating progesterone supplementation on embryo survival and conceptus growth in gilts. *Animal Reproduction Science*, v. 26, p.311-321, 1991.

ASHWORTH, C. J.; BEATTIE, L.; ANTIPATIS, C. Effects of pre- and post-mating nutritional status on hepatic function, progesterone concentration, uterine protein secretion and embryo survival in Meishan pigs. *Reproduction, Fertility and Development*, v.11, n.1, p.67-73, 1999.

BELTRANENA, E.; AHERNE, F. X.; FOXCROFT, G. R.; KIRKWOOD, R. N. Effects of pre- and postpubertal feeding on production traits at first and second estrus in gilts. *Journal of Animal Science*, v.69, p.886-93, 1991.

BRUSTOLINI, P.C.; SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; VELOSO, J. A. F.; FONTES, D. O., KILL, J. L. Efeitos de diferentes fontes lipídicas e níveis de energia sobre o desempenho reprodutivo de mães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.4, p.511-521, 2004.

CERISUELO, A.; SALA, R.; GASA, J.; CHAPINAL, N.; CARRION, D.; COMA, J.; BAUCCELLS, M. D. Effects of extra feeding during mid-pregnancy on gilts productive and reproductive performance. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.6, n.2, p.219-229, 2008.

CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. The pre-breeding gilt. In: *Nutritional of Sows and Boars*: Nottingham University Press, 2000, p. 293-331.

CLOWES, E. J.; AHERNE, F. X.; SCHAEFER, A. L.; FOXCROFT, G. R.; BARACOS, V. E. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.1517-1528, 2003.

COFFEY, M. T.; DIGGS, B. G.; HANDLIN, D. L.; KNABE, D. A.; MAXWELL, C. V.; NOLAND, P. R.; PRINCE, T. J.; GROMWELL, G. L. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: A cooperative study. *Journal of Animal Science*, v.72, p.4-9, 1994.

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

DZIUK, P. J. Effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. *Journal of Reproduction and Fertility*, suppl.33, p.57-63, 1985.

ECKHARDT, O. H. O.; HORTA, F. C.; PARAZZI, L.J.; AFONSO, E. R.; MARTINS S. M. M. K.; SANTO, T. A. D.; BARROS, F. R. O.; FREITAS JR., J. E.; RENNO, F. P.; VISINTIN, J. A.; MORETTI, A.S. Differences in maternal plane of nutrition and body condition during late gestation coupled with estrus synchronization at weaning do not result in differences in embryonic development at 4 days of gestation. *Journal of Animal Science*, v.91, p.3436-3444, 2013.

EINARSSON, S.; ROJKITTIKHUN, T. Effects of nutrition on pregnant and lactating sows. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.48, p.229-239, 1993. Supplement.

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

FERGUSON, E. M.; ASHWORTH, C. J.; EDWARDS, S. A.; HAWKINS, N.; HEPBURN, N.; HUNTER, M. G. Effect of different nutritional regimens before ovulation on plasma concentrations of metabolic and reproductive hormones and oocyte maturation in gilts. *Reproduction*, v.126, p.61-71, 2003

FERGUSON, E. M.; SLEVIN, J.; EDWARDS, S. A.; HUNTER, M. G.; ASHWORTH, C. J. Effect of alterations in the quantity and composition of the pre-mating diet on embryo survival and foetal growth in the pig. *Animal Reproduction Science*, v.96, n.1-2, pp.89-103, 2006.

- FONTES, D. O.; SOUZA, L. P. O.; SALUN, G. M. Como alimentar porcas que desmamam 30 leitões por ano. Acesso em 27 de março de 2015. Disponível em: <http://www.sossuinos.com.br/Tecnicos/info70.htm>
- FOXCROFT, G. R. Recognizing the characteristics of our new dam lines, Saint Paul, Minnesota, 2005. In: Proceedings of Allen D. Leman Swine Conference, Proceedings... Saint Paul: University of Minnesota, 2005, p.130-38.
- FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; DYCK, M. K.; NOVAK, S.; HARDING, J. C. S.; ALMEIDA, F. C. R. L. Prenatal programming of postnatal development in the pig. In: RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.; VALLET, J. L.; ZIECIK, A. J. Control of Pig Reproduction VIII: Nottingham University Press, 2009. p.213–231.
- FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C. T.; TOWN, S. C.; VINSKY, M. D. A. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science*, v 84 (E. Suppl.), E105–E112, 2006.
- GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *Journal of Lipid Research*, v. 31, p. 1149-1172, 1990.
- GUEDES, R. M. C.; NOGUEIRA, R. H. G. The influence of parity order and body condition and serum hormones on weaning-to-estrus interval of sows. *Animal Reproduction Science*, v.67, p.91–99, 2001.
- HUGHES, P. E. factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In: COLE D. J. A.; FOXCROFT, G. R. Control of pig reproduction. Lond: Butterwoths, 1982. p.117-138.
- HULTÉN, F.; VALROS, A.; RUNDGREN, M.; EINARSSON, S. Reproductive endocrinology and postweaning performance in the multiparous sow - Part 1. Influence of metabolic status during lactation. *Theriogenology*, v.58, p.1503–1517, 2002.
- KEMP, B.; SOEDE, N. M. Reproductive problems in primiparous sows, Hamburgo, Germany, 2004. In: International Pig Veterinary Society, 1, 2004, Proceedings... Hamburgo: Pig Veterinary Society, 2004, p.843-848.
- KIM, S. W; EASTER, R. A. Nutrient mobilization from body tissues as influenced by litter size in lactating sows. *Journal of Animal Science*, v.79, p.2179–2186, 2001.
- LAGO, V.; VIANNA, W. L.; GAMA, R. D.; ROSSTO, A. C.; PINESE, M. E.; MORETTI, A. S. Second oestrus synchronization and precocious embryo viability after

puberty induction in gilts by the use of gonadotrophin treatment. *Reproduction in Domestic Animals*, v.40, p.141–144, 2005.

LAWLOR, P.; LYNCH, P. B.; O'CONNELL, M. K.; MCNAMARA, L.; REID, P.; STICKLAND, N. C. The influence of over feeding sows during gestation on reproductive performance and pig growth to slaughter. *Archiv für Tierzucht* 50 (SPEC. ISS.), p. 82-91, 2007.

LUCIA JUNIOR, T.; DIAL, G. D.; MARSH, W. E. Lifetime reproductive and financial performance of female swine. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.216, p.1802–1809, 2000.

MACHADO, G. S.; FONTES, D. O.; ALMEIDA, F. R. C. L.; BORGES, A. L. C. C.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, V. F.; SILVA, T. C. T. Efeitos de diferentes fontes de energia sobre taxa ovulatória, fertilidade e sobrevivência embrionária em marrãs cíclicas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, v.60, n.3, p.600-606, 2008.

MAHAN, D.C. Relationship of gestation protein and feed intake level over a five-parity period using a high-producing sow genotype. *Journal of Animal Science*, v.76, p. 533-541, 1998.

MILLER, H. M.; FOXCROFT, G. R.; AHERNE, F. X. Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *Animal Science*, v.71, p.141-148, 2000.

MUNIZ, A.; RAVAGNANI, G. M.; MARTINS S. M. M. K.; ANDRADE, A. F. C.; MORETTI, A. S. Efeitos combinados da restrição alimentar e flushing sobre a fertilidade de marrãs inseminadas artificialmente em diferentes ciclos estrais. *Brazilian Journal Veterinary Research. and Animal Science*, v.50, p.462, 2013.

QUESNEL, H.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; QUINIOU, N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, v.2, p.1842-1849, 2008.

QUESNEL, H.; BOULOT, S.;SERRIERE, S.; VENTURI, E.; MARTINAT-BOTTÉ, F. Post-insemination level of feeding does not influence embryonic survival and growth in highly prolific gilts. *Animal Reproduction Science*, v.120, p.120-124, 2010.

QUESNEL, H. Localization of binding sites for IGF-I, insulin and GH in the sow ovary. *Journal of Endocrinology*, v.163, p.363–372, 1999.

- QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, v.78, n.1, p.63-70, 2002.
- REVELL, D. K.; WILLIAMS, I. H.; MULLAN, B. P.; RANFORD, J. L.; SMITS, R. J. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma, metabolites. *Journal of Animal Science*, v.76, p.1729–1737, 1998.
- ROBINSON, T. M.; SEWELL, D. A.; HULTMAN, E.; GREENHAFF, P. L. Role of submaximal exercise in promoting creatine and glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, v.87, p.598–604, 1999.
- SILVA, B. A. N. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. *Suinos & Cia*, n.37, p.10-35, 2010.
- SILVA, B. A. N.; ALCICLI, P. F.; ARAUJO, G. G. A.; FERNANDES, N. S.; ROSA, J. F. S.; FLORENTINO, M. S.; TOLENTINO, R. L. S.; TAVEIRA, V. M.; PINTO, M. F. A. Recuperação corporal em fêmeas suínas: qual o impacto da perda na lactação sobre a estratégia nutricional a ser adotada na gestação, Foz do Iguaçu, PR, 2014. In: VII Fórum Internacional de Suinocultura, 1, 2014, Anais... Foz do Iguaçu: EMBRAPA Suinos e Aves, 2014, v.1, p.56-68.
- SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N.; SESTI, L. A. C. Introdução de animais em um sistema de produção. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. Suinocultura intensiva. Concórdia-SC: Embrapa-CNPSA.1998. p. 337-348.
- SPICER, L. J.; ECHTERNKAMP, S. E. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology*, v.12, p.223–245, 1995.
- TANTASUPARUK, W.; LUNDEHEIM, N.; DALIN, A. M.; KUNAVONGKRIT, A.; EINARSSON, S. Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production. *Livestock Production Science*, v.69, p.155–162, 2001.
- TOWN, S. C., PATTERSON, J. L., PEREIRA, C. Z., GOURLEY, G., FOXCROFT, G. R. Embryonic and fetal development in a commercial dam-line genotype. *Animal Reproduction Science*, v.85, p.301–316, 2004.

- VAN DEN BRAND, H.; PRUNIER, A.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. In primiparous sows, plasma insulin-like growth factor-I can be affected by lactational feed intake and dietary energy source and is associated with luteinizing hormone. *Reproduction Nutrition Development*, v.41, p.27-39, 2001.
- VERSTEGEN, M. W. A.; MOUGHAN, P. J.; SCHRAMA, J. W. *The lactating sow*. Holanda: Wageningen Pers, 1998.
- VESSEUR, P. C. Causes and consequences of variation in weaning to oestrus interval in the sow. 1997. PhD Dissertation – Research Institute for Pig Husbandry, Netherlands: AB Rosmalen.
- WELDON, W. C.; LEWIS, A. J.; LOUIS, G. F.; KOVAR, J. L.; GIESEMANN, M. A.; MILLER, P. S. Postpartum feeding hypophagia in primiparous sows: I. Effects of gestation level on feed intake, feeding behavior, and plasma metabolite concentrations during lactation. *Journal of Animal Science*, v.72, p.387-394, 1994.
- WIENJES, J. G. M.; SOEDE, N. M.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. Nutritionally induced relationships between insulin levels during the weaning-to-ovulation interval and reproductive characteristics in multiparous sows: I. Luteinizing Hormone, Follicle Development, Oestrus and Ovulation. *Reproduction in Domestic Animals*, v.47, p.53-61, 2012a.
- WIENJES, J. G. M.; SOEDE, N. M.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. Nutritionally induced relationships between insulin levels during the weaning-to-ovulation interval and reproductive characteristics in multiparous sows: II. Luteal development, progesterone and conceptus development and uniformity. *Reproduction in Domestic Animals*, v.47, p.62-68, 2012b.
- WOLF, J.; ZAKOVA, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livestock Science*, v.115, n.2-3, p.195-205, 2008.
- XUE, J.; KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J.; SOWER, A. Glucose Tolerance, Luteinizing Hormone Release, and Reproductive Performance of First-Litter Sows Fed Two Levels of Energy During Gestation. *Journal of Animal Science*, v. 5, p.1845-1852, 1997.