

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LIDIANE PESCKE PEREIRA

ESTUDO META-ANALÍTICO DE MODULADORES NUTRICIONAIS PARA PORCAS
GESTANTES E LACTANTES

PONTA GROSSA

2017

LIDIANE PESCKE PEREIRA

ESTUDO META-ANALÍTICO DE MODULADORES NUTRICIONAIS PARA PORCAS
GESTANTES E LACTANTES

Dissertação apresentada para
obtenção do título de mestre na
Universidade Estadual de Ponta
Grossa, Zootecnia (Produção
Animal).

Orientadora: Prof. Dra. Cheila
Roberta Lehnem

PONTA GROSSA

2017

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

P434 Pereira, Lidiane Pescke
 Estudo meta-analítico de moduladores
 nutricionais para porcas gestantes e
 lactantes/ Lidiane Pescke Pereira. Ponta
 Grossa, 2017.
 59f.

 Dissertação (Mestrado em Zootecnia -
 Área de Concentração: Produção Animal),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientadora: Prof^a Dr^a Cheila Roberta
 Lehnen.

 1.Cromo. 2.L-carnitina. 3.L-arginina.
 4.Leitões. 5.Ractopamina. I.Lehnen, Cheila
 Roberta. II. Universidade Estadual de
 Ponta Grossa. Mestrado em Zootecnia. III.
 T.

CDD: 636.085

LIDIANE PESCKE PEREIRA

ESTUDO META-ANALÍTICO DE MODULADORES NUTRICIONAIS PARA PORCAS
GESTANTES E LACTANTES

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Zootecnia
Ponta Grossa, 20 de setembro de 2017.

Cheila Roberta Lehen - Orientadora
Prof. Doutora – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ines Andretta
Prof. Doutora – Universidade Federal de Santa Maria

Marson Bruck Warpechowski
Prof. Doutor – Universidade Federal do Paraná

Aos meus pais Almir Osmar Pescke e Sirlete Ruppel Pescke, pelo esforço e incentivo a me tornar sempre uma pessoa melhor. Pelas orações em meu favor, pelos conselhos nos momentos de incertezas e o abraço amoroso em momentos difíceis.

Ao meu esposo Tiago Pereira, pelo ombro amigo, pela paciência e compreensão, por não medir esforços para que eu chegasse até aqui.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus que me deu a vida, inteligência e sabedoria, e me deu a oportunidade de crescer em uma família estruturada em seu Amor.

Aos meus pais Almir e Sirlete que acreditaram em meu potencial, e investiram sua confiança em mim, e dedicaram seu tempo e amor á minha educação para formar meu caráter e a pessoa que sou hoje.

Ao meu esposo Tiago Pereira pelo companheirismo, incentivo e apoio em todas as minhas decisões, pela ajuda incessante, por dedicar todo o seu amor, carinho e paciência, para que eu alcançasse meus objetivos e sonhos.

A minha orientadora Cheila Roberta Lehnen por dividir seus conhecimentos, por me orientar, ensinar e principalmente pela grande amiga que se tornou.

A minha amiga irmã Elizângela Gaioski pela paciência, por me ouvir quando eu mais precisei, por me apoiar durante minhas fraquezas, por sorrir e chorar comigo e por estar presente em todos os momentos.

A minha irmã Alexsandra Pescke por ser meu espelho, meu exemplo, minha confidente e melhor amiga.

Aos colegas de pós-graduação em especial a Bárbara Buss Baiak, Raphael Patrick Moreira e Francieli Loddi por toda ajuda, amizade e companheirismo.

Aos professores do Departamento de Zootecnia por todos os ensinamentos.

Aos colegas do grupo Biomodel pelo companheirismo, responsabilidade e dedicação.

Ao programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade de fazer parte da primeira turma de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

|
*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.*

(Marthin Luther King)

RESUMO

Com o aumento da produtividade e da demanda nutricional pela fêmea suína, o uso de moduladores L-carnitina, L-arginina, cromo, somatotropina e ractopamina tem sido uma alternativa para melhorar os índices produtivos. Entretanto, a variabilidade nas informações e a complexidade dos estudos envolvendo o tema exige uma abordagem mais sistêmica. Objetivou-se por meio desta meta-análise determinar o efeito do uso de moduladores nutricionais no desempenho reprodutivo e das leitegadas de porcas em gestação e lactação. A base de dados utilizada incluiu 83 artigos publicados entre os anos de 1989 e 2017, totalizando 22.608 porcas em 534 tratamentos. Critérios foram estabelecidos para a seleção dos artigos: uso de moduladores nutricionais: L-carnitina, L-arginina, cromo, somatotropina e ractopamina; conter as variáveis corporais e reprodutivas de porcas gestantes e lactantes. A meta-análise envolveu as análises de heterogeneidade, gráfica, correlação, variância e de resíduos. Não houve correlação ($P > 0,05$) entre o uso de moduladores nutricionais e as variáveis corporais das porcas. No estudo de correlações verificou-se que a suplementação com L-carnitina, L-arginina e cromo aumentam ($> 0,450$; $P < 0,05$) o peso do leitão ao nascer e número de leitões nascidos vivos e o peso dos leitões ao nascer. Já o uso de somatotropina aumenta o número de leitões desmamados (0,985; $P < 0,01$). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias dos grupos dos tratamentos com L-carnitina, cromo, e somatotropina para o consumo de ração e condição corporal das porcas. O uso de ractopamina aumentou em 3,41 % ($P < 0,05$) a espessura de toucinho ao parto. A suplementação com L-carnitina e cromo aumentaram em 2,30 % e 4,73 % ($P < 0,05$) o número de leitões nascidos vivos, respectivamente. O uso da L-carnitina, arginina e somatotropina proporcionaram, em média, leitões mais pesados ao nascer em relação ao controle (1,48 vs. 1,43kg; $P < 0,05$). A administração da somatotropina aumentou em 9,01 % ($P < 0,05$) o número de leitões desmamados em relação ao controle. Os estudos sobre o uso de moduladores nutricionais encontrados na literatura são pouco explorados quanto a condição corporal e nutricional, o que impossibilita conclusões sobre o uso adequado destes aditivos para ajustes nutricionais em porcas gestantes e lactantes. Entretanto, os moduladores nutricionais L-carnitina, L-arginina, cromo e somatotropina podem melhorar o desempenho produtivo das porcas e de suas leitegadas.

Palavras-chave: Cromo, L-carnitina, L-arginina, leitões, ractopamina, somatotropina.

ABSTRACT

The increase in productivity and nutritional demand by sows, the use of modulators L-carnitine, L-arginine, chromium, somatotropin and ractopamine has been an alternative to improve the productive indexes. However, the variability in information and the complexity of studies involving the subject requires a more systemic approach. The objective of this meta-analysis was to determine the effect of the use of nutritional modulators on the reproductive performance and litter of sows in gestation and lactation. The database used included 83 articles published between 1989 and 2017, totaling 22,608 sows in 534 treatments. Criteria were established for the selection of articles: use of nutritional modulators: L-carnitine, L-arginine, chromium, somatotropin and ractopamine; contain the body and reproductive variables of pregnant and lactating sows. The meta-analysis involved analyzes of heterogeneity, graph, correlation, variance and residuals. Don't were significant correlations ($P>0.05$) between the body variables of the sows and nutritional modulators and their use. In correlation study, the L-carnitine, L-arginine and chromium supplementation increases (>0.450 ; $P<0.05$) the birth piglets weight and liveborn number. Somatotropin administration increased the weaner piglets number (0.985; $P<0.01$). There were no significant difference ($P>0.05$) between the means of groups with L-carnitine, chromium, and somatotropin for feed intake and body condition of the sows. Ractopamine use increased in 3.41% ($P<0.05$) the backfat thickness at farrowing. Supplementation with L-carnitine and chromium increased in 2.30 % e 4.73 % ($P<0.05$) the alive piglets number, respectively. The use of L-carnitine, L-arginine and somatotropin provided heavier piglets at birth in relation to control groups (1.48 vs. 1.43kg; $P<0.05$). Somatotropin administration increased in 9.01% ($P<0.05$) the of weaned piglets number in relation to control group. Studies on the use of nutritional modulators found in the literature are poorly explored in body and nutritional condition terms, which makes it impossible to reach conclusions about the proper use of these additives for nutritional adjustments in pregnant and lactating sows. However, the nutritional modulators L-carnitine, L-arginine, chromium and somatotropin can improve the productive performance of sows and their litters.

Key-words: Chromium, L-carnitine, L-arginine, piglets, ractopamine, somatotropin.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional média das dietas experimentais utilizando moduladores nutricionais para porcas em gestação e lactação.....	29
Tabela 2. Valores médios e a variação do uso de moduladores nutricionais para porcas na gestação lactação.....	29
Tabela 3. Médias das variáveis corporais das porcas em gestação e lactação suplementadas com moduladores nutricionais.....	43
Tabela 4. Correlações entre os aditivos e variáveis corporais das porcas em gestação e lactação suplementadas com moduladores nutricionais.....	44
Tabela 5. Correlações entre as variáveis de desempenho das leitegadas de porcas suplementadas com os moduladores nutricionais durante a gestação e lactação.....	45
Tabela 6. Desempenho reprodutivo das porcas suplementadas com moduladores nutricionais durante a gestação e lactação	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efeito do uso de L-carnitina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.	32
Figura 2 . Efeito do uso de L-arginina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação....	34
Figura 3. Efeito do uso de cromo sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.	35
Figura 4. Efeito do uso de somatotropina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação	37
Figura 5. Efeito do uso de ractopamina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.	38
Figura 6. Relação entre os níveis recomendados de nutrientes para fêmeas suínas segundo o NRC (2012) e Rostagno et al. (2011) e os níveis efetivamente fornecidos.	41

SUMÁRIO

1. Introdução	12
CAPÍTULO I- Estudo Bibliográfico	14
1. Aspectos nutricionais da gestação de fêmeas suínas	14
2. Fases da gestação da fêmea suína	14
2.1. Fase inicial: Da cobertura aos 21 dias	14
2.2. Fase intermediária: Dos 22 aos 75 dias	15
2.3. Fase final: Dos 76 dias até o parto	15
3. Aspectos nutricionais da lactação de fêmeas suínas	16
4. Moduladores nutricionais	16
4.1. Somatotropina Porcina Recombinante	16
4.2. Ractopamina	17
4.3. L-Carnitina.....	17
4.4. L-Arginina	18
4.5. Cromo.....	19
5. Meta-Análise: Abordagem Sistêmica e Analítica	20
6. Referências	21
CAPÍTULO II- Estudo Meta-analítico de Moduladores Nutricionais para Porcas em Gestação e Lactação	26
1. Introdução	26
2. Material e Métodos	27
2.1 Sistematização das Informações	27
2.2 Gerenciamento do Banco de Dados, Codificação e Filtragem de Dados.....	27
2.3 Descrição da Base de Dados.....	28
2.3 Análises de Heterogeneidade, Correlação, Variância-Covariância	29
3. Resultados e Discussão	31
3.1 Heterogeneidade	31
3.2. Desempenho das Porcas	39
3.3. Desempenho produtivo das porcas e leitegadas	45
4. Conclusão	50
5. Referências	51

1. Introdução

Com o melhoramento genético, feito principalmente pela seleção de linhagens europeias e o cruzamento destas linhagens com raças hiper prolíficas, as fêmeas suínas se tornaram mais precoces, produtivas e mais exigentes nutricionalmente (PAIVA et al., 2006). A maior prolificidade das porcas traz alguns aspectos negativos, dentre eles o aumento na variabilidade de peso dos leitões ao nascimento, favorecendo a ocorrência de leitões menores (FOXCROFT et al., 2006).

O baixo peso do leitão ao nascer pode acarretar maior taxa de mortalidade pós-natal e prejudicar o seu desempenho subsequente. Leitões menores apresentam baixa ingestão de leite e colostro, pois há disputa durante a mamada, e os leitões maiores levam vantagem ao competirem com leitões menores pelos melhores tetos, e consequentemente interferindo na imunidade passiva (GONDRET et al., 2006). Para reduzir a incidência de leitões com baixo peso ao nascimento é importante conhecer os fatores que influenciam diretamente nas exigências das fêmeas suínas durante cada fase da gestação e adicionar componentes na dieta que possam auxiliar no redirecionamento dos nutrientes.

Existem vários tipos de aditivos que podem ser utilizados para melhorar o desempenho das porcas na gestação e lactação. Dentre os aditivos estão os moduladores nutricionais, que podem ser sintéticos de análogos hormonais (ractopamina, um beta-agonista), ou a somatotropina ou hormônio recombinante do crescimento suíno, (pST). Ambos podem ser considerados como moduladores nutricionais pela capacidade de modificar as taxas de deposição de gordura e proteína corporal (BELLAYER, 2000). Porcas suplementadas com ractopamina apresentam um maior ganho de peso durante a gestação (FEILD, et al., 2008). Já estudos feitos por Garbossa et al. (2015) utilizando 20 mg/kg de ractopamina para porcas dos 25 aos 53 dias de gestação, mostraram que a adição não interferiu no ganho de peso e na espessura de toucinho (GARBOSSA et al., 2015). A pST pode promover um aumento no ganho materno durante a gestação e um maior peso do leitão ao nascer e ao desmame (GATFORD et al., 2012), em contrapartida o tratamento materno com pST não altera o número de leitões nascidos vivos (GATFORD et al., 2010, 2012).

A L-carnitina, L-arginina e cromo também são considerados moduladores nutricionais pois tem a função de alterar a partição da energia e o fluxo de nutrientes em

nível placentário e tecidual. Estudos realizados por Ramanau et al. (2004) utilizando L-carnitina, mostraram que esse aditivo pode melhorar o desempenho reprodutivo das porcas e aumentar o peso dos leitões ao nascer. Birkenfield et al. (2006) não verificaram alterações significativas entre o peso dos leitões ao nascer e durante a lactação quando as porcas foram alimentadas com dietas contendo L-carnitina.

A arginina é utilizada em diversas vias metabólicas, incluindo a síntese de proteína, óxido nítrico, poliaminas e creatina, sendo o óxido nítrico e as poliaminas essenciais ao crescimento placentário e à angiogênese, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para os fetos (ALMEIDA, 2009). A suplementação de porcas primíparas e multíparas com L-arginina pode aumentar o número de leitões nascidos e promover leitegadas mais pesadas (GAO et al., 2012), resultados opostos foram encontrados por Bass et al. (2014) que não encontraram diferenças significativas para o número de leitões nascidos, vivos, mortos e mumificados, bem como para o peso dos leitões ao nascer, quando suplementaram 1% de arginina durante a gestação.

O cromo tem potencial para aumentar a taxa de crescimento, melhorar a eficiência alimentar, porcentagem de carne magra na carcaça, e melhorar a eficiência e a rentabilidade da produção (LINDEMANN et al., 1995) e aumentar o tamanho da leitegada (HAGEN et al., 2000). Por outro lado Castillo et al. (2004) estudando a adição de 300 e 600 ppm de Cr na dieta de porcas durante a gestação, não encontraram efeitos significativos sobre o tamanho da leitegada, número de leitões nascidos, peso dos leitões ao nascer e ao desmame.

Diversos estudos feitos com porcas na gestação e lactação envolvendo o efeito da nutrição e o desempenho reprodutivo e dos leitões estão disponíveis na literatura. Mas muitas vezes são inconclusivos, contraditórios, apresentam resultados variados e os fatores de variação são pouco explorados. Assim, a integração das informações relativas ao uso dos moduladores nutricionais (pST, ractopamina, L-carnitina, L-arginina e cromo) esclarecerá o impacto desses aditivos no desempenho reprodutivo da porca e no desempenho de seus leitões. Diante disso, esse trabalho tem por objetivo avaliar, por meio da meta-análise, o uso de moduladores nutricionais para porcas em gestação e lactação.

CAPÍTULO I- Estudo Bibliográfico

1. Aspectos nutricionais da gestação de fêmeas suínas

Para que a fêmea suína gestante tenha uma nutrição adequada fatores como ordem de parto, condição corporal, genética e ambiente, devem ser considerados. Durante a gestação é necessário assegurar a manutenção, o desenvolvimento corporal da fêmea e garantir o desenvolvimento da placenta e sobrevivência dos embriões (LIMA et al., 2006). As necessidades nutricionais das porcas são alteradas significativamente à medida que a gestação avança, sendo assim a ingestão de alimentos deve ser restrita para promover o controle do peso corporal e evitar o excesso de peso (KRAELING & WEBEL, 2015).

Martineau e Badouard (2009) observaram uma maior incidência de morte embrionária precoce e variação de peso ao nascimento dos leitões de porcas mais prolíficas. Sendo assim, para reduzir os aspectos negativos da prolificidade como a morte embrionária e a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento, é fundamental conhecer os componentes que influenciam diretamente nas exigências das fêmeas suínas durante cada fase da gestação.

2. Fases da gestação da fêmea suína

2.1. Fase inicial: Da cobertura aos 21 dias

O período que corresponde ao momento após a cobertura até os 21 dias de gestação é considerado a fase inicial da gestação, é nessa fase que ocorre o estabelecimento da ligação embrio-maternal e formação da placenta e anexos fetais (PANZARDI et al., 2009). A alimentação deve ser controlada para que não ocorra supernutrição e nem subnutrição da porca, pois isso pode comprometer o crescimento dos fetos (WU et al., 2004). Nessa fase as exigências nutricionais são expressas até os 80 ou 90 dias de gestação e variam de acordo com o número de fetos, peso vivo e ganho reprodutivo da porca. Em porcas adultas as exigências de EM, lisina e metionina são 6.500 kcal/d, 0,32% Lis e 0,09% Met (NRC, 2012) e 7.600 kcal/d, 0,40% Lis e 0,13% Met (ROSTAGNO, 2017). Estudos realizados por Prunier e Quesnel (2000) sugerem que um consumo elevado na fase inicial da gestação pode exercer influência negativa sobre a sobrevivência dos embriões, pois pode reduzir a concentração de progesterona

plasmática devido ao aumento do fluxo sanguíneo e do catabolismo hepático deste hormônio.

2.2. Fase intermediária: Dos 22 aos 75 dias

Após a fase inicial da gestação se inicia a fase intermediária, e é nessa fase que a porca irá recuperar suas reservas corporais mobilizadas na lactação anterior influenciando em sua composição corporal (CLOSE & COLE, 2002). O ajuste nutricional pode ser feito através da manipulação da quantidade de alimentos ofertados às fêmeas, aumentando ou diminuindo o fornecimento diário de ração de forma a atingir a reserva corporal adequada (YOUNG et al., 2004). De acordo com ROSTAGNO (2017) o ganho materno nesse período deve ser próximo de 200g/d inferior aos quase 400g/d recomendados pelo NRC (2012) que, neste último caso incorpora o ganho reprodutivo na exigência diária.

A fase intermediária da gestação (35 a 55 dias) é o período onde ocorre a miogênese, onde são formadas as fibras primárias, e dos 55 a 90 dias de gestação são formadas as fibras secundárias (LEFAUCHEUR, 2001). Apesar do peso ao nascimento ser afetado principalmente pela nutrição materna no terço final da gestação, o número de fibras musculares pode ser alterado pelo nível nutricional materno nessa fase mais precoce da gestação. A hiperplasia das fibras musculares ocorre após o nascimento, então o nível de hipertrofia e a massa corpórea final do suíno ao abate irá depender do número de fibras musculares formadas durante o desenvolvimento fetal (LANFERDINI, 2016).

2.3. Fase final: Dos 76 dias até o parto

Na fase final da gestação ocorre o desenvolvimento do complexo mamário e o crescimento dos fetos, acarretando uma maior demanda de nutrientes (TROTTIER & JOHNSTON, 2001). O aumento do consumo energético e proteico no último terço da gestação pode aumentar o peso ao nascimento dos leitões, tendo vital importância para as linhagens hiperprolíficas, com tendência a um maior crescimento materno e maior número de leitões de baixo peso ao nascimento (PANZARDI et al., 2009). Deve ser considerado que o maior fornecimento de energia durante a gestação pode resultar em um menor consumo de ração durante a lactação. Sendo assim é necessária uma

integração entre essas duas fases, para que seja alcançado um melhor desempenho reprodutivo das matrizes (PANZARDI et al., 2009).

3. Aspectos nutricionais da lactação de fêmeas suínas

Na fase de lactação é importante aumentar a produção de leite e também reduzir as perdas de reserva corporal, para que a fêmea tenha um desempenho subsequente satisfatório (ZANGERONIMO et al., 2013). Quando as exigências para manutenção e produção de leite das matrizes suínas superam àquelas que normalmente são ofertadas pelo programa nutricional, a fêmea mobiliza parte de suas reservas corporais, resultando em uma mobilização substancial de gordura e proteína corporal, refletindo negativamente sobre o desempenho reprodutivo (EISSEN et al., 2000).

Para que o excesso de mobilização de reservas corporais seja minimizado, as dietas devem ser formuladas visando atingir a máxima eficiência, atendendo assim, os nutrientes essenciais e limitantes (FLOWERS, 2009). Dentre esses nutrientes pode-se destacar os aminoácidos, considerando o equilíbrio entre saída (aminoácidos disponibilizados para o leite) e entrada (aminoácidos mobilizados para os tecidos corporais da porca) (KIM et al., 2001). Uma nutrição bem ajustada pode proporcionar menores desgastes da porca durante a lactação, principalmente em condições de alta temperatura ambiental, beneficiando o desempenho reprodutivo após o desmame (NUNES et al., 2006). É importante salientar que independente de uma nutrição ajustada às altas exigências nutricionais na fase, o conforto térmico durante a lactação é essencial para a maior produção de leite, uma vez que a lactogênese produz calor metabólico, podendo causar desconforto a porca em condições de altas temperaturas ambientais.

4. Moduladores nutricionais: mecanismos de ação e respostas positivas em porcas gestantes e lactantes

4.1. Somatotropina Porcina Recombinante

O hormônio somatotropina suína de origem recombinante (pST), é um composto modificador do metabolismo, utilizado principalmente em suínos em crescimento e em porcas em gestação e lactação (ZULUAGA et al., 2007). A pST é um hormônio protéico que contém aproximadamente 190 a 199 aminoácidos e tem ação direta sobre o crescimento dos animais (HOLDEN, 1994). A somatotropina tem a

função de aumentar as respostas aos beta-adrenérgicos e assim reduzir a resposta à adenosina, também atua no transporte de glicose na membrana celular, alterando a expressão gênica e a atividade do transportador de glicose (BAUMAN et al., 1993).

Rehfeldt et al., (2001) observou ninhadas mais equilibradas, além de pesos ao nascimento superiores quando a pST foi administrada às mães do dia 10 a 27 de gestação. A administração de pST até os 100 dias de gestação também aumenta o peso ao nascer da leitegada (GATFORD et al., 2009, 2010). Além de aumentar o peso dos leitões, o tratamento com pST nas porcas durante a gestação é capaz de afetar o desenvolvimento dos mesmos após o desmame. Os efeitos positivos da administração de pST podem estar relacionados com a elevação dos níveis de IGF-I, que atua na proliferação e diferenciação das células miogênicas melhorando o crescimento dos leitões após o nascimento (MAGRI et al., 1991).

4.2. Ractopamina

A Ractopamina é um agonista β adrenérgico, composto químico com estruturas análogas às catecolaminas, que estimulam o catabolismo e inibem o anabolismo do tecido adiposo (MILLS, 2002). Os principais efeitos da ractopamina estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais (RAMOS & NORONHA, 2001). No metabolismo protéico há um aumento da síntese proteica, principalmente da actina e miosina, e como consequência, há aumento da proporção de carne magra (BELLAYER, 1991).

Hoshi et al., (2005) verificou que a utilização da ractopamina em porcas em gestação, no período compreendido entre 25 e 50 dias de gestação, determinou um processo hiperplásico alterando o número de fibras ao nascimento, melhorando o desempenho pós-natal até a idade de abate. Gatford et al., (2009) avaliaram os efeitos da alimentação com ractopamina para as porcas na mesma fase de gestação e relataram um aumento de 9% no peso fetal, mas as porcas tratadas com ractopamina tendiam a ganhar menos peso do que as do grupo controle.

4.3. L-Carnitina

A L-carnitina é uma amina quaternária (3-hidroxi-4-N-trimetilamino-butirato) sintetizada no organismo (fígado, rins e cérebro) a partir de dois aminoácidos essenciais: lisina e metionina, exigindo para sua síntese a presença de ferro, ácido

ascórbico, niacina e vitamina B6 (COELHO et al., 2005). Tem função fundamental na geração de energia pela célula, pois age nas reações transferidoras de ácidos graxos livres do citosol para mitocôndrias, facilitando sua oxidação e geração de adenosina trifosfato (CERRETELLI et al., 2007).

Um dos mecanismos de ação da L-carnitina está associado ao aumento nas concentrações de insulina e IGF no sangue durante a gestação. A insulina influencia na foliculogênese e desenvolvimento embrionário (MUSSER et al., 1999). No entanto, no metabolismo animal, a carnitina atua diretamente sobre a β oxidação dos ácidos graxos em nível mitocondrial podendo atuar sobre o metabolismo da glicose e aumentar a disponibilidade de energia (BIRKENFELD et al., 2006).

Estudos feitos por Ramanau et al., (2004) indicam que a suplementação com L-carnitina em porcas gestantes e lactantes melhora a eficiência reprodutiva e o desempenho das leitegadas e aumenta o peso dos leitões ao nascer. A suplementação com L-carnitina na dieta das porcas pode aumentar o número de leitões nascidos totais e vivos (DOBERENZ et al., 2006). Já na lactação, a adição de L-carnitina aumenta a produção de leite, o conteúdo de energia e lactose, o ganho diário e peso ao desmame dos leitões (RAMANAU et al., 2004).

4.4. L-Arginina

Durante a gestação, a porca necessita estar com uma condição corporal adequada para que ocorra a parição de uma leitegada numerosa e uniforme e não ocorram problemas durante o parto. A condição corporal pode ser manipulada por meio de ajustes nutricionais, como por exemplo a adição de aminoácidos que participam da síntese proteica muscular e funções metabólicas importantes no corpo animal, dentre estes aminoácidos destaca-se a arginina (FONSECA, 2016). A arginina é um aminoácido essencial produzido no organismo, mas é produzido em quantidade insuficiente para todas as necessidades do animal, sendo assim necessária à sua suplementação (FLORA FILHO & ZILBERSTEIN, 2000).

A arginina serve de substrato para a síntese de proteína, age como intermediária no ciclo da ureia e como precursora na síntese de prolina, ornitina, poliaminas e óxido nítrico (KIM et al., 2007). A arginina é utilizada em diversas vias metabólicas, incluindo a síntese de proteína, óxido nítrico, poliaminas e creatina, sendo o óxido

nítrico e as poliaminas essenciais ao crescimento placentário e à angiogênese, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para os fetos (ALMEIDA, 2009).

As exigências de proteína e aminoácidos aumentam durante a gestação, devido ao crescimento dos fetos e estruturas relacionadas ao desenvolvimento da glândula mamária. Sendo assim para obter um melhor desempenho reprodutivo das porcas, leitegadas de maior peso e uniformidade, é necessária a suplementação de aminoácidos durante a gestação (FONSECA, 2016). Che et al., (2013) utilizaram arginina dos 30 aos 90 e dos 20 aos 114 dias de gestação e observaram que com a suplementação até os 114 dias de gestação o número de leitões natimortos diminuiu e aumentou o peso de leitegada total e viva, indicando vantagens do uso de arginina até o parto. Liu et al., (2012) utilizaram arginina dos 90 aos 107 dias de gestação e também perceberam uma redução no número de leitões natimortos e aumento no peso dos leitões nascidos vivos.

4.5. Cromo

O cromo na nutrição proporciona um incremento na sensibilidade celular à insulina, o que influencia o metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas (MERTZ, 1993). É considerado um mediador metabólico com potencial para aumentar a taxa de crescimento, melhorar a eficiência alimentar, porcentagem de carne magra na carcaça, e melhorar a eficiência e a rentabilidade da produção (LINDEMANN et al., 1995). Aminoácidos como a metionina, histidina, além da vitamina C, favorecem a absorção do cromo no organismo animal (GARCÍA & GARNS, 2004). Já a excessiva quantidade de minerais no intestino como Zn, Fe, V e fitatos podem inibir a absorção do cromo (GOMES et al., 2005).

A suplementação de cromo em porcas durante o ciclo reprodutivo, teve um efeito positivo sobre o tamanho da leitegada ao nascimento, bem como o peso do leitão ao desmame (LINDEMANN et al., 1995). O picolinato de cromo aumentou o número de leitões nascidos vivos por ninhada, mas diminuiu o peso individual ao nascer do total de leitões nascidos (LINDEMANN et al., 2004). Em contrapartida, em um estudo feito por Dritz et al., (1999) não foi observada diferença no número total de leitões nascidos vivos de porcas suplementadas com picolinato de cromo.

5. Meta-Análise: Abordagem Sistêmica e Analítica

A meta-análise é uma das técnicas que podem ser utilizadas para analisar e sumarizar resultados, combinando resultados de vários estudos para fazer uma síntese reproduzível e quantificável dos resultados (LOVATTO et al., 2007). Os objetivos são utilizar metodologias analíticas e estatísticas para explicar a variância dos resultados, utilizando fatores comuns aos estudos (JENKINS et al., 2005), obter novos resultados a partir de estudos já realizados, realizar síntese de resultados contraditórios, aumentar a precisão analítica, melhorar a representatividade e obter um auxílio para a planificação e geração de uma nova hipótese (LOVATTO et al., 2007). Com o uso da meta-análise é possível otimizar os resultados obtidos em pesquisas anteriores, pode ser um recurso para tomada de decisão, estudo de uma maior população, o que a campo poderia muitas vezes ser inviável, tudo isso sem depender de grande volume de recursos financeiros e da aprovação dos comitês de ética (LITTELL et al., 2000).

Diversos estudos envolvendo o desempenho reprodutivo da fêmea suína gestante e lactante e suas leitegadas estão disponíveis na literatura, mas muitas vezes são inconclusivos, contraditórios ou apresentam resultados variados e os fatores de variação são pouco explorados. Assim, a integração das informações relativas ao uso dos moduladores nutricionais (pST e ractopamina, L-carnitina, L-arginina e Cr e) permitirá elucidar aspectos relacionados as exigências nutricionais, desempenho reprodutivo em porcas gestantes e lactantes e o impacto que exercem no desempenho dos leitões. Diante disso, esse trabalho tem por objetivo avaliar, por meio da meta-análise, o uso de moduladores nutricionais para porcas e desenvolver equações para modelos nutricionais de porcas em gestação e lactação.

6. Referências

- ALMEIDA, F. R. C. L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leite ao nascer Sow. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supl 1, p. 31–34, 2009.
- BASS, B.E. et al. Influence of dietary L-arginine supplementation to sows during late gestation on sow and litter performance during lactation. **Journal of Animal Science**, p. 24–25, 2014.
- BAUMAN D.E, et al., Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. Annual Review Nutrition. v.13, p.437-461, 1993.
- BELLAVER. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1795-1802, 1991.
- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. **Congresso Mercosur de Producción Porcina**, p. 56–78, 2000.
- BIRKENFELD, C. et al. Effect of l-carnitine supplementation of sows on l-carnitine status, body composition and concentrations of lipids in liver and plasma of their piglets at birth and during the suckling period. **Animal Feed Science and Technology**, v. 129, n. 1–2, p. 23–38, 2006.
- CASTILLO,G. R. F. et al. Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas. **Revista Agraria - Nueva Epoca - Año I**, v. 1, n. 3, p. 6–11, 2004.
- CERRETELLI, C. M. L-Carnitine supplementation in humans: The effects on physical performance. **Physiology and Biochemistry**, v. 13, n. 12, p. 103–109, 2007.
- CHE, L. et al. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 167–175, 2013.
- CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. Nutrition and management strategies to optimise performance of the modern sow and boar. **Nutrition of Sows and Boars**, p. 1–16, 2002.
- COELHO, C. D. F. et al. Aplicações clínicas da suplementação de L-carnitina. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 5, p. 651–659, 2005.
- DOBERENZ, J. et al. Effects of L-carnitine supplementation in pregnant sows on plasma concentrations of insulin-like growth factors, various hormones and metabolites and chorion characteristics. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, n. 11–12, p. 487–499, 2006.
- DRITZ S.S, et al., Effects of chromium picolinate on body composition. **Jounal Sports Medicine and Physiology Fitness**, v. 35, n. 4, p. 273–280, 1999.
- EISSEN, J. J.; KANIS, E.; KEMP, B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v. 64, n. 2–3, p. 147–165, 2000.
- FEILD, K.L., HARP R.M., LAMBERT B.D., MCGREGOR K.W., The Effects of Feeding Ractopamine Hydrochloride To Show-type Gilts On Growth Characteristics

and Reproductive Performance. **The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource** p.21:50-59, 2008.

FLORA FILHO, R.; ZILBERSTEIN, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. Metabolismo, síntese e funções. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 265–271, 2000.

FLOWERS, B. The impact of well feeding lactating sows on wean-to-estrus interval. 2009.

FONSECA, L. Arginina na nutrição de matrizes suínas gestantes e seus efeitos sobre a progênie. 2016, 75 f. **Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2016.

FOXCROFT, G. R. et al. Prenatal programming of postnatal growth performance. In: *Reproduction Workshop: Achieving and Exceeding Sow Production Targets*. Minneapolis. University of Minnesota, p. 57-72, 2006.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Effects of ractopamine and arginine dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2872–2884, 2015.

GAO, K. et al. Dietary l-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. **Amino Acids**, v. 42, n. 6, p. 2207–2214, 2012.

GARCÍA, A. G, P. .; GARNS. Papel del cromo y del cinc en el metabolismo de la insulina. **Revista Médica del IMSS**, v. 42, n. 4, p. 347–352, 2004.

GATFORD, K. L. et al. Responses to maternal GH or ractopamine during early-mid pregnancy are similar in primiparous and multiparous pregnant pigs. **Journal of Endocrinology**, v. 203, n. 1, p. 143–154, 2009.

GATFORD, K. L. et al. Maternal responses to daily maternal porcine somatotropin injections during early-mid pregnancy or early-late pregnancy in sows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 1365–1378, 2010.

GATFORD, K. L. et al. Maternal low-dose porcine somatotropin treatment in late gestation increases progeny weight at birth and weaning in sows but not in gilts. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 5, p. 1428–1435, 2012.

GOMES, R. G.; MACEDO. M, R. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, p. 262–266, 2005.

GONDRET, F. et al. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs 1 , 2. p. 93–103, 2006.

HAGEN, C. D. et al. Effect of dietary chromium tripicolinate on productivity of sows

under commercial conditions. **Swine Health and Production**, v. 8, n. 2, p. 59–63, 2000.

HOLDEN, P. J. Porcine Somatotropin (pST). **Biotechnology Information Series.**, 1994.

HOSHI, E. H. et al. Muscle fiber number and growth performance of pigs from sows treated with ractopamine. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 10, p. 1492–1497, 2005.

JENKINS, S. et al. A meta-analysis of campaign contributions' impact on roll call voting. **Social Science Quarterly**, v. 86, n. 1, p. 52–68, 2005.

KIM, S. W. et al. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 2, p. 295–306, 2007.

KIM, S. W.; BAKER, D. H.; EASTER, R. A. Dynamic ideal protein and limiting amino acids for lactating sows: The impact of amino acid mobilization. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 9, p. 2356–2366, 2001.

KRAELING, R. R.; WEBEL, S. K. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 3, 2015.

LANFERDINI, E. **Estudos meta-analíticos de indicadores produtivos em suinocultura**. 2016, 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LEFAUCHEUR, L. Myofiber typing and pig meat production. **Slovenian Veterinary Research**, v. 38, n. 1, p. 5–33, 2001.

LIMA K.R.S., et., al. Desempenho de porcas alimentadas durante a gestação, do primeiro ao terceiro parto, com rações com diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35:1999, 2006.

LINDEMANN, M. D. et al. Dietary chromium picolinate additions improve gain : feed and carcass characteristics in pigs and increase litter size in reproducing sows. **Journal of Animal Science**, p. 457–465, 1995.

LINDEMANN, M. D. et al. A regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 2972–2977, 2004.

LITTELL J. H., C. J. AND P. Overview of statistical methods for disease mapping and its relationship to cluster detection. **Spatial Epidemiology: Methods and Applications**, p. 87–103, 2000.

LIU, X. D. et al. Effects of dietary l-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR-221/222, VEGFA and eNOS expression in umbilical vein. **Amino Acids**, v. 42, n. 6, p. 2111–2119, 2012.

LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em

metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285–294, 2007.

MAGRI K.A., EWTON D.Z. & FLORINI J.R. The role of the IGFs in myogenic differentiation. In: Raizada M.K. & Le Roith D. (Eds). **Molecular Biology and Physiology of Insulin-like Growth Factors**. New York: Plenum Press, p.57-76, 1991.

MARTINEAU, G. P.; BADOOUARD, B. Managing highly prolific sows. **Proceedings of the London Swine Conference**, n. April 2009, p. 14–30, 2009.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: A review. **The Journal of nutrition**, v. 123, n. 4, p. 626–33, 1993.

MILLS, S. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. E28–E32, 2002.

MUSSER R.E, DRITZ S.S, GOODBAND R.D, et al., Additional L-carnitine in the gestating sow diet improves carcass characteristics of the offspring. **Swine Day**, p.37-40, 1999.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SWINE. Revised Edition. **The National Academic Press**, Washington, DC, USA, 2012.

NUNES, C. G. V. et al. Níveis de lisina em rações para fêmeas suínas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4 SUPPL., p. 1744–1751, 2006.

PAIVA, F.P.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina em rações para fêmeas suínas primíparas em lactação. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2006.

PANZARDI, A. et al. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supl 1, p. 49–60, 2009.

PRUNIER, A.; QUESNEL, H. Nutritional influences on the hormonal control of reproduction in female pigs. **Livestock Production Science**, v. 63, p. 1, 2000.

RAMANAU, A. et al. Supplementation of sows with L-carnitine during pregnancy and lactation improves growth of the piglets during the suckling period through increased milk production. **The Journal of nutrition**, v. 134, n. 1, p. 86–92, 2004.

RAMOS, F.; NORONHA, I. Agonistas adrenérgicos β 2 e produção animal: III - Efeitos zootécnicos e qualidade da carne a β 2 - Adrenergic agonists and animal production: **III – Zootechnical effects and meat quality** a. n. 2000, p. 99–110, 2001.

REHFELDT, C. et al. Maternal treatment with somatotropin during early gestation affects basic events of myogenesis in pigs. **Cell and Tissue Research**, v. 306, n. 3, p. 429–440, 2001.

ROSTAGNO, H. S. et.,al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 488p, 2017.

TROTTIER, N. L.; JOHNSTON, L. J. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. **Significance**, 2001.

WU, G. et al. Recent Advances in Nutritional Sciences Maternal Nutrition and Fetal. **Amino Acids**, n. 13, p. 2169–2172, 2004.

YOUNG, M. G. et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**. p. 3058–3070, 2004.

ZANGERONIMO, M. G.; OBERLENDER, G.; MURGAS, L. D. S. Efeito Da Nutrição Na Reprodução Em Marrãs. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, n. 20, 2013.

ZULUAGA E et al. Somatotropina porcina exógena (STp) y su relación con los aminoácidos de la dieta en cerdos de finalización. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 4, n. 2, p. 32–36, 2007.

CAPÍTULO II- Estudo Meta-Analítico De Moduladores Nutricionais Para Porcas Gestantes e Lactantes

1. Introdução

A prolificidade das porcas aumentou a demanda nutricional e trouxe como impacto negativo o menor peso do leitão ao nascimento e maior taxa de mortalidade neonatal (MARTINEAU E BADOUARD, 2009). Para amenizar os efeitos, mecanismos para melhorar o aporte nutricional da fêmea e os índices produtivos e reprodutivos tem sido continuamente pesquisados e aplicados nos sistemas intensivos de produção.

A ractopamina (um beta-agonista) e a somatotropina (STp - hormônio recombinante do crescimento suíno) podem ser considerados como partidores de energia porque modificam as taxas de deposição de gordura e proteína do corpo animal (BELLAVÉR, 2000). Somados a eles, a L-carnitina, L-arginina e cromo, atuam como moduladores nutricionais, pois alteram a partição da energia e o fluxo de nutrientes em nível placentário e tecidual. Em porcas gestantes, o sinergismo entre os moduladores nutricionais apresenta impactos positivos na condição corporal da gestante (DALLANORA et al., 2017), na qualidade e fertilidade dos embriões (LI et al., 2014), na formação de fibras primárias na fase inicial do desenvolvimento fetal (GARBOSSA et al., 2015), no número e peso de leitões nascidos (DOBERENZ et al., 2006). Já na lactação, acredita-se que os benefícios estejam ligados a melhor condição corporal das porcas e a maior uniformidade e peso dos leitões ao nascimento, o que pode garantir uma maior taxa de crescimento dos leitões e produção de leite (WETTERE et al., 2016).

Entretanto, a integração das informações relativas ao uso dos moduladores nutricionais (pST e ractopamina, L-carnitina, L-arginina e Cr) torna-se um desafio em virtude da variabilidade das condições de pesquisa e das respostas no uso individual ou associado dos aditivos sobre o desempenho de porcas gestantes e suas leitegadas. Assim, através da meta-análise, este estudo tem por objetivo avaliar o impacto do uso de moduladores nutricionais sobre a condição corporal e o desempenho produtivo de porcas em gestação e lactação.

2. Material e Métodos

2.1 Sistematização das Informações

Artigos publicados em bases indexadoras: Portal de Periódicos Capes, *Web of Science*, *Scielo*, *Science direct*, *Highwire Press* e *PubMed*, foram selecionados para a elaboração de uma base de dados. Foram utilizadas para a busca palavras chave em vários idiomas (inglês, português, espanhol, francês e italiano): porcas, nutrição, aditivos, L-carnitina, L-arginina, somatotropina, ractopamina e cromo. Considerando as palavras-chave de busca 145 artigos foram previamente selecionados.

Os principais critérios para a seleção das publicações foram a administração de moduladores nutricionais: L-carnitina, L-arginina, cromo, somatotropina e ractopamina em porcas gestantes e/ou lactantes. Informações reprodutivas (leitões nascidos vivos, mortos, mumificados), corporais (peso vivo, espessura de toucinho, ganho materno) e de desempenho (produção de leite, peso ao desmame dos leitões, perda de peso da porca e consumo de ração), além de conter informações sobre o consumo e ter um grupo controle para proceder as comparações com os resultados dos grupos que receberam os moduladores nutricionais. Após a seleção, cada artigo foi avaliado criticamente por sua qualidade e relevância em relação aos objetivos do estudo e critérios. Após a seleção, 83 estudos compuseram a base de dados dos quais 74 artigos científicos, 07 dissertações/teses e 02 boletins técnicos.

2.2 Gerenciamento do Banco de Dados, Codificação e Filtragem de Dados

O banco de dados foi desenvolvido com informações obtidas nas seções de material e métodos para compor informações de quantidade de animais utilizados no experimento, número de dias em que os animais permaneceram recebendo a dieta experimental, linhagem, ordem de parto, fase, temperatura, composição da dieta, quantidade de modulador utilizado, peso inicial, e resultados: ganho de peso, consumo de ração, espessura de toucinho durante a gestação, lactação e final da lactação, número de leitões nascidos, vivos, mortos e mumificados, número de leitões desmamados, peso dos leitões ao desmame.

Em cada linha foram tabuladas as informações do referente ao artigo publicado: autores, título, instituição, país, continente e ano de publicação, revista e paginação.

Cada linha horizontal no banco de dados representou os resultados de um tratamento e cada coluna indicou uma condição metodológica (obtida na seção de materiais e métodos) ou variável resposta (obtida na seção de resultados). As informações foram tabuladas em uma base de dados eletrônica utilizando o programa Excel (2010).

A metodologia para a definição das variáveis dependentes e independentes e para a codificação dos dados seguiu as proposições descritas na literatura por Lovatto et al. (2007) e Sauvart et al. (2008). Codagens foram utilizadas como variáveis moderadoras nas análises, com o objetivo de considerar a variabilidade dos estudos compilados (efeito do estudo, efeitos inter e intraestudos). A codagem geral do artigo (efeito do estudo) consistiu em um número sequencial específico atribuído para cada artigo inserido na base (1 ao 83). A codificação inter (entre os estudos) foi formada pela união da codificação geral e de números sequenciais, de maneira a atribuir um código específico para cada tratamento da base. A codificação intraestudos foi atribuída aos aditivos em relação ao tratamento controle para cada artigo. Além disso, uma codificação foi inserida para classificar os grupos experimentais, sendo os tratamentos divididos em seis grupos: controle (animais que não receberam nenhum aditivo), L-carnitina, L-arginina, somatotropina, ractopamina e cromo.

2.3 Descrição da Base de Dados

A base de dados em planilha contemplou 524 linhas e 104 colunas. O espaço temporal compreendeu um período de 28 anos (1989 a 2017). A base contemplou dados de 22.608 porcas em gestação/lactação, com uma média de 47 porcas por tratamento e 134 porcas por estudo. Os estudos foram distribuídos em 524 tratamentos (T), sendo controle (224T), L-carnitina (107T), L-arginina (59T), somatotropina (57T), ractopamina (30T) e Cromo (31T e combinações 16T). Os estudos incluíram porcas de diferentes raças e linhagens comerciais, seguindo: LD x LW (25,88%), linhagens comerciais (17,62%), Y x LD (5,88%), LW (4,7%), Y (4,7%), LD (2,35%), Y x DU (2,35%), Y x LD x DU (2,35%), HS x DU x Y (1,17%), LC (1,17%) e ME (1,17%). Em 56% dos estudos os animais foram alojados em gaiolas individuais e 18% em baias coletivas. A média da área disponível por animal encontrada nos artigos foi de 1,90 m² para alojamento em celas e 2,60 m² em baias coletivas.

As médias da composição das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1 e as médias e variações do uso de aditivos estão descritas na Tabela 2.

Tabela 1. Composição nutricional média das dietas experimentais utilizando moduladores nutricionais para porcas em gestação e lactação.

	Gestação									
	L-car,mg		L-arg,%		Cr,ppm		Stp,mg		Rac,ppm	
	sem	com	sem	com	Sem	com	sem	com	sem	Com
EM, kcal/kg	2630	2593	3158	3130	3183	3178	3134	3177	3143	3107
PB, %	14,0	14,1	14,4	14,4	14,0	14,0	14,3	14,8	14,6	14,5
Lis, %	0,68	0,68	0,74	0,76	0,67	0,73	0,76	0,73	0,76	0,77
Met, %	0,22	0,22	0,31	0,28	0,54	0,54	-	-	0,25	0,25
Treo, %	0,44	0,44	0,58	0,60	-	-	-	-	0,63	0,63
Trip, %	0,26	0,26	0,26	0,35	0,65	0,65	-	-	0,80	0,80
Ca, %	0,85	0,85	0,83	0,80	0,84	0,86	1,11	1,00	0,86	0,82
P, %	0,74	0,75	0,53	0,54	0,74	0,76	0,88	0,80	0,61	0,58

	Lactação									
	L-carn, mg		L-arg,%		Cr,ppm		Stp,mg		Rac,ppm	
	sem	com	sem	com	Sem	com	sem	com	sem	Com
EM, kcal/kg	3076	3095	3414	3369	3200	3200	3455	3296	3214	3214
PB, %	17,6	17,7	16,10	14,2	14,1	14,6	17,0	18,2	-	-
Lis, %	0,93	1,39	0,95	0,85	0,93	1,01	1,06	1,00	-	-
Met, %	0,35	0,35	0,55	0,57	-	0,54	0,31	0,31	-	-
Treo, %	0,48	0,48	0,68	0,60	-	-	-	-	-	-
Trip, %	0,17	0,17	0,20	0,20	-	-	-	-	-	-
Ca, %	0,94	0,93	0,95	1,00	0,82	0,89	0,92	0,92	-	-
P, %	0,84	0,83	0,59	0,52	0,73	0,77	0,76	0,76	-	-

L-car: L-carnitina, Larg: Larginina, Cr: cromo, Stp: somatotropina, Rac: ractopamina, EM: energia metabolizável, PB: Proteína bruta. Lis: Lisina, Met: Metionina, Treo: Treonina, Trip: Triptofano, Ca: Cálcio, P: Fósforo

Tabela 2. Valores médios e a variação do uso de moduladores nutricionais para porcas na gestação e lactação.

	Gestação			Lactação		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
L-carnitina, mg	58,3	25,0	435	87,0	25,0	435
L-arginina, %	0,96	0,40	1,00	0,83	0,50	2,00
Cromo, ppm	135	200	500	91,5	200	500
Somatotropina, mg	2,53	1,00	30,0	12,2	8,22	70,0
Ractopamina, ppm	10,2	10,0	20,0	-	-	-

2.3 Análises de Heterogeneidade, Correlação, Variância-covariância

A heterogeneidade estatística foi avaliada utilizando o I^2 , que descreve a proporção de variação total de estudos cruzados que é atribuível à heterogeneidade, ou seja, variação inter estudo. Para avaliar essa heterogeneidade, os estudos foram avaliados quanto a apresentação de um efeito positivo ou não do aditivo avaliado. Para isso, os dados foram integrados em um gráfico *forest plot* seguindo a metodologia proposta por Neyeloff et al. (2012). Neste gráfico cada quadrado representa um estudo com seu respectivo intervalo de confiança (95%) representado através das linhas horizontais. A linha de tendência central (vertical) indica a ausência de significância ($P > 0,05$) nas respostas para cada estudo quando ocorre a intersecção com as linhas de intervalo de confiança. Na última linha do gráfico, apresentou-se a meta-análise. Os gráficos e a análise de heterogeneidade foram realizados no Excel (2010).

Além do estudo de heterogeneidade, a meta-análise seguiu quatro análises sequenciais: (1) gráfica: para controlar a qualidade da base e observar a coerência biológica dos dados através de observações em gráficos de dispersão e identificar a presença de *outliers*; (2) correlação: feita entre as diversas variáveis, para identificar os fatores relacionados na base indicadas através do coeficiente de correlação de Pearson a 5% de significância; (3) ANOVA: para avaliar a hipótese de diferenças entre as respostas controle em relação aos moduladores; (4) análise de resíduos: para verificar a normalidade, homocedasticidade sendo significativo ao não segundo o teste de Anderson Darling.

Após a análise de heterogeneidade, decidiu-se pelo uso do modelo de efeitos aleatórios. O efeito de cada aditivo avaliado foi contrastado com o respectivo tratamento Controle de cada estudo. Assim as médias das variáveis além dos resultados da análise de correlação e variância são apresentadas de forma específica para cada aditivo na forma de Sem (Controle) e Com (Aditivo). As exigências nutricionais dos estudos foram contrastadas com as recomendações nutricionais de Rostagno 2011 e NRC 2012. Todas as análises foram realizadas através do programa Minitab 16 (Minitab Inc., State College, USA).

3. Resultados e discussão

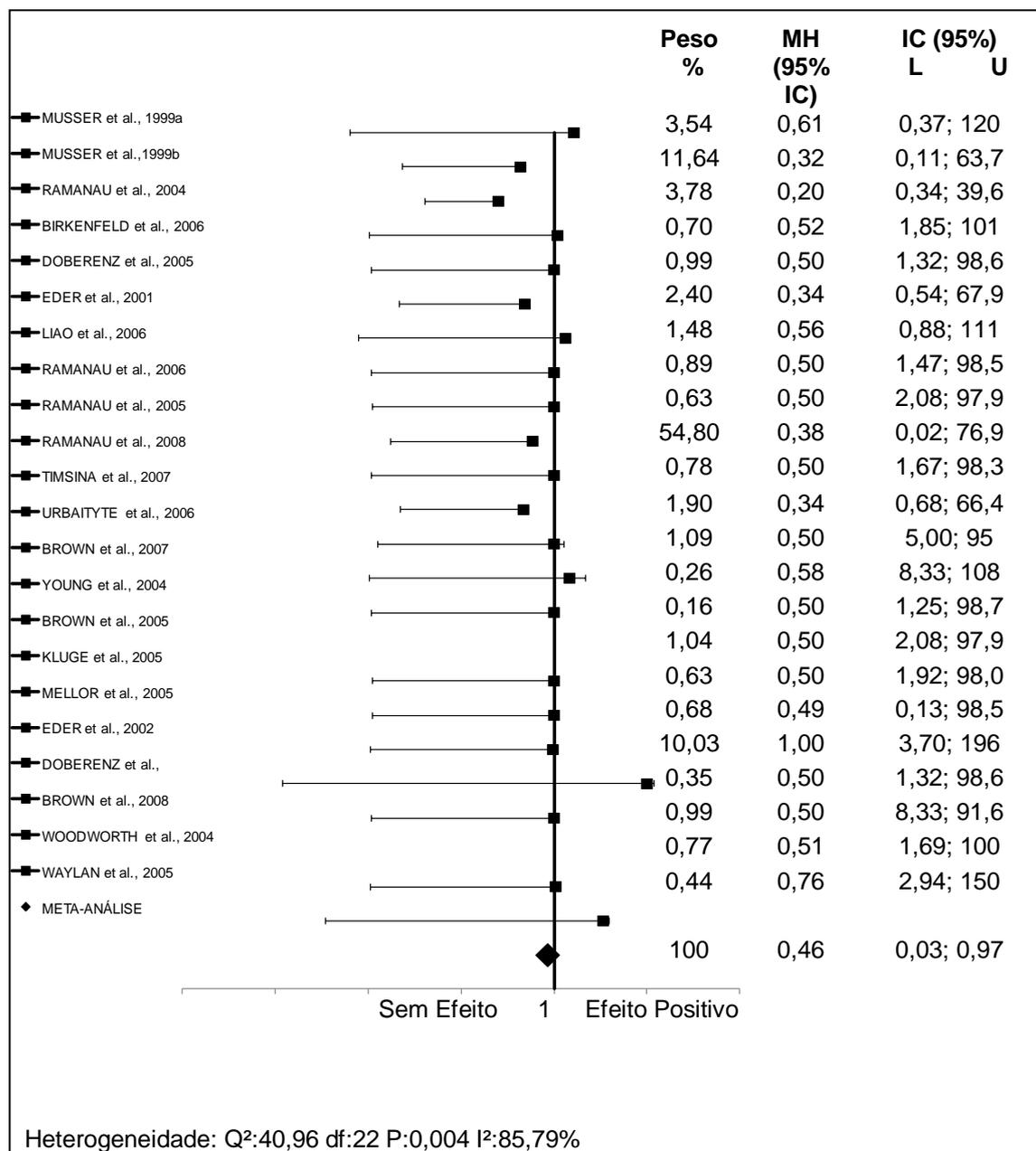
3.1 Heterogeneidade

Na meta-análise são encontradas variações chamadas de heterogeneidade, e estas podem ser de origem clínica que se refere a variabilidade entre os participantes; metodológica onde há variabilidade entre os delineamentos dos estudos, entre as amostras (peso, sexo, idade, etc) e tratamentos; ou de origem estatística, onde encontramos variabilidade nas medidas de efeito entre os diferentes estudos e é decorrente das variabilidades clínica, metodológica ou de ambas (HIGGINS E GREEN, 2008). Para identificar e avaliar a heterogeneidade, existem testes estatísticos baseados em modelos de efeito fixo ou de efeito aleatório e variam quanto à magnitude do poder estatístico, onde os modelos de efeito fixo possuem um poder estatístico maior quando comparados a modelos de efeito aleatório (MADEIRA, 2015). Em vista dos resultados obtidos na análise de heterogeneidade, em nosso estudo optamos pelo uso do modelo de efeitos aleatórios a fim de dar importância aos efeitos de composição nutricional, dosagem dos moduladores, peso e ordem de parição das porcas utilizadas nos estudos.

Para decidir qual o modelo mais adequado, é feita a avaliação do grau de heterogeneidade (I^2) (DERSIMONIAN E LAIRD, 1986). Uma meta-análise com valor $I^2 = 0 \%$ indica que a variabilidade nas estimativas do tamanho de efeito é devido ao erro de amostragem dentro dos estudos. Uma meta-análise com $I^2 = 50 \%$ significa que metade da variabilidade total entre os tamanhos de efeito não é causada por erro de amostragem, e sim pela heterogeneidade verdadeira entre os estudos (HIGGINS E GREEN, 2008).

A heterogeneidade desta meta-análise foi analisada pela técnica *forest plot*. Para L-carnitina foram avaliados 22 artigos, onde 5 apresentaram efeitos positivos, porém os efeitos não foram significativos ($P > 0,05$) (Figura 1). A coluna à esquerda apresenta os estudos encontrados na literatura, com objetivos em comum (uso de moduladores nutricionais para porcas em gestação e/ou lactação). Nas colunas à direita estão apresentados o peso de cada artigo, ou seja, o quanto cada estudo contribuiu para a análise, o risco relativo de cada artigo tornando possível a comparação de estudos com características semelhantes e resultados distintos e o intervalo de confiança inferior e superior de cada artigo. O índice I^2 foi de 85,79 % ($P < 0,01$), indicando alta heterogeneidade entre os artigos. O losango na parte inferior do gráfico representa o efeito resultante da combinação dos diversos estudos indicando que L-carnitina não teve

efeitos significativos ($P>0,05$) nas características de desempenho produtivo da porca e também para o desempenho de suas leitegadas.



Peso: Peso dos estudos na meta-análise, MH: Mantel-Haenszel, IC: Intervalo de confiança, L: lower, U: upper

Figura 1. Efeito do uso de L-carnitina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.

Vários entraves foram encontrados nessa meta-análise, pois além da variabilidade metodológica entre os artigos, foi observada a ausência de dados e respostas nos artigos, principalmente quanto à condição corporal das porcas, o que dificultou a análise estatística, ou muitas vezes impediu que a análise fosse realizada já que é necessário um número mínimo de dados para que a mesma seja realizada.

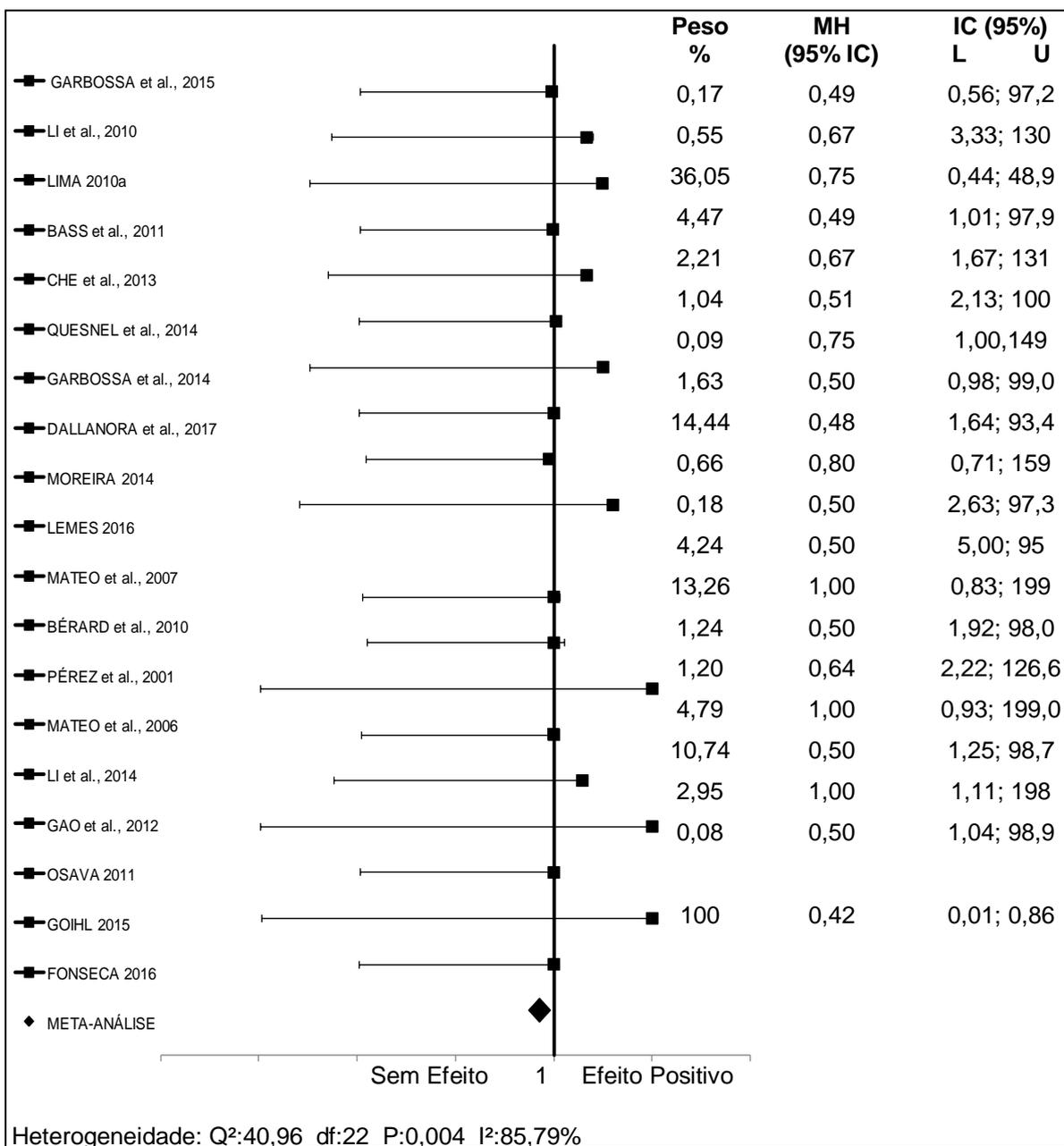
Para o modulador nutricional L-carnitina, não foi possível realizar a análise de espessura de toucinho ao parto pois em todos artigos tabulados na base de dados essa informação estava ausente, e essa é uma característica corporal muito importante, já que vai influenciar nas reservas corporais da porca durante a lactação e no seu desempenho reprodutivo subsequente (VIGNOLA 2009).

Outro aspecto observado para esse modulador foi quanto a energia metabolizável fornecida na ração, onde em 11 artigos essas necessidades não foram atendidas. Segundo o NRC (2012) e as Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011) o que implica nos resultados dos experimentos, podendo prejudicar as conclusões dos mesmos. Além disso em 14 artigos essa informação não estava presente, ou seja, podendo gerar dúvidas quanto as exigências nutricionais das porcas serem atendidas.

Os dados de ganho médio diário dos leitões após o nascimento também estavam ausentes para esse modulador, e essa informação é relevante para perceber a evolução do leitão do nascimento até o desmame. Foi observada também a ausência de dados referentes ao número de leitões desmamados e ao peso dos leitões ao desmame em todos os artigos, impossibilitando a análise estatística, sendo essas características cruciais para concluir se a suplementação com L-carnitina exerce ou não influência no desempenho das leitegadas das porcas suplementadas com esse modulador nutricional.

Para L-arginina foram avaliados 19 artigos (Figura 2), onde 10 artigos apresentaram efeitos positivos, mas esses efeitos não foram significativos estatisticamente ($P > 0,05$). Em 9 artigos não houve efeitos para as características de desempenho das porcas e suas leitegadas. O índice I^2 foi de 99,98% o que indica uma alta heterogeneidade. O losango na parte inferior indica que a meta-análise teve efeitos significativos ($P < 0,05$) e sem efeitos, indicando que o uso da L-arginina não altera as características de desempenho reprodutivo da porca e o desempenho de suas leitegadas.

Para esse modulador além da ausência de dados de energia metabolizável em 9 dos artigos tabulados e em 10 artigos essa energia oferecida estava abaixo do recomendado pelo NRC (2012) e Tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011), a maior dificuldade encontrada foi a ausência de dados de espessura de toucinho ao final da gestação.

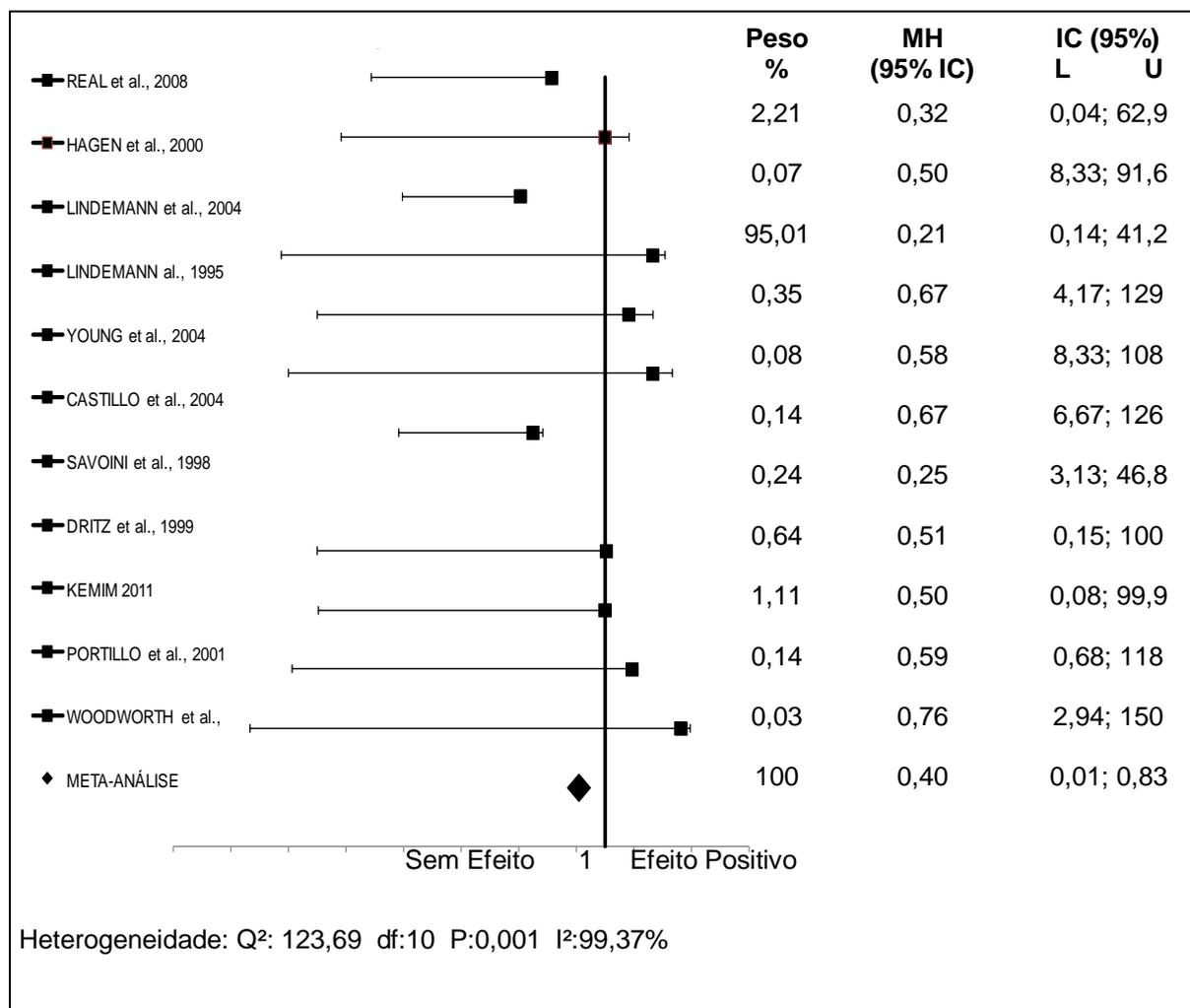


Peso: Peso dos estudos na meta-análise, MH: Mantel-Haenszel, IC: Intervalo de confiança, L: lower, U: upper.

Figura 2. Efeito do uso de L-arginina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.

Foram avaliados 11 artigos com suplementação de cromo (Figura 3). Houve efeitos positivos em 6 estudos e em 5 estudos foi observado que o cromo não causa efeitos no desempenho das porcas e suas leitegadas. O índice I^2 foi de 99,37% indicando alta heterogeneidade entre os artigos estudados. A meta-análise se mostrou significativa

($P < 0,05$) e sem efeitos para as características de desempenho reprodutivo das porcas e suas leitegadas.



Peso: Peso dos estudos na meta-análise, MH: Mantel-Haenszel, IC: Intervalo de confiança, L: lower, U: upper

Figura 3. Efeito do uso de cromo sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.

A obtenção de trabalhos utilizando cromo para porcas em gestação e/ou lactação foi difícil, pois existem poucos trabalhos utilizando esse modulador para porcas. Os principais entraves encontrados para o cromo foram da diversidade metodológica e a falta de dados. Em 9 artigos não continha a informação de energia metabolizável fornecida e nos 2 artigos que continham essa informação o fornecimento estava abaixo do recomendado pelo NRC (2012) e pelas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011). Os dados do aminoácido treonina fornecidos durante a gestação, e treonina e triptofano durante a lactação estavam ausentes, impossibilitando perceber se as porcas

desses experimentos estavam recebendo a quantidade recomendada desses aminoácidos em sua dieta.

Pela ausência de dados nos artigos não foi possível analisar as variáveis peso vivo à cobertura, espessura de toucinho no início e final da gestação e também ao parto. A falta desses dados implica em resultados inconclusivos quanto ao desempenho das porcas, já que essas características corporais não foram mensuradas nos artigos, dificultando assim uma tomada de decisão quanto o uso ou não desse modulador nutricional para as porcas em gestação e/ou lactação. Foi observado também a ausência de informações relacionadas com o desempenho reprodutivo das porcas onde em 10 dos 11 artigos tabulados não continham os dados de número de leitões nascidos por porca, e de leitões mumificados, impossibilitando assim a análise estatística.

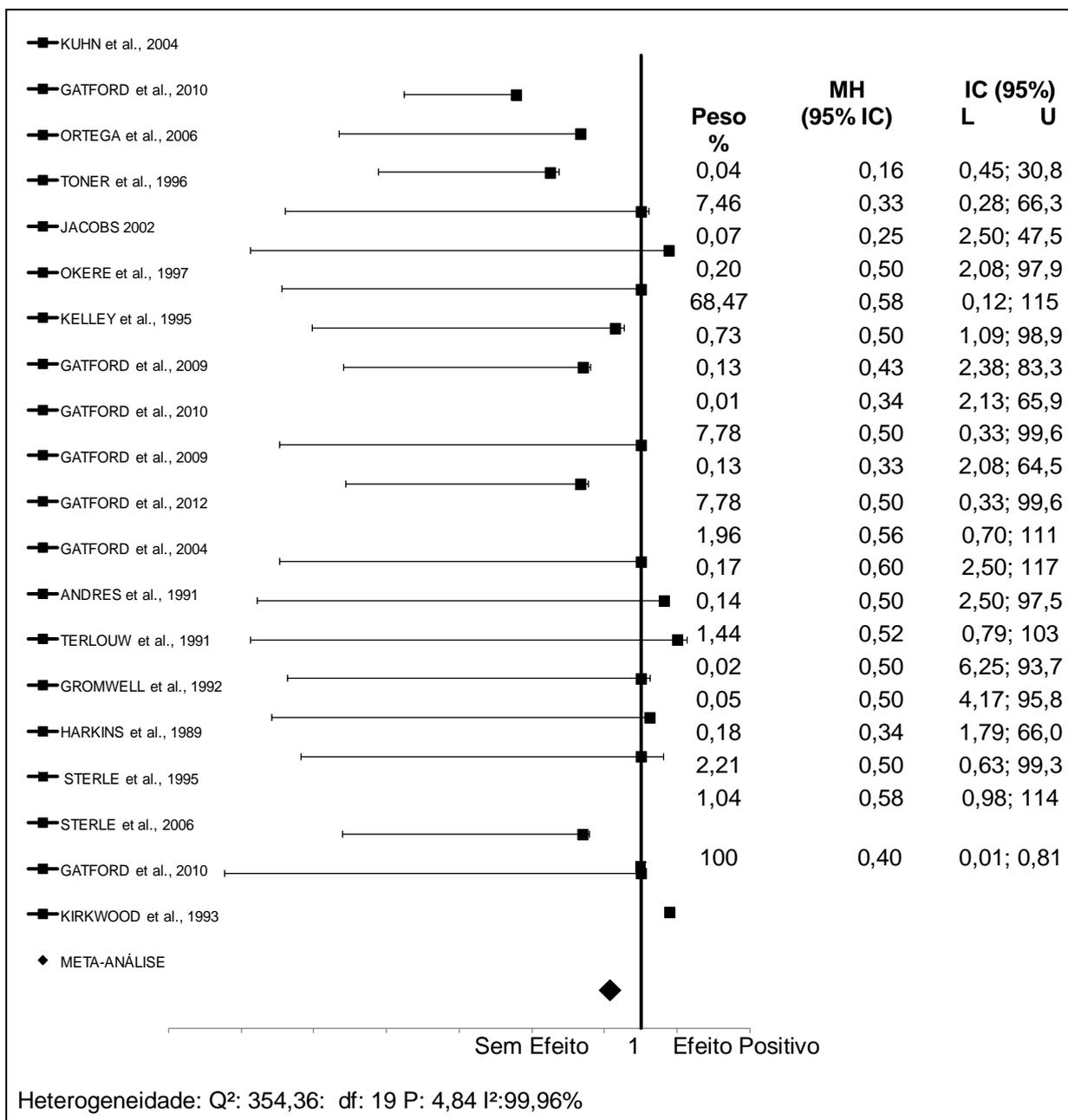
Para o partidor de nutrientes somatotropina foram avaliados 20 artigos (Figura 4). Em 5 artigos o aditivo mostrou efeitos positivos, porém os resultados não foram significativos estatisticamente ($P > 0,05$), em 15 estudos não mostrou efeitos para as mesmas características. O índice I^2 foi de 99,96% mostrando alta heterogeneidade entre os artigos. A meta-análise mostrou-se significativa ($P < 0,05$) e sem efeitos.

Em 10 artigos não haviam informações de energia metabolizável fornecida, e em 10 dos artigos que continham essa informação, o fornecimento estava abaixo do recomendado pelo NRC (2012) e pelas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011), além disso os dados dos aminoácidos metionina, treonina e triptofano fornecidos durante a gestação e treonina e triptofano durante a lactação estavam ausentes, impossibilitando a análise para esses aminoácidos. Não haviam os dados de espessura de toucinho ao parto em nenhum dos artigos tabulados, impossibilitando a análise dessa variável.

Foram avaliados 10 artigos usando ractopamina (Figura 5), houve efeitos positivos em 4 estudos, em 6 artigos não houve efeitos. O índice I^2 foi de 99,99%. A meta-análise mostrou-se significativa ($P < 0,05$) e sem efeitos, ou seja, o uso de ractopamina para porcas em gestação e lactação não melhora o desempenho reprodutivo das porcas e suas leitegadas. Dos cinco moduladores estudados nesta meta-análise a ractopamina foi o que apresentou menor número de artigos encontrados e maior número de ausências de dados nos artigos.

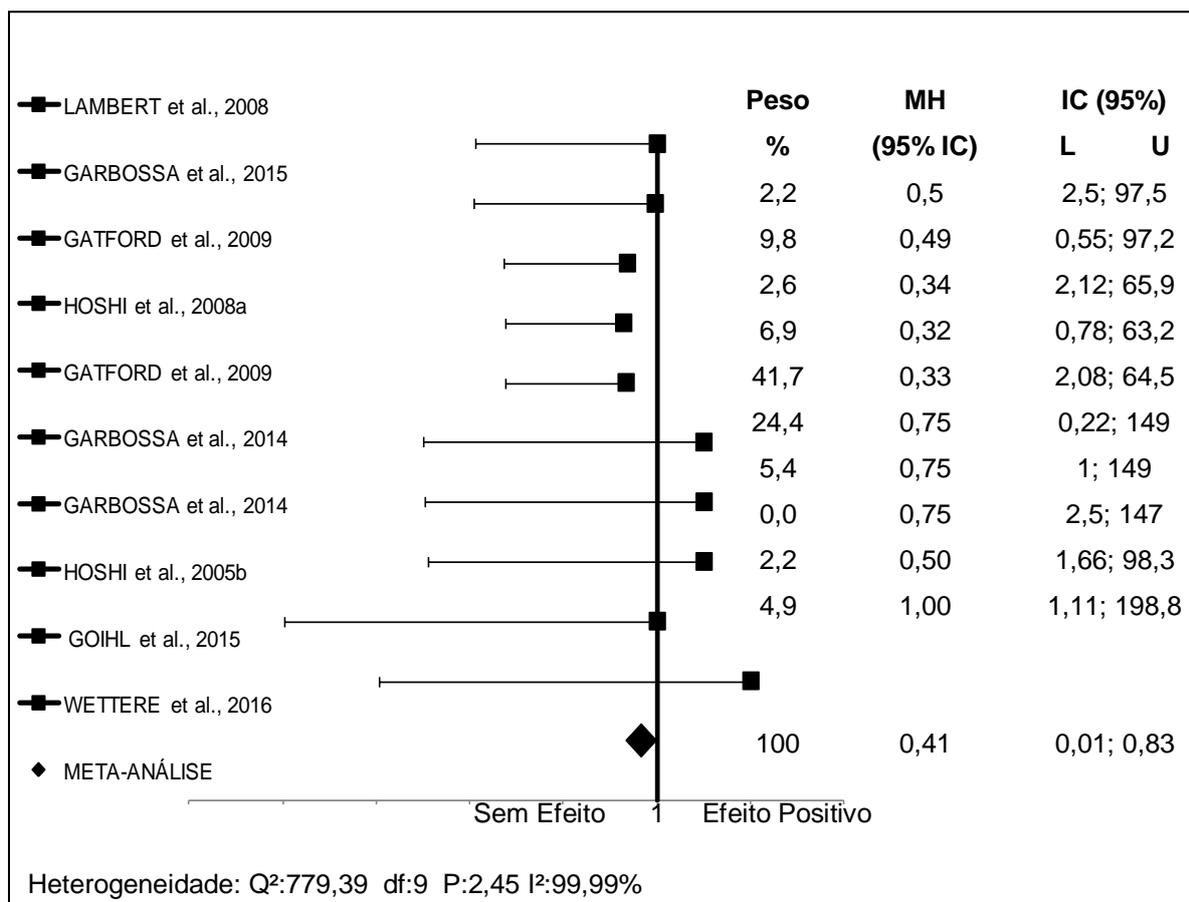
Em 5 artigos não havia informação de energia metabolizável fornecida e nos artigos que continham essa informação em 5 artigos o fornecimento estava abaixo do recomendado pelo NRC (2012) e pelas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO, 2011). Dados

de consumo na gestação e lactação, peso vivo à cobertura e espessura de toucinho no final da gestação estavam ausentes na maioria dos trabalhos impossibilitando a análise estatística.



Peso: Peso dos estudos na meta-análise, MH: Mantel-Haenszel, IC: Intervalo de confiança, L: lower, U: upper

Figura 4. Efeito do uso de somatotropina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.



Peso: Peso dos estudos na meta-análise, MH: Mantel-Haenszel, IC: Intervalo de confiança, L: lower, U: upper

Figura 5. Efeito do uso de ractopamina sobre o desempenho de porcas em gestação e lactação.

Para todos os aditivos avaliados, foi encontrado um alto grau de heterogeneidade entre os estudos, por isso o modelo escolhido foi o de efeitos aleatórios. Esse modelo presume que o efeito de interesse não é o mesmo em todos os estudos, e os mesmos formam uma amostra aleatória de uma população hipotética de estudos. Sendo assim, os estudos não são considerados iguais, mas estão conectados através de uma distribuição de probabilidade, incorporando uma medida de variabilidade dos efeitos entre os diferentes estudos (RODRIGUES et al., 2010).

3.2. Desempenho das Porcas

Uma nutrição adequada durante a gestação é fundamental para maximizar o número de leitões nascidos por ano e otimizar a longevidade da porca (SOLÁ et al., 2016). É importante monitorar a condição corporal e limitar o excesso de reservas corporais, pois a sobrealimentação durante a gestação, aumenta a mortalidade embrionária e diminui o tamanho da leitegada (VIGNOLA 2009). A exigência de ganho de peso materno depende da taxa de deposição de proteína e gordura, onde as porcas primíparas exigem mais energia, pois ainda se encontram em desenvolvimento (SOLÁ et al., 2016).

De acordo com o NRC (2012), a prioridade do consumo durante a gestação é satisfazer os requisitos de energia para manutenção, crescimento dos fetos e a deposição de proteína materna, seguidos pelos requisitos de proteínas e aminoácidos. O desenvolvimento fetal durante a lactação depende da nutrição da porca durante a gestação (SOLÁ et al., 2016), já para os leitões lactentes o seu desempenho depende da quantidade e qualidade do leite da porca. No início da lactação, a produção de leite está associada à mobilização das reservas corporais da porca, e à medida que a lactação avança, essa associação passa a ser com a ingestão de alimentos (PENZ JR. et al., 2009).

As porcas tendem a ter o seu consumo afetado pelo ambiente em que se encontram, principalmente pela temperatura. A zona de conforto térmico para porcas em gestação é de 12 a 18 °C (FERREIRA 2012). Porcas que se encontram em ambientes com temperatura inferior ou superior tem o consumo de ração reduzido (LEMES 2016). Isso pode explicar a ausência de diferenças entre os consumos observados neste estudo (Tabela 3), já que na maioria dos trabalhos (72 %) as porcas encontravam-se em ambientes controlados não sofrendo estresse térmico.

Foram observadas diferenças entre o consumo de nutrientes das porcas nos artigos e recomendações tabeladas do NRC (2012) e Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) (Figura 6). Em 31 dos artigos avaliados as porcas dos tratamentos apresentaram consumo de EM inferior às recomendações do NRC (2012) e em 21 artigos a quantidade de energia metabolizável fornecida foi inferior ao recomendado pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). Em condições experimentais, o fornecimento limitado de nutrientes pode servir de viés, influenciando os resultados das pesquisas (LANFERDINI, 2016).

O consumo de lisina foi superior às recomendações do NRC (2012) em 23 artigos e em 27 artigos, superior às recomendações das Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011). O consumo de metionina, em relação às recomendações do NRC (2012) foi superior em 12 artigos, e em relação às Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011) 100% dos tratamentos estudaram consumos superiores desse aminoácido. As exigências de aminoácidos aumentam durante a gestação por causa da retenção de nitrogênio nos fetos, desenvolvimento da glândula mamária e deposição de proteína corporal da fêmea (KIM et al., 2007). As exigências de aminoácidos devem ser ajustadas de acordo com a fase da gestação, pois os diversos tecidos (corpo materno, feto, útero, placenta e fluídos e a glândula mamária) possuem perfil de aminoácidos depositados de forma diferente. Sendo assim as necessidades nutricionais da porca mudam durante a gestação e o fornecimento de alimento deve satisfazer essa procura; daí a necessidade de uma alimentação por fases (MOEHN et al., 2012). Além disso a alta prolificidade das fêmeas suínas, implica em níveis nutricionais maiores para suprir as necessidades metabólicas da fêmea suína (KIM et al., 2005).

Porcas gestantes e lactantes recebendo moduladores nutricionais tiveram um consumo diário de treonina 50% inferior quando comparado ao NRC (2012). Já em relação às recomendações das tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011), a ingestão de treonina foi abaixo do preconizado em 100% dos tratamentos. Para níveis de triptofano houve predominância de níveis abaixo das recomendações do NRC, e acima das recomendações das Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011) em 100% dos tratamentos.

Com o melhoramento genético as fêmeas suínas se tornaram mais prolíficas e produtivas, e conseqüentemente suas exigências nutricionais também aumentaram (PAIVA et al., 2006). Pesquisas utilizando fêmeas suínas prolíficas vem sendo realizadas, mas as recomendações nutricionais utilizadas ainda se baseiam nas exigências das fêmeas muito menos prolíficas e produtivas (Ball et al., 2008). Sendo assim, para que as fêmeas possam expressar todo o seu potencial produtivo, é importante que as suas necessidades nutricionais sejam atendidas conforme a sua produtividade.

A deposição de macro e micro minerais nos fetos aumenta durante o final da gestação (MAHAN et al., 2009). Se a ração das fêmeas não apresentar níveis adequados de minerais para suprir as exigências, será necessário mobilizar as reservas corporais antes do início da lactação (TOUCHETTE et al., 1998). Neste estudo foi observado o

uso de níveis de cálcio e fósforo acima dos valores recomendados pelo NRC (2012) e pelas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011), isso é feito para evitar problemas de desmineralização óssea durante a vida reprodutiva das porcas. Durante a gestação, as exigências de Ca e P aumentam proporcionalmente, pelo crescimento fetal, já na lactação, as exigências são afetadas pela produção de leite pela porca (Mahan et al., 2009). As exigências de Ca e P são baseadas na alimentação, ou seja, se as porcas são alimentadas com menos de 1,8 kg de alimento durante a gestação, a dieta deve ser formulada para conter concentrações de Ca e P suficientes para atender às necessidades diárias, se o consumo for acima de 1,8 kg, os níveis de Ca e P na dieta podem ser ajustados para baixo (NRC, 2012).

Por meio dessa análise exploratória é possível verificar que nos artigos utilizados nessa meta-análise os autores forneceram a mesma ração ao longo da gestação e/ou lactação das fêmeas suínas, e na maioria dos artigos foi observado um consumo de nutrientes acima das recomendações requeridas nas tabelas de exigências nutricionais.

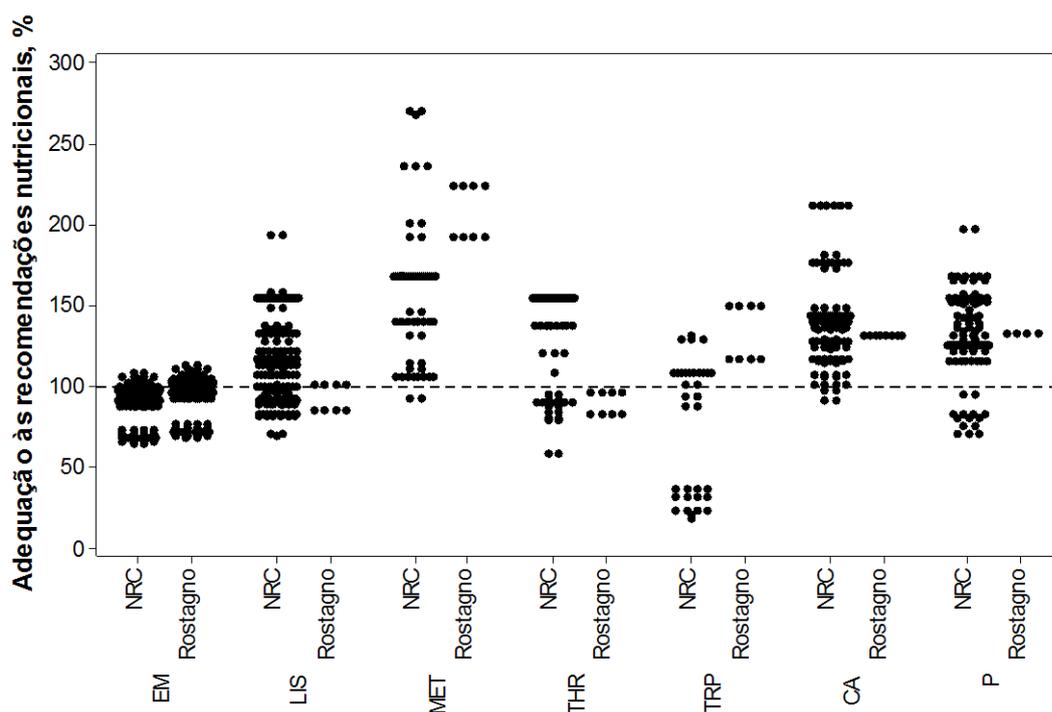


Figura 6. Relação entre os níveis recomendados de nutrientes para fêmeas suínas segundo o NRC (2012) e Rostagno et al. (2011) e os níveis efetivamente fornecidos.

As características corporais das porcas estão apresentadas na Tabela 3. Foi observado um resultado significativo ($P < 0,05$) para a espessura de toucinho inicial de porcas suplementadas com L-arginina. Como na maioria dos trabalhos a suplementação

iniciou a partir dos 50 dias de gestação, essa diferença de espessura de toucinho inicial não pode ser atribuída a L-arginina, já que as porcas ainda não haviam recebido o aditivo, provavelmente essas porcas já entraram nos experimentos com uma espessura de toucinho maior em relação ao grupo controle.

Tabela 3. Médias das variáveis corporais das porcas em gestação e lactação suplementadas com moduladores nutricionais.

	Consumo, kg, Gestação	Consumo, kg, Lactação	PV cobertura kg	ET ini, gest, mm	ET final, gest, mm	ET ao parto, mm
L-car, mg/d	N° de estudos: 22		N° tratamentos: 107			
Sem	3,178	5,38	166	13,0	21,5	-
Com	3,330	5,75	165	13,3	22,3	-
Dpr	5,89	3,40	1,92	3,49	3,21	-
P	0,125	0,457	0,410	0,366	0,143	-
L-arg, %	N° de estudos: 19		N° tratamentos: 59			
Sem	5,84	5,57	153	7,10	19,2	14,9
Com	5,61	5,60	137	10,2	19,3	13,9
Dpr	1,85	1,81	3,32	2,75	-	6,64
P	0,305	0,944	0,533	0,027	-	0,199
Cr, ppm/d	N° de estudos: 11		N° tratamentos: 31			
Sem	8,13	4,88	181	10,8	20,1	-
Com	7,90	5,28	182	12,1	20,3	-
Dpr	2,37	1,70	-	-	-	-
P	0,075	0,330	-	-	-	-
Stp, mg/d	N° de estudos: 20		N° tratamentos: 57			
Sem	4,23	5,40	162	11,0	15,5	-
Com	4,74	4,72	166	12,8	15,8	-
Dpr	5,71	3,14	1,26	16,5	5,76	-
P	0,272	0,253	0,065	0,446	0,629	-
Rac, ppm/d	N° de estudos: 10		N° tratamentos: 30			
Sem	1,870	-	198	10,0	-	14,2
Com	1,873	-	200	9,44	-	14,7
Dpr	-	-	-	3,04	-	3,28
P	-	-	-	0,066	-	0,012

Dpr: Desvio padrão residual, P: nível de significância a 5%.

PV: peso vivo, ET: espessura de toucinho, L-car: L-carnitina, L-arg: L-arginina, Cr: cromo, Stp: somatotropina, Rac: ractopamina.

As porcas primíparas que chegam ao parto com espessura de toucinho inferior a 21 mm, apresentam menor consumo de ração e perdem mais peso durante a gestação e tem o seu desempenho subsequente prejudicado (ROSSI et al., 2008). Nesse estudo foi observado que a suplementação com ractopamina durante a gestação é capaz de aumentar a espessura de toucinho ao parto. O aumento da espessura de toucinho foi devido à partição de nutrientes proporcionada pela ractopamina, melhorando a utilização da energia, especialmente em primíparas (MUSSER et al., 1999). Para os

aditivos L-carnitina, L-arginina, cromo e somatotropina não houve diferenças significativas para a espessura de toucinho.

Não foram observadas correlações significativas ($P>0,05$) entre a suplementação dos moduladores nutricionais com as variáveis corporais das porcas em gestação e lactação (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações entre os aditivos e variáveis corporais das porcas em gestação e lactação suplementadas com moduladores nutricionais.

		Gestação								
		Consumo	ET ini gest	ET parto	ET final gest	L-car	L-arg	Cr	pST	Rac
Lactação	Peso ao desmame					-0,064 ^{ns}	-0,097 ^{ns}	-	-	-
	ET parto					0,023 ^{ns}	-0,167 ^{ns}	-	-	-
	ET desmame					0,072 ^{ns}	-	-	-	-
Aditivos	L-car	0,342 ^{ns}	0,263 ^{ns}	-	0,481 ^{ns}					
	L-arg	-0,703 ^{ns}	-0,055 ^{ns}	-0,509 ^{ns}	-					
	Cr	0,665 ^{ns}	-	-	-					
	pST	-0,191 ^{ns}	-0,643 ^{ns}	-	0,299 ^{ns}					
	Rac	0,022 ^{ns}	-0,133 ^{ns}	-0,478 ^{ns}	-					

Dpr: Desvio padrão residual; P: nível de significância a 5%

ET: Espessura de toucinho

ET ini gest: Espessura de toucinho no início da gestação

ET final gest: Espessura de toucinho no final da gestação

L-car:L-carnitina,L- arg: L-arginina, Cr: cromo, Rac: ractopamina, pST: somatotropina

Correlação: P<0,05: *, P<0,01:**, P<0,001:***, ^{ns}: não significativo

3.3. Desempenho produtivo das porcas e leitegadas

O estudo de correlações entre o desempenho produtivo e das leitegadas de porcas com a suplementação com moduladores nutricionais são apresentados na Tabela 5. O desempenho produtivo das porcas e leitegadas suplementadas com moduladores nutricionais avaliados através da ANOVA são apresentados na Tabela 6. Não houve correlação ($P>0,05$) entre os moduladores e o número total de leitões nascidos. Isso pode ser explicado devido ao tamanho da ninhada ser definido durante o primeiro mês de gestação (MOEHN et al., 2009). A partir dos 35 dias de gestação ocorre a ossificação dos fetos, e é nessa fase que o tamanho da leitegada é estabelecido, pois os fetos que não se implantaram, já foram reabsorvidos, e os que morreram após a ossificação serão contabilizados como natimortos ou mumificados (LIMA, 2010). A maioria dos estudos utilizados nessa meta-análise, tiveram o início da suplementação com os moduladores nutricionais na fase intermediária e final da gestação (superior a 30 dias), de modo que o tamanho da leitegada já fora determinado na fase inicial. É provável que o efeito aditivo dos moduladores nutricionais possa ser verificado quando adicionado na fase inicial da gestação.

	L-car, mg/	L-arg, %	Cr, ppm/d	pST, mg/d	Rac, ppm/d
Nº estudos	22	19	11	20	10
Leitões, n					
Total	0,287 ns	0,696 *	-	0,027 ns	-0,395 ns
Vivos	0,401 *	-0,270 ns	0,552 **	-0,053 ns	-0,166 ns
Mortos	0,227 ns	0,369 ns	0,093 ns	0,308 ns	0,318 ns
Mumificados	-0,619 ns	0,258	-	0,450 ns	0,177 ns
Desmamados	-	-0,370 ns	0,704 ns	0,985 ***	-0,130 ns
Peso ao nascer, kg	0,973 ***	0,565 **	0,065 ns	0,448 **	0,279 ns
Peso ao desmame, kg	-	-0,707 ns	-0,896 ns	0,067ns	0,184 ns

Lcar: L-carnitina, L-arg:L-arginina, Cr:cromo, Rac:Ractopamina, pST:somatotropina

Correlação: $P<0,05$ *, $P<0,01$ **, $P<0,001$ ***, ns:não significativo.

Tabela 5. Correlações entre as variáveis de desempenho das leitegadas de porcas suplementadas com os moduladores nutricionais durante a gestação e lactação.

Foi observada uma correlação positiva (0,696; $P<0,05$) entre o número de leitões nascidos totais e a suplementação de L-arginina. Esse fenômeno pode ser observado porque a arginina é utilizada em diversas vias metabólicas, como por exemplo a síntese de óxido nítrico e poliaminas, que são essenciais ao crescimento placentário e à angiogênese, aumentando a disponibilidade de nutrientes para os fetos,

diminuindo a mortalidade embrionária e conseqüentemente aumentando o número de leitões nascidos por parto (ALMEIDA, 2009). Estudos realizados por Che et al., (2013) onde utilizaram arginina dos 30 aos 90 e dos 20 aos 114 dias de gestação, observaram uma diminuição no número de leitões natimortos, e o aumento no peso dos leitões nascidos vivos.

Uma correlação positiva forte (0,985; $P < 0,001$) foi encontrada entre o número de leitões desmamados e a administração de somatotropina nas porcas durante a gestação. As médias encontradas indicam que a administração da somatotropina aumentou em 9,01 % o número de leitões desmamados em relação ao controle. Kelley et al., (1995) observou em seu estudo utilizando somatotropina, que além de aumentar o peso dos leitões, o tratamento com pST nas porcas durante a gestação é capaz de afetar o número de leitões desmamados bem como o desenvolvimento dos mesmos após o desmame.

A suplementação com L-carnitina e cromo tem correlação positiva ($P < 0,05$) com o número de leitões nascidos vivos. Os valores médios observados nessa meta-análise confirmam que L-carnitina e cromo podem aumentar o número de leitões nascidos vivos em 2,30 % e 4,73 % respectivamente (Tabela 6). A L-carnitina é responsável pelo transporte e β -oxidação dos ácidos graxos para gerar adenosina trifosfato (ATP), melhorando a utilização de energia (COSTA et al., 2012), pois tem a capacidade de alterar a partição da energia e o fluxo de nutrientes em nível placentário e tecidual (BELLAVIER et al., 2000) proporcionando uma melhor nutrição intrauterina, influenciando positivamente na sobrevivência dos leitões. O cromo tem potencial para aumentar a taxa de crescimento, melhorar a eficiência alimentar das porcas (LINDEMANN et al., 1995) e aumentar o tamanho da leitegada e a sobrevivência dos leitões (HAGEN et al., 2000).

O número de leitões nascidos mortos e mumificados não apresentou diferenças significativas nessa meta-análise ($P > 0,05$). Houve uma correlação positiva fraca ($P < 0,05$) com o peso dos leitões ao nascer e a suplementação com L-carnitina, L-arginina e somatotropina. As médias encontradas nesse estudo confirmam que a L-carnitina (1,53;1,45), arginina (1,44;1,40) e somatotropina (1,49;1,46) proporcionaram leitões mais pesados ao nascimento (Tabela 5). Ramanau et al. (2004) utilizando L-carnitina, mostraram que esse aditivo pode melhorar o desempenho reprodutivo das porcas e aumentar o peso dos leitões ao nascer, isso pode ser explicado pelo fato desse aditivo promover o aumento da expressão da proteína ligante de IGF 5 e 3 no

endométrio, e esse processo influencia positivamente o crescimento, desenvolvimento da musculatura e síntese de proteínas do feto (BROWN et al., 2007).

Tabela 6. Desempenho produtivo das porcas suplementadas com moduladores nutricionais durante a gestação e lactação.

	L-carnitina			L-arginina			Cromo			Somatotropina			Ractopamina		
	Sem	Com	Dpr (P)	sem	com	Dpr/P	sem	com	Dpr/P	sem	com	Dpr/P	sem	com	Dpr/P
Leitões, n															
Totais	12,01	11,95	6,29 ns	14,22	14,31	2,14 ns	11,62	11,83	-	11,60	11,50	9,86 ns	12,92	12,65	-
Vivos	11,00	11,26	3,07*	13,31	13,12	4,28 ns	10,05	10,55	4,71 ***	10,47	10,26	5,27 ns	12,24	11,65	5,50 ns
Mortos	0,67	0,81	134 ns	1,22	2,28	54,01 ns	1,08	1,09	8,53 ns	0,96	1,06	34,27 ns	1,77	2,54	58,20 ns
Mumificados	5,23	5,26	8,34 ns	6,04	4,17	10,78 ns	0,37	0,29	-	0,18	0,25	61,20 ns	3,37	3,50	48,47 ns
Desmamados	-	-	-	10,18	10,34	0,713 ns	7,47	7,96	8,73 ns	7,87	8,65	0,399 ***	9,70	9,49	7,99 ns
PV, nasc kg	1,45	1,53	0,871 ***	1,40	1,44	2,63 **	1,40	1,45	3,79 ns	1,46	1,49	4,05 **	1,62	1,64	4,56 ns
PV, desm, kg	-	-	-	8,72	8,70	0,647 ns	5,47	5,19	-	7,55	7,87	2,95 ns	6,05	6,13	5,65 ns

Dpr: Desvio padrão residual, P<0,05*, P<0,01**, P<0,001***, ^{ns} não significativo

PV, nasc: peso vivo ao nascimento, PV, desm: peso vivo ao desmame.

Por meio dessa meta-análise pode ser observado que nem sempre as exigências nutricionais das porcas são atendidas, e essa carência nutricional pode afetar o desempenho produtivo das porcas e também o mecanismo de ação dos moduladores nutricionais. Além disso à falta de exploração nos estudos, principalmente quanto à condição corporal das porcas, sendo essas características de vital importância para a recomendação ou não do uso dos moduladores. Foi observado uma carência de estudos dos moduladores nutricionais para porcas em lactação. Estudos na fase de lactação seriam muito importantes para observar se os moduladores nutricionais influenciam na produção de leite, recuperação das reservas corporais, e no desempenho subsequente das porcas. Sendo assim a realização de novos estudos com o uso de L-carnitina, L-arginina, cromo e somatotropina para porcas gestantes, mensurando condição corporal e estudos com porcas lactantes precisam ser conduzidos para auxiliar na tomada de decisão para o uso dos moduladores nutricionais.

4. Conclusões

Os estudos sobre o uso de moduladores nutricionais encontrados na literatura são pouco explorados quanto a condição corporal e nutricional, o que impossibilita conclusões sobre o uso adequado destes aditivos para ajustes nutricionais em porcas gestantes e lactantes. Entretanto, os moduladores nutricionais L-carnitina, L-arginina, cromo e somatotropina melhoram o desempenho produtivo das porcas e de suas leitegadas.

6.Referências

ALMEIDA, F. R. C. L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leitão ao nascer Sow. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supl 1, p. 31–34, 2009.

ANDRES, C.J. et al. **Influence of daily injections of porcine somatotropin on growth, puberty, and reproduction in gilts.** *Journal of Animal Science*, p. 3754–3761, 1991.

BASS, B.E. et al. Influence of dietary L-arginine supplementation to sows during late gestation on sow and litter performance during lactation. **Journal of Animal Science**, p. 24–25, 2014.

BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. **Congresso Mercosur de Producción Porcina**, p. 56–78, 2000.

BÉRARD, J.; BEE, G. Effects of dietary l-arginine supplementation to gilts during early gestation on foetal survival, growth and myofiber formation. **Animal**, v. 4, n. 10, p. 1680–1687, 2010.

BIRKENFELD, C. et al. Effect of l-carnitine supplementation of sows on l-carnitine status, body composition and concentrations of lipids in liver and plasma of their piglets at birth and during the suckling period. **Animal Feed Science and Technology**, v. 129, n. 1–2, p. 23–38, 2006.

BROWN, K. R. et al. Effects of feeding L-carnitine to gilts through day 70 of gestation on litter traits and the expression of insulin-like growth factor system components and L-carnitine concentration in foetal tissues. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, n. 6, p. 660–667, 2008.

BROWN, K. R. et al. Growth characteristics, blood metabolites, and insulin-like growth factor system components in maternal tissues of gilts fed L-carnitine through day seventy of gestation. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 7, p. 1687–1694, 2007.

BROWN, K. R. et al. Influence of l-carnitine on growth and plasma igf-i from gilts harvested at three gestation lengths 1. **Swine Research**, p. 12–17, 2005.

CASTILLO,G. R. F. et al. Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas. **Revista Agraria - Nueva Epoca - Año I**, v. 1, n. 3, p. 6–11, 2004.

CHE, L. et al. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 167–175, 2013.

COSTA, E.M.S.et., al. Carnitina na nutrição de aves e suínos. **PUBVET**, v. 6, p. 1–15, 2012.

CROMWELL, G. L. et al. Recombinant porcine somatotropin for sows during late gestation and throughout lactation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 5, p. 1404–1416, 1992.

DALLANORA, D. et al. Effect of dietary amino acid supplementation during gestation on placental efficiency and litter birth weight in gestating gilts. **Livestock Science**, v. 197, n. January, p. 30–35, 2017.

DERSIMONIAN R, LAIRD N. Meta-Analysis in Clinical Trials. **Elsevier Science**, 1986.

DOBERENZ, J. et al. Effects of L-carnitine supplementation in pregnant sows on plasma concentrations of insulin-like growth factors, various hormones and metabolites and chorion characteristics. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, n. 11–12, p. 487–499, 2006.

DOBERENZ, J. et al. The foetus receives more nutrients with L- carnitine. **International Pig Topics**. v.20, n.8, p. 15-17, 2005.

DRITZ, M. D. T. et al. Effects of chromium picolinate on body composition. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 35, n. 4, p. 273–280, 1999.

EDER, K.; RAMANAU, A.; KLUGE, H. Effect of L-carnitine supplementation on performance parameters in gilts and sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, n. 3–4, p. 73–80, 2001.

EDER, K., et al. Effect of Dietary L-Carnitine Supplementation on the performance of sows. **Lohann Information**, n. 26, p. 5–8, 2002.

FERREIRA, R.A. Suinocultura: Manual prático de criação. Viçosa: **Aprenda fácil**, p.443, 2012.

FONSECA, L. **Arginina na nutrição de matrizes suínas gestantes e seus efeitos sobre a progênie**.2016, 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

GAO, K. et al. Dietary l-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. **Amino Acids**, v. 42, n. 6, p. 2207–2214, 2012.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Effects of ractopamine and arginine dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2872–2884, 2015.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Improved progeny performance and muscle fiber diameter with the utilization of ractopamine and arginine for sows. **VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal**, p. 1-2, 2014.

GATFORD, K. L. et al. Maternal low-dose porcine somatotropin treatment in late gestation increases progeny weight at birth and weaning in sows but not in gilts. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 5, p. 1428–1435, 2012.

GATFORD, K. L. et al. Maternal responses to daily maternal porcine somatotropin injections during early-mid pregnancy or early-late pregnancy in sows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 1365–1378, 2010.

GATFORD, K. L. et al. Responses to maternal GH or ractopamine during early-mid pregnancy are similar in primiparous and multiparous pregnant pigs. **Journal of Endocrinology**, v. 203, n. 1, p. 143–154, 2009.

GATFORD, K. L. et al. Long-term, but not short-term, treatment with somatotropin during pregnancy in underfed pigs increases the body size of progeny at birth. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 93–101, 2004.

GOIHL, J. Ractopamine, arginine. **Feedstuffs** p.1, 2015.

HAGEN, C. D. et al. Effect of dietary chromium tripicolinate on productivity of sows under commercial conditions. **Swine Health and Production**, v. 8, n. 2, p. 59–63, 2000.

HARKINS, M. et al. Effect of recombinant porcine somatotropin on lactational performance and metabolite patterns in sows and growth of nursing pigs. **Journal of animal science**, v. 67, n. 8, p. 1997–2008, 1989.

HIGGINS, J.P.T, GREEN S. **Cochran handbook for systematic reviews of interventions**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2008.

HIGGINS J. P.T, THOMPSON S.G, DEEKS J.J, ALTMAN D.G. Measuring inconsistency in meta-analyses. **BMJ**, v.327, p. 557-560, 2003.

HOSHI, E. H. **Ractopamina em porcas gestantes: efeitos nos parâmetros reprodutivos, na placenta, na hiperplasia muscular fetal e no desempenho da progênie**. 2008, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

HOSHI, E. H. et al. Effects of the use of ractopamine in pregnant sows on reproductive and blood parameters. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 3, n. 2, p. 213–219, 2005a.

HOSHI, E. H. et al. Muscle fiber number and growth performance of pigs from sows treated with ractopamine. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 10, p. 1492–1497, 2005b.

JACOBS, S. Practical experiences with L-carnitine. **Lohman Information International**, n. 26, p. 1–4, 2002.

KELLEY, R. L. et al. Maternal treatment with somatotropin alters embryonic development and early postnatal growth of pigs. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 12, n. 1, p. 83–94, 1995.

KEMIN, I. The Effect of Chromium Propionate on Piglets and Sows in a Commercial Swine Herd. **Technical Literature**, p. 4–7, 2011.

KIM, S.; WU, G.; BAKER, D. H. Ideal protein and dietary amino acid requirements for gestating and lactating sows. **Pig News and Information**, v. 26, n. 4, p. 89-99, 2005.

KIM, S.W.; MATEO, R.D.; YIN, Y.L.; WU, G. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets, Asian-Aust. **Journal of Animal Science**, v. 20, pp. 295-306, 2007.

KIRKWOOD, R.N, et al. The influence of growth hormone injections either pre- or post- breeding on theieproductive performance of sows and gilts. v. 265, n. June, p. 259–265, 1993.

KLINDT, J. Influence of litter size and creep feeding on preweaning gain and influence of preweaning growth on growth to slaughter in barrows. **Journal of Animal Science**. p. 2434–2439, 2003.

KLUGE, H. et al. Supplementation of Sows with L-Carnitine during Pregnancy and Lactation Improves Growth of the Piglets during the suckling Period Through Increased Milk Production. **Journal of Nutrition**, v. 20, n. 8, p. 19–20, 2005.

KUHN, G. et al. Growth and carcass quality of offspring in response to porcine somatotropin (pST) treatment of sows during early pregnancy. **Livestock Production Science**, v. 85, n. 2–3, p. 103–112, 2004.

LAMBERT, B. D. et al. The Effects of Feeding Ractopamine Hydrochloride To Show-type Gilts On Growth Characteristics and Reproductive Performance Reproductive Performance order to maximize production. **The Texas Journal of Agriculture and**

Natural Resource, n. 21, p. 50-59, 2008.

LANFERDINI, E. **Estudos meta-analíticos de indicadores produtivos em suinocultura**. 2016, 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LEMES, M. A. G. **Arginina para matrizes suínas primíparas em lactação**. 2016, 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LI, X. et al. Dietary supplementation with l-arginine between days 14 and 25 of gestation enhances embryonic development and survival in gilts. **Amino Acids**, v. 46, n. 2, p. 375–384, 2014.

LI, X. et al. Dietary Supplementation with 0.8 % L -Arginine between Days 0 and 25 of Gestation Reduces Litter Size in Gilts. **The Journal of Nutrition**, p. 1111–1116, 2010.

LIAO, C. W. et al. Effect of L-Carnitine Fed During Gestation and Lactation on Reproductive Performance of ttri black pig no.1 sows and litter performance. **Symposium COA/INRA Scientific Cooperation in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 197–200, 2006.

LIMA, D. **Dietas suplementadas com arginina para fêmeas suínas hiperprolíferas no período final da gestação e na lactação**. 2010, 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LINDEMANN, M. D. et al. A regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 2972–2977, 2004.

LINDEMANN, M. D. et al. Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 2, p. 457–465, 1995.

LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285–294, 2007.

MADEIRA, K. **Importância da heterogeneidade em meta-análises e acurácia da mesotelina no diagnóstico de câncer de ovário**. 2015, 98 f. Dissertação (Doutorado em Ciências da saúde) Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2015.

MAHAN D.C., CROMWELL G.L., EWAN R.C., HAMILTON C.R. & YEN J.T. Evaluation of the feeding duration of phase1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. **Journal of Animal Science**. 76: 578-583, 2009.

MARTINEAU, G. P.; BADOOUARD, B. Managing highly prolific sows. **Proceedings of the London Swine Conference**, n. April 2009, p. 14–30, 2009.

MATEO, R. D. et al. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 3, p. 652–656, 2006.

MATEO, R. D. et al. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 4, p. 827–835, 2007.

MELLOR, B. S. L-carnitine' s link to sow productivity. **Pig Progress**, p. 1–2, 2005.

MINITAB. User's guide meet Minitab 16. State College, 2010

MOEHN, S. et al. Phase feeding for pregnant sows. p. 4–10, 2009.

MOREIRA,H. R.R. **Arginina na nutrição de matrizes**.2014, 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras , Lavras, 2014.

MUSSER R.E, DRITZ S.S, GOODBAND R.D, et al., Additional L-carnitine in the gestating sow diet improves carcass characteristics of the offspring. **Swine Day**, p.37-40, 1999 a.

MUSSER R.E. et al.,The Effect of Dietary Lysine and Valine Fed During Lactation on Sow and Litter Performance 1 , 2. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1853–1860, 1999 b.

NEYELOFF, J. L.; FUCHS, S. C.; MOREIRA, L. B. Meta-analyses and Forest plots using a microsoft excel spreadsheet : step-by-step guide focusing on descriptive data analysis. n. **Mix**, 2012.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SWINE. Revised Edition. **The National Academic Press**, Washington, DC, USA, 2012.

OKERE, C. et al. Relationships between serum igf-i concentrations and piglet development : n. 97, p. 1403–1412, 1997.

ORTEGA, M. E. et al. Obstetric and neonatal outcomes to recombinant porcine somatotropin administered in the last third of pregnancy to primiparous sows. **Journal of Endocrinology**, v. 189, n. 3, p. 575–582, 2006.

OSAVA, C.F. **Desempenho produtivo de porcas.1- Efeito do tipo de alojamento na maternidade. 2- Efeito da suplementação de aminoácidos na gestação**.2011, 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

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

PÉREZ L. J.; TROTTIER, N. L. Effect of dietary arginine supplementation and environmental temperature on sow lactation performance. **Livestock Production Science**, v. 70, n. 1–2, p. 159–165, 2001.

PORTILLO, P.B. **Efecto del picolinato de cromo en la dieta sobre las características de la camada, comportamiento reproductivo y grasa dorsal en cerdas**. 2001, 31 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Autônoma de Baja Califórnia Sur, 2001.

QUESNEL, H. et al. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: Effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1445–1450, 2014.

RAMANAU, A. et al. Effects of dietary supplementation of l-carnitine on the reproductive performance of sows in production stocks. **Livestock Science**, v. 113, n. 1, p. 34–42, 2008.

RAMANAU, A. et al. Body composition, muscle fibre characteristics and postnatal growth capacity of pigs born from sows supplemented with L-carnitine. **Archives of Animal Nutrition**, v. 60, n. 2, p. 110–118, 2006.

RAMANAU, A.; KLUGE, H.; EDER, K. Effects of L-carnitine supplementation on milk production, litter gains and back-fat thickness in sows with a low energy and protein intake during lactation. **The British journal of nutrition**, v. 93, n. 5, p. 717–21, 2005.

RAMANAU, A. et al. Supplementation of sows with L-carnitine during pregnancy and lactation improves growth of the piglets during the suckling period through increased milk production. **The Journal of nutrition**, v. 134, n. 1, p. 86–92, 2004.

REAL, D. E. et al. Additive effects of L-carnitine and chromium picolinate on sow reproductive performance. **Livestock Science**, v. 116, n. 1–3, p. 63–69, 2008.

RODRIGUES, C.L , ZIEGELMANN, P.K. Metanálise: Um Guia Prático. **HCPA**, v.30, p.436-447, 2010.

ROSSI, C.A. et al. Metanálise da relação entre espessura de toicinho e variáveis corporais e reprodutivas de porcas gestantes e lactantes. **Ciência Rural**, p. 206–212, 2008.

ROSTAGNO, H. S.et.,al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3ªedição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.

SAUVANT, D., SCHMIDELY, P., DAUDIN, J.J., ST-PIERRE, N.R. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, v.2, p.1203-1214, 2008.

SAVOINI, G. et al. Effect of chromium yeast supplementation on performance, reproduction and immune function in pigs. **Annales de Zootechnie**, v. 47, n. 4, p. 273–278, 1998.

STERLE, J. A. et al. Effect of recombinant porcine somatotropin on fetal and placental growth in gilts with reduced uterine capacity. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 765–771, 2006.

STERLE, J. A. et al. Effects of recombinant porcine somatotropin on placental size, fetal growth, and IGF-I and IGF-II concentrations in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 2980–2985, 1995.

SOLÀ-ORIOU, D., GASA, J. Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets. **Animal Feed Science and Technology**, p. 1-19, 2016.

TERLOUW, S. L. et al. The effects of recombinant porcine somatotropin on reproductive function in gilts treated during the finishing phase. **Journal of Animal Science**, p. 4294–4298, 1991.

TIMSINA, M. P. et al. Effect of L-carnitine Supplementation in Gestating and Lactating Diets on Sow Performances. **Kasetsart Journal (Natural Science)** v. 477, p. 467–477, 2007.

TONER, M. S. et al. The effect of exogenous somatotropin on lactation performance of first-litter sows. **Journal of Animal Science**, p. 167–172, 1996.

TOUCHETTE, K.J.; ALLEE, G.L.; NEWCOMB, M.D. et al. The lysine requirement of lactating primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1091-1097, 1998.

URBAITYTE, R. et al. Urbaityte 2006 - Effect of dietary L-carnitine supplementation on sows performance.pdf. **Medycyna Wet**, v. 62, n. 5, p. 527–530, 2006.

WETTERE V., W. H. E. J.; PAIN, S. J.; HUGHES, P. E. Dietary ractopamine supplementation during the first lactation affects milk composition, piglet growth and sow reproductive performance. **Animal Reproduction Science**, v. 174, p. 87–92, 2016.

VIGNOLA, M. Sow feeding management during lactation. London Swine Conference. **Tools of the Trade**, p.107–117, 2009.

WAYLAN, A. T. et al. Effects of L-carnitine on fetal growth and the IGF system in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 8, p. 1824–1831, 2005.

WOODWORTH, J. C. et al. Dietary L-carnitine increases plasma leptin concentrations of gestating sows fed one meal per day. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 26, n. 1, p. 1–9, 2004.

YOUNG, M. G. et al. Influence of Carnichrome on the energy balance of gestating sows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 7, p. 2013–2022, 2004.