

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DO PERFIL LIPÍDICO DA  
CARNE DE BOVINOS DE CORTE**

**JÉSSICA MAGERO CANELLAS**

**PORTO ALEGRE**

**2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DO PERFIL LIPÍDICO DA**  
**CARNE DE BOVINOS DE CORTE**

**Autora: Jéssica Magero Canellas**

**Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências  
Veterinárias na área de Inspeção de Produtos  
de Origem Animal e Tecnologia.**

**Orientador: Profa. Dra. Liris Kindlein**

**Co-orientador: Prof. Dr. Júlio O. J. Barcellos**

**PORTO ALEGRE**

**2015**

CIP - Catalogação na Publicação

Canellas, Jéssica Magero  
Revisão sistemática e meta-análise do perfil  
lipídico da carne de bovinos de corte / Jéssica  
Magero Canellas. -- 2015.  
103 f.

Orientadora: Liris Kindlein.  
Coorientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,  
Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. bovinos de corte. 2. meta-análise. I.  
Kindlein, Liris, orient. II. Jardim Barcellos, Júlio  
Otávio, coorient. III. Título.

**JÉSSICA MAGERO CANELLAS**

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DO PERFIL LIPÍDICO DA  
CARNE DE BOVINOS DE CORTE**

Aprovado em: 27 de março de 2015

APROVADO POR:

---

Prof. Dr. Liris Kindlein

Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof. Dr. Edson Talamini

Membro da Comissão

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Guiomar Pedro Bergmann

Membro da Comissão

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Clóvis e Nilcéia por todos os anos de dedicação e carinho. Os ensinamentos, os conselhos, o amor e o respeito passados são responsáveis pela minha formação.

Ao meu marido, Leonardo, pelo companheirismo e pela simplicidade, sempre compartilhados.

Agradeço a toda equipe do CEPETEC, pós-graduandos e estagiários, que auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Aos professores Guiomar Bergmann, Susana Cardoso e, em especial, à Professora Liris Kindlein pela orientação e pelos conhecimentos transmitidos.

Muito obrigada.

## RESUMO

A presente pesquisa objetivou avaliar a influência do sistema de alimentação, região de produção e/ou grupo genético sobre o perfil lipídico da carne de bovinos de corte através de uma sistematização e meta-análise de resultados publicados. Foram utilizados de forma agregada dados de 571 animais provenientes de nove trabalhos. As informações relacionadas à metodologia e aos resultados de cada trabalho foram tabuladas em planilha Microsoft Excel, constituindo a sistematização dos dados. Foi realizada uma meta-análise de subgrupos com co-variáveis qualitativas, modeladas através do software STATA. Os Subgrupos foram organizados da seguinte forma: Região de Produção (RP): América do Sul e Europa; Sistema de Alimentação (SA): Pasto, Concentrado e Suplementação; e Grupo Genético (GG): Britânica, Continental, Cruza Taurina, Crioula e Sintética. A análise conjunta dos trabalhos revisados demonstrou não existir influência entre diferentes grupos genéticos e regiões de terminação no teor lipídico da carne de bovinos de corte ( $p > 0,05$ ). Somente no Subgrupo SA para ômega-3 houve significância ( $p = 0,0002$ ), indicando que a alimentação a pasto pode influenciar na obtenção de maiores teores de ácidos graxos da família ômega -3 na porção intramuscular da carne dos animais. A identificação da composição lipídica da carne de bovinos com diferentes características extrínsecas contribui para o conhecimento dos fatores relevantes da formação dos ácidos graxos de interesse à saúde humana. O uso de informações agrupadas por meio de revisão sistemática e meta-análise constitui uma forma importante para elucidar questões ainda inconclusivas, porém a solidez metodológica e clareza dos dados foram identificadas como limitações desse tipo de análise.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, sistemas de alimentação, região de produção, grupo genético

## **ABSTRACT**

*This research aimed to systematize the results of fatty acid content in the meat of animals of different genetic groups, produced in different geographic regions and under different feeding systems, and analyze them through a meta-analysis approach. Data from 571 animals from nine studies were used. Information regarding the methodology and results of each study were tabulated in a Microsoft Excel spreadsheet, constituting the data systematization. A meta-analysis of subgroups with qualitative covariates, modeled using STATA software was performed. Subgroups were organized as follows: Region of Production (RP): South America and Europe; Feeding System (FS): Pasture, Pasture + Supplementation and Concentrated Feed; and Genetic Group (GG): British, Continental, Taurine Crossbreed, Creole and Synthetic. Analysis of the reviewed studies showed no influence of different genetic groups and fattening regions in the fat content of beef cattle meat. Only Subgroup SA to omega-3 was significant ( $p = 0.0002$ ). Exclusive pasture feeding can influence the attainment of higher fatty acid content omega-3 family in the intramuscular portion of animal meat. The identification of the lipid composition of bovine meat of different extrinsic characteristics contributes significantly to knowledge of the relevant factors for the synthesis of fatty acids related to human health. Use of aggregate information by performing systematic review and meta-analysis is an important way to elucidate inconclusive issues, but the methodological soundness and clarity of data were identified as limitations of this method.*

*Key-words: fatty acids, power systems, production region, genetic group*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma da revisão sistemática realizada .....	35
Figura 2 -	<i>Florest Plot</i> representando a influência do Subgrupo Sistemas de Alimentação sobre o teor de Ômega-3.....	46



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistematização de dados de composição de ácidos graxos da carne de bovinos de corte utilizado para a meta-análise, considerando Região de Produção, Grupo Genético e Sistema de Alimentação.....	42
Tabela 2 - Resultados gerados na meta-análise com as medidas de efeitos totais por subgrupo, intervalos mínimo e máximo e variação da heterogeneidade entre os estudos ( $I^2$ ).....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DHA	Ácido Docosaheptaenoico
EPA	Ácido Eicosapentaenoico
GG	Grupo Genético
n-3	Ácidos graxos da família Ômega-3
n-6	Ácidos graxos da família Ômega-6
n-3/n-6	Relação entre ácidos graxos Ômega-3 e Ômega-6
PUFA	Ácidos Graxos Poli-insaturados
P/S	Relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados
RP	Região de Produção
SA	Sistema de Alimentação
SFA	Ácidos Graxos Saturados

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
	<b>2.1 Fatores ligados à produção que influenciam na qualidade da carne bovina</b> .....	<b>13</b>
	2.1.1 Raça, sexo e idade .....	<b>13</b>
	2.1.2 Sistemas de produção, alimentação e região .....	<b>17</b>
	<b>2.2 Composição lipídica da carne</b> .....	<b>22</b>
	<b>2.3 Revisão sistemática e meta-análise</b> .....	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO: Perfil lipídico da carne de bovinos de corte: revisão sistemática e meta-análise</b> .....	<b>30</b>
	<b>Introdução</b> .....	<b>32</b>
	<b>Material e Métodos</b> .....	<b>34</b>
	<b>Resultados e Discussão</b> .....	<b>38</b>
	<b>Conclusões</b> .....	<b>50</b>
	<b>Referências</b> .....	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>
	<b>ANEXO A - Resumo das análises estatísticas realizadas</b> .....	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O comércio mundial de carnes é um setor em ampla ascensão, com estimativas de crescimento na ordem de 22% até o ano de 2023. Além disso, o consumo de carnes no mundo deve aumentar 1,9% por ano, sendo que os embarques dos principais exportadores deverão crescer 2,2% ao ano no mesmo período (USDA, 2013). Apesar das estimativas, o setor cárneo bovino e todo o mercado que envolve a produção de carnes devem atentar-se às expectativas do mercado consumidor. Produtos com qualidade, sanidade, teor de gordura e valor nutricional desejado pelo mercado consumidor são imprescindíveis para melhorar a organização e consolidar o crescimento do setor.

A carne bovina é um alimento composto por aminoácidos essenciais, além de componentes bioativos, incluindo o ferro, o zinco e vitaminas do complexo B. Entretanto, existe uma grande variação química e física nos componentes da carne, os quais são atribuídos a fatores intrínsecos como raça, sexo, idade dos animais e posição anatômica do corte; e fatores extrínsecos como sistemas de produção, alimentação animal e processamento pré-abate e pós-abate (KRAFT *et al.*, 2008). A composição lipídica da carne reflete as características organolépticas e de vida-de-prateleira devido ao grau de saturação dos ácidos graxos presentes na carne, refletindo na qualidade final do produto, bem como na estabilidade da gordura durante seu armazenamento (WOODS *et al.*, 2009).

Com o avanço tecnológico e o acesso rápido à grande quantidade de informações, o consumidor moderno está mais exigente em relação à nutrição e ao aspecto sanitário dos alimentos e, mais importante, aos possíveis efeitos de determinados alimentos ou nutrientes à saúde humana. Na década passada, o consumo de carne bovina foi mencionado como um dos principais fatores desencadeadores de doenças cardiovasculares, obesidade, hipertensão ou câncer (WOOD *et al.*, 2003). Estes efeitos foram relacionados com o tipo de gordura presente na carne, a qual tem uma elevada concentração de ácidos graxos saturados (SFA) e uma menor relação de ácidos graxos poli-insaturados / saturados (P/S), quando comparada com o perfil lipídico da carne de animais monogástricos (DE SMET *et al.*, 2004).

Evidências sugerem que ácidos graxos específicos têm efeitos benéficos sobre a saúde humana, os quais poderiam contribuir para a prevenção de muitas doenças crônicas em seres humanos (GIVENS *et al.*, 2006). A crescente conscientização da necessidade de dietas que contenham altos níveis de ácido graxo linoleico conjugado focou a relevância da presença de carne vermelha na dieta humana, podendo ser considerada uma importante fonte deste ácido graxo (SIMOPOULUS *et al.*, 2006).

Nos últimos anos houve um grande interesse no desenvolvimento de estratégias na nutrição animal visando refletir na composição de ácidos graxos na carne de bovinos (WILLIAMS, 2000). Entretanto, a cadeia de produção de bovinos de corte ainda apresenta problemas em sua organização, resultando em grandes dificuldades na padronização dos produtos ofertados, principalmente no que se refere à produção primária. Os diferentes sistemas de produção e de alimentação utilizados nas diferentes regiões do mundo refletem na composição centesimal da carne, em especial ao componente lipídico, dificultando a padronização do produto final. Segundo Kouba & Mourot (2011), alterações nas dietas de bovinos influenciam a composição de ácidos graxos da carne. Desta forma, a oportunidade de redução dos ácidos graxos saturados na carne através da escolha de dietas e raças que depositem menor teor destes ácidos tem provocado um aumento no número de estudos sobre o assunto (WOOD *et al.*, 2003; DE SMET *et al.*, 2004; DE LA TORRE *et al.*, 2006).

Uma série de questões paradoxais existe em torno do tema gordura animal. Estas incluem diferenças no conteúdo de gordura na carcaça e na composição de diferentes espécies de animais criados e alimentados em diferentes sistemas de produção, preferências por parte dos processadores e varejistas por determinados tamanhos da carcaça, pesos, composição e qualidade da gordura, além de atributos da carne e gordura relacionados à saúde e atributos de qualidade percebidos pelos consumidores (WEBB *et al.*, 2008).

Assim, o presente trabalho objetivou sistematizar os resultados dos teores de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos, produzidos em diferentes regiões e submetidos a diferentes sistemas de alimentação, e analisá-los utilizando a meta-análise.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fatores ligados à produção que influenciam a qualidade da carne bovina

A qualidade de um produto pode ser entendida como o conjunto de atributos (ou características) desejáveis para um grupo de consumidores, como as exigências relacionadas a produtos seguros, nutritivos e saudáveis, buscando assim uma experiência que corresponda às suas expectativas (VERBEKE *et al.*, 2010). Além da qualidade da carne, baseada em fatores intrínsecos (cor, frescor e gordura visível) e extrínsecos (preço, denominação de origem e apresentação), a experiência ao degustar os produtos cárneos (sabor, maciez e suculência) também é importante (ACEBROAN E DOPICO, 2000). Pesquisas com consumidores sobre qualidade de carne têm demonstrado que o atributo mais importante na determinação da aceitabilidade é a maciez. No entanto, estudos realizados na Europa demonstraram que a percepção de qualidade tem aumentado com a aparência e o frescor, em contrapartida quanto maior a quantidade de gordura visível menor a percepção de qualidade do produto (VERBEKE & WARD, 2006). Segundo Banovic *et al.* (2009), a experiência de comer carne mais tenra e com quantidade de gordura presente não exerceu efeito significativo no sabor. Portanto, há uma relação descontraída entre expectativa de qualidade e desempenho de qualidade, uma vez que é difícil prever os parâmetros sensoriais que determinam a satisfação de comer.

Além das características organolépticas, o consumidor moderno tem apresentado interesse em conhecer a origem do produto cárneo, bem como características qualitativas de diferentes grupos genéticos (THOMPSON, 2002).

Muitos fatores influenciam a qualidade da carcaça e da carne de ruminantes, podendo ser categorizados em: fatores endógenos diretamente ligados ao animal (raça, idade, sexo, etc.) e fatores exógenos (dieta, sistemas de produção, alimentação, região, procedimentos de abate, etc.) ou ambientais.

#### 2.1.1 Raça, sexo e idade

Nos bovinos, as diferenças genéticas entre as raças são significativas para a maioria dos atributos de qualidade da carne, principalmente a maciez, para a qual as

diferenças entre raças podem ser mais facilmente exploradas do que dentro das próprias raças, visto que é muito mais fácil identificar raças excepcionais do que animais excepcionais para esta característica.

O papel da raça no desenvolvimento do sabor é controverso. Muitas vezes, é assumido que raças de corte tradicionais, como Aberdeen Angus têm carne com melhor sabor e animais de raças leiteiras o pior, embora haja trabalhos contraditórios (VATANSEVER *et al.*, 2000; DANNENBERGER *et al.*, 2004). Utilizando novilhos de raças puras para estudar o efeito da taxa de crescimento, Sinclair *et al.* (2001) concluíram que animais da raça Aberdeen Angus tiveram uma pequena vantagem de maciez sobre a raça leiteira Holandês. Animais da raça Charolês foram intermediários e apresentaram vantagens em termos de suculência, sabor e aceitação global em comparação as outras raças. A força média de cisalhamento e a variação no vigor aumentam com o crescimento no percentual de herdabilidade de *Bos Indicus* (THOMPSON, 2002).

A seleção de raças de bovinos de corte ou combinações de raças tem sido tradicionalmente baseada no desempenho de crescimento, mercado pretendido, adaptabilidade climática e preferência pessoal do produtor, deixando de lado aspectos relacionados ao valor nutricional da carne (SEXTEN *et al.*, 2011). Além disso, a maioria das composições de ácidos graxos da carne de bovinos apresentadas na literatura é originada de raças com uma grande diversidade de dietas, idades, sexos, sítios anatômicos de amostragem, entre outros (DE SMET *et al.*, 2004). No entanto, para estimar a composição de ácidos graxos, é necessário que o trabalho seja realizado a partir de um sistema de produção típico para cada raça. De acordo com Buchanan *et al.* (2013), a contribuição genética para a variação na composição de ácidos graxos oferece uma oportunidade para uma possível melhoria nessa característica por meio de seleção genética.

Os fatores genéticos têm sido pouco investigados, embora alguns estudos tenham relatado diferenças na composição de ácidos graxos entre raças, os quais podem ser estimados pela herdabilidade e correlações genéticas (LABORDE *et al.*, 2001; PITCHFORD, 2002; INDURAIN *et al.*, 2010). Segundo Muchenje *et al.* (2009), esta diferenças entre raças muitas vezes pode ser explicada pelas diferenças na proporção de gordura intramuscular como a razão entre ácidos graxos poli-insaturados / saturados.

Animais de raças de corte e maturação tardia depositam mais músculo em comparação à quantidade de gordura em comparação com raças leiteiras ou de

maturação precoce. Uma menor quantidade de gordura intramuscular pode ser prejudicial para o sabor, especialmente em animais jovens, abatidos aos 15-18 meses de idade (DI MARCO, 1998). Chambaz *et al.* (2003), comparando a carne de novilhos Angus, Simmental, Charolês e Limousin, encontraram uma média de 3,25% no teor de ácidos graxos da porção intramuscular. Os coeficientes de variação foram de 27, 21, 25 e 21% para Angus, Simmental, Charolês e Limousin, respectivamente. Esses autores também mostraram que animais Angus foram os mais jovens no momento do abate e os que obtiveram crescimento mais rápido. Animais da raça Limousin foram os mais velhos no abate e de crescimento mais lento, no entanto, estas duas raças produziram carne mais macia comparando às outras duas raças (Simmental e Charolês).

Aldai *et al.* (2007) avaliaram touros jovens das raças europeias Austuriana de los Valles (AV) e Austuriana de La Montaña (AM), diferenciando-as pelo gene da hipertrofia muscular. Os animais foram classificados em quatro grupos: 24 AV (mh/mh), 26 AV (mh/+), 25 AV (+/+) e 25 animais AM, os quais não apresentam mutação responsável para musculatura dupla. Todos receberam alimentação concentrada. Animais com musculatura dupla apresentaram a menor percentagem de SFA (40,8%,  $p < 0,05$ ) enquanto animais AM tiveram os maiores valores (49,8%). Em relação ao MUFA, em animais mh/mh a percentagem total foi inferior (26,4%) do que nos outros genótipos (média 35,6%). Considerando a composição de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) e n-3 na carne, os animais com musculatura dupla apresentaram os maiores valores (32,2%, e 2,5%, respectivamente) e animais AM os menores (13,6% e 1,2%, respectivamente). Quando o grupo n-6 foi analisado, o maior percentual foi em animais com musculatura dupla (29,4%). Nas relações P/S e n-3/n-6, os animais mh/mh apresentaram os valores mais altos (0,81% e 14,8% respectivamente) enquanto nos outros genótipos 0,33% para P/S e 10,0% para n-3/n-6.

Em trabalho realizado por BURES *et al.* (2006), animais da raça Aberdeen Angus, Charolês, Simmental, e Hereford foram utilizados em dois experimentos de engorda com o objetivo de determinar as diferenças raciais no teor de ácidos graxos intramuscular dos animais. Os conteúdos de lipídios foram maiores na carne de animais da raça Aberdeen Angus e Hereford ( $p < 0,05$ ) em relação aos animais da raça Charolês e Simmental. Os ácidos graxos saturados totais foram de 51,43; 53,30; 48,87 e 50,68 % para Aberdeen Angus, Charolês, Simmental e Hereford, respectivamente. Animais da raça Charolês apresentaram menor teor de ácidos graxos monoinsaturados totais em relação aos animais Aberdeen Angus ( $p < 0,05$ ), Simmental e Hereford ( $p < 0,01$ ).



O sexo dos animais é outro fator importante que contribui para as variações nas características de qualidade da carne, pois afeta o desenvolvimento muscular e a deposição de gordura na carcaça (PURCHAS *et al.*, 2008). Comparativamente, machos castrados e novilhas produzem carne com maior maciez, gordura intramuscular, além de melhores características sensoriais em relação a carne de touros (VELIK *et al.*, 2013).

Proporções musculares e ósseas, assim como deposição de gordura e peso dos animais podem ser fortemente influenciadas pelo gênero. Fêmeas iniciam a fase de deposição de gordura com pesos menores em comparação a machos castrados e estes com pesos menores que machos inteiros. Entretanto, machos inteiros ganham peso mais rapidamente e podem apresentar melhor conversão alimentar (DI MARCO, 1998; DE SMET *et al.*, 2004). Malau-Aduli *et al.* (1997) encontraram grandes diferenças no teor de ácidos graxos entre novilhos e novilhas de sobreano alimentadas a pasto. Além disto, a razão de ácidos graxos poli-insaturados/saturados foi de 0,27 para novilhos e 0,54 para as novilhas.

Monteiro *et al.* (2006), avaliando a influência da castração sobre a composição de ácidos graxos da gordura intramuscular de animais da raça Mertolenga alimentados a pasto, relataram que touros e novilhos apresentaram níveis semelhantes ( $p > 0,05$ ) de gordura na carcaça (8,9% e 9,0%), assim como os resultados para o teor de gordura intramuscular total (3,3% e 3,7%). Entretanto, os machos inteiros apresentaram valores maiores ( $p < 0,05$ ) para as razões P/S e  $n\ 6 / n\ 3$ , indicando que a castração tem efeito sobre o teor de ácidos graxos na gordura intramuscular.

Diferenças na maturidade ou idade ao abate também podem contribuir para as variações encontradas na deposição de gordura e, conseqüentemente, nos parâmetros de qualidade da carne. Nurnberg *et al.* (1999) estudaram a composição de ácidos graxos intramuscular em três diferentes raças de bovinos (Holstein Belgian, Galloway e White-blue Belgian) durante o crescimento. O crescimento dos animais até o abate (24 meses) foi acompanhado por um aumento no teor de gordura intramuscular e um aumento contínuo na proporção de ácidos graxos saturados. Com 18 meses de idade, os animais da raça White-blue Belgian apresentaram a menor quantidade de gordura subcutânea (1,4%), enquanto que touros da raça Galloway apresentaram 3,7%. O percentual de ácidos graxos poli-insaturados no músculo *longissimus dorsi* dos animais White-blue Belgians aos 24 meses de idade foi de 27%, enquanto que animais da raça Galloway e Holstein Belgian apresentaram 4% e 7%, respectivamente. Na mesma idade, a maior proporção de ácido graxo saturado foi observada nos animais Galloway (52%),

enquanto que animais White-blue Belgians apresentaram a menor proporção (41%). O teor de ácido graxo intramuscular ômega 3 dos animais da raça Galloway e Belgian Blue aos 18 meses de idade foi de 2,65% e 2,9%, respectivamente.

Em outro estudo, Wood *et al.* (2008) investigaram a influência da idade nas concentrações de ácidos graxos do tecido adiposo de novilhos Aberdeen Angus e relataram um aumento na proporção de ácidos graxos monoinsaturados com o aumento da idade de abate. Warren *et al.* (2008), examinando o efeito da raça (Aberdeen Angus e Holstein-Friesian) e da dieta (silagem e concentrado) sobre o teor lipídico da carne dos animais, também observaram influência na idade de abate dos animais (14, 19 e 24 meses) em relação à concentração de ácidos graxos. Os autores observaram que, na medida em que os animais ganhavam peso, os teores de triglicerídeos aumentavam no músculo dos bovinos. A proporção de fosfolipídios em relação aos lipídios totais decresceu de 30% aos 14 meses, para 12% aos 24 meses. Estes decréscimos foram acompanhados por um aumento na proporção de ácidos graxos monoinsaturados e uma diminuição na proporção dos poli-insaturados n-6 nos lipídios totais.

### 2.1.2 Sistemas de produção, alimentação e região

Historicamente, a maior parte da carne produzida até 1940 foi originada de animais terminados a pasto. Durante os anos 1950, diversas pesquisas foram realizadas para melhorar a eficiência da produção de carne, dando origem à indústria do confinamento, onde os grãos de alta energia são utilizados para alimentar o gado, podendo aumentar o ganho de peso vivo, diminuindo a idade de abate, além de melhorar o acabamento da carcaça dos animais e aumentar o teor de gordura da carne (DALEY *et al.*, 2010). No entanto, mudanças na demanda do consumidor, juntamente com novas pesquisas sobre o efeito da alimentação no conteúdo de nutrientes, têm provocado um aumento no número de produtores que retornam sua abordagem para a produção de carne bovina a pasto, apesar da menor eficiência produtiva comparada ao sistema confinado.

Diversos trabalhos citam que a carne proveniente de bovinos terminados a pasto tem menores concentrações de gordura e colesterol e mais ácidos graxos poli-insaturados do que a carne proveniente de animais terminados em confinamento (GARCIA *et al.*, 2008, ORELLANA *et al.*, 2009). Segundo Raes *et al.* (2004), a carne produzida a pasto contém mais ácidos graxos n-3, metabolizados a partir de ácido

linolênico, o qual é um importante componente de lipídios da pastagem. O sistema de alimentação ou acabamento de animais com o uso de concentrados, de pasto, ou a associação de ambos, pode influenciar o crescimento e as características de carcaça dos animais.

Segundo Scollan (2001), o desempenho ideal de crescimento e a composição ideal de ácidos graxos são muitas vezes negativamente correlacionados com condições de alimentação natural. Desse modo, o efeito limitador de desempenho oriundo da alimentação exclusivamente a pasto na taxa de crescimento do animal deve ser confrontado com o valor nutricional positivo da carne produzida por bovinos terminados em pastagens.

O teor lipídico da carne de bovinos varia conforme o tipo de forragem, e dentro das forragens existe grande variação na estrutura das plantas (folhas, caule e raiz) e fertilidade do solo. Segundo Clapham *et al.* (2005), o teor de ácidos graxos e a composição da carne podem ser afetados por inúmeros fatores como as espécies de plantas e suas variedades, clima, tempo, duração do dia, precipitação, fertilização e fase de crescimento. O ácido graxo alfa-linolênico é o ácido predominante nas forragens com a proporção de 40-60% do total de ácidos graxos, seguido por ácido palmítico e linoleico. De modo geral, forragens de clima temperado possuem maiores quantidades de ácido linolênico e linoleico em comparação a espécies de clima tropical (DEWHURST *et al.*, 2003).

Menezes *et al.* (2014), avaliando o perfil de ácidos graxos da carne de novilhos Devon terminados em confinamento, pastagem temperada (*Lolium multiflorum Lam*) ou pastagem tropical (*Pennisetum americanum (L.) Leeke* e *Bracharia plantaginea*), observaram que a quantidade total de ácidos graxos saturados foi semelhante ( $p > 0,05$ ) entre os sistemas de alimentação, sendo de 1,29, 1,50 e 1,12 g/100g para a carne de animais em confinamento, pastagem temperada e pastagem tropical, respectivamente.

Entretanto, Kalac *et al.* (2001) relataram que os produtos de sistemas agrícolas orgânicos, com uma alta proporção de forragem na dieta dos animais, melhoraram o perfil de ácidos graxos considerados benéficos à saúde humana em comparação com a carne de animais provenientes de sistemas convencionais. Além disso, o perfil de ácidos graxos da carne e do leite de animais alimentados com forragem diversificada foi superior àquela a partir de animais alimentados com pastos de uma única variedade (BOUFAIED *et al.*, 2003). De acordo com Barton *et al.* (2005), a carne oriunda de sistemas de produção a pasto tende a ter menor conteúdo de gordura total, uma

característica importante para os consumidores interessados em diminuir o consumo de gordura.

Um dos entraves encontrados no sistema de alimentação exclusivo a pasto é o maior tempo que o animal geralmente necessita para engorda e terminação, ou seja, para atingir níveis mínimos de gordura necessários exigidos pela indústria, além do rendimento de carcaça e cortes comerciais. Estes aspectos podem comprometer a qualidade da carne, entretanto, a carne magra com alto rendimento, ou seja, com pouco acabamento de gordura, proveniente de animais terminados em pastagens, pode ser atrelada a benefícios positivos para a saúde, com baixo teor de gordura e um alto teor de ácidos graxos poli-insaturados n-3, além de supostamente representarem uma imagem positiva em termos de bem-estar animal e impacto ambiental (DALEY *et al.*, 2010).

As pastagens em geral e a linhaça são ricas em 18:3 n-3, desta forma a alimentação a pasto pode propiciar um aumento nos teores de 18:3n-3, ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), ácido eicosapentaenoico (EPA) e de docosapentaenoico (DHA) (WARREN *et al.*, 2008). Em contrapartida, dietas concentradas são ricas em 18:2n-6 e podem propiciar maiores concentrações de 18:2n-6 e associam derivados de cadeias longas na carne dos animais. Barton *et al.* (2007), trabalhando com suplementação com linhaça extrusada, compararam o efeito da dieta no perfil lipídico de novilhas da raça Charolês e Limousin. A adição de linhaça na dieta dos animais aumentou a concentração (em g/100 g de ácidos graxos) de ácidos graxos poli-insaturados n-3 (1,49 vs 0,95), e diminuiu a relação n-6/n-3(3,07 vs 5,12). Segundo os autores, o efeito da dieta no perfil de ácidos graxos intramuscular foi pouco pronunciado, embora a presença de linhaça na dieta tenha aumentado a concentração de n-3 e prejudicado a proporção n-3/n-6. A linhaça é o vegetal com maior concentração de ácido graxo alfa linolênico (mais de 50% do total de ácidos graxos).

O ácido alfa linolênico é o precursor da síntese dos ácidos graxos da família n-3. Em experimento realizado por Juárez *et al.* (2011), a inclusão de linhaça e vitamina E na dieta de novilhos confinados provocou um aumento no teor de ácidos graxos n-3 na carne (2,05 para 2,41), além de reduzir o percentual de n-6 e conseqüentemente na relação n-6/n-3 (1,61 para 1,54). Os resultados deste trabalho evidenciaram que a inclusão de linhaça na dieta reduziu o nível de ácidos graxos saturados totais na gordura intramuscular.

De forma semelhante, a alimentação animal baseada em dietas concentradas contendo linhaça aumentou os teores dos ácidos graxos 18:3n-3 e o ácido EPA nos

músculos, mas, em contraste com os animais criados a pasto, não aumentou o ácido DHA (SCOLLAN *et al.*, 2001). A diferença entre a alimentação a pasto e da dieta de suplementação com linhaça pode ser devido à diferença no tempo de exposição da dieta ou ainda pela competição para a deposição ou o alongamento da cadeia entre o 18:3 n-3 e a concentração mais elevada de 18:2n-6 presentes na ração concentrada. Os estudos a pasto referem-se à alimentação em longo prazo (mais de 200 dias) em relação à alimentação de linhaça de 80-100 dias. Alimentações ricas em C20 PUFA, ricos em óleo de peixe ou conteúdo de EPA e DHA no músculo (apesar dos elevados níveis de biohidrogenação no rúmen) resultaram em reduções benéficas na relação n-6/ n-3 (LEE *et al.*, 2008).

Estudos conduzidos por Scollan *et al.* (2003) exploraram a tecnologia de nutrientes protegidos no rúmen, para proteger o óleo de girassol rico em n-6 e o óleo de linhaça rico em n-3, em um suplemento formulado como intuito de obter uma razão n-6: n-3 de 2,4: 1 na carne dos animais suplementados. Em relação ao grupo controle (sem ácido palmítico 16:0), o suplemento aumentou a relação P/S (0,08 v 0,27;  $p < 0,05$ ), mas também aumentou a relação n-6: n-3 (2,75 v 3,59;  $p < 0,05$ ). Em um estudo subsequente, um suplemento com a relação n-6: n-3 na proporção de 1: 1 resultou em uma alta razão de P/S (0,22) e diminuiu o n-6: n-3 (1,88) no músculo de bovinos de corte (SCOLLAN *et al.*, 2004). Com base nos estudos descritos acima e utilizando uma proporção adequada de valores diários de 100 g/dia de consumo, a carne enriquecida com n-3 PUFA pode fornecer mais de 55, 30 e 11 mg/d de 18:3n-3, EPA e DHA, respectivamente. Dada a importância da produção a pasto aos produtores, melhorar a deposição de PUFA em carne produzida a pasto pode oferecer consideráveis benefícios ambientais e de sustentabilidade.

Avaliando diferentes sistemas de alimentação para bovinos (animais criados somente a pasto, pastagem com suplementação a 0,7% e 1% do peso vivo e animais confinados sem acesso a pastagens), García *et al.* (2008) encontraram que a dieta influenciou o teor dos ácidos graxos n-6 poli-insaturados da carne, enquanto que os ácidos graxos n-3 poli-insaturados diminuíram linearmente com o aumento na quantidade de grãos. O teor de ácidos graxos monoinsaturados foi menor no grupo alimentado somente em pastagem em comparação com os outros tratamentos (animais alimentados somente a pasto e animais alimentados a pasto com diferentes níveis de suplementação). Além disto, os autores verificaram que a relação n-6/n-3 foi afetada pela contribuição dos grãos na dieta. A proporção de P/S foi afetada pela dieta sendo

significativamente maior nos animais alimentados em confinamento comparado com os outros tratamentos. O grupo alimentado em confinamento apresentou maiores teores de ácidos graxos saturados (1,372 vs 1,081 mg), monoinsaturados (1,574 vs 1,078 mg), poli-insaturados (350 vs 227 mg) e n-6 (318 vs 143 mg) . Bovinos criados a pasto tiveram um impacto positivo no perfil de ácidos graxos da carne, principalmente devido a um aumento na proporção de ácidos graxos n-3 (84 vs 32 mg) em relação aos animais criados em sistema intensivo. Estas diferenças no perfil lipídico da carne encontradas pelos autores refletem a composição lipídica da dieta, pois dietas a pasto contêm uma alta concentração de alfa linolênico precursor da série n- 3, enquanto concentrados contêm altos níveis de ácido linoleico, família do ácido graxo precursor de n-6.

A grande variação nos resultados obtidos em trabalhos investigativos sobre o teor lipídico da carne de bovinos de corte é, em parte, devido à grande variedade de grupos genéticos, tipos de forrageiras, sistemas de alimentação, e práticas de gestão utilizadas em diferentes regiões, afetando a composição da carne de bovinos e, conseqüentemente, a qualidade do produto oferecido ao consumidor (DUCKETT *et al.*, 2009).

## 2.2. Composição lipídica da carne

A conscientização em relação à saúde entre os consumidores provocou um aumento na preferência por produtos alimentares mais saudáveis, mais nutritivos e com características funcionais. Na carne bovina *in natura*, pesquisas identificaram oportunidades e desafios para a produção de carne com baixo teor de gordura, menor teor de ácidos graxos saturados e maior teor de ômega-3 (ácidos graxos poli-insaturados), ácidos graxos considerados benéficos à saúde humana (SCOLLAN *et al.*, 2006; WOOD *et al.*, 2008).

À medida que o conteúdo de carne e gordura dos animais aumenta do crescimento até o abate, a proporção de ácidos graxos depositados altera. Os primeiros trabalhos sobre a composição de ácidos graxos da carne concentravam-se no tecido adiposo, uma vez que é a parte do corpo onde a maior parte dos ácidos graxos está localizada. Recentemente, tem havido uma maior ênfase no músculo devido à sua maior importância como alimento e uma aversão crescente à gordura visível (WOOD *et al.*, 2008).

Diversos componentes teciduais dos bovinos são influenciados pela dieta e conseqüentemente afetam o sabor da carne, mas o tecido adiposo é o que mais apresenta variação (LARICK & TURNER, 1990; JEREMIAH & GIBSON, 2003). A gordura está presente na carne como componentes estruturais de membrana celular (fosfolipídios), como gordura intermuscular (gordura de armazenamento entre os músculos) gordura no interior do músculo (gordura intramuscular) e como gordura subcutânea. Gordura intramuscular é o depósito de maior importância em relação à composição de ácidos graxos e saúde, pois é a gordura que é consumida junto com a carne, e varia normalmente entre 2-5% da quantidade total do músculo. A gordura de ruminantes, devido à extensa biohidrogenação de ácidos graxos poli-insaturados da dieta no rúmen é rica em ácidos graxos saturados. A gordura da carne pode ser classificada como intracelular, intercelular e extracelular, os ácidos graxos da gordura intramuscular da carne bovina são compostos por aproximadamente 44% de saturados, 45% de monoinsaturados e 5% de poli-insaturados (DUCKETT, 1993).

A razão dos teores de ácidos graxos poli-insaturados/ saturados da carne é tipicamente baixa, em torno de 0,1, exceto em animais muito magros (<1% de gordura intramuscular), onde as relações são muito mais elevadas (0,5-0,7) (SCOLLAN *et al.*, 2006). A relação n-6/ n-3 para a carne bovina é útil quando baixa (geralmente <3),

refletindo as quantidades significativas de benefício dos ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, particularmente 18:3n-3, mas também dos EPA, DPA e DHA.

Segundo Dugan *et al.* (2011), as potenciais bioatividades do perfil de ácidos graxos presente na carne de bovinos têm orientado o desenvolvimento de métodos para análises e investigações sobre como as suas concentrações podem ser aumentadas, proporcionando benefícios para a saúde dos consumidores. As investigações têm sido centradas no desenvolvimento de estratégias nutricionais que influenciem a biohidrogenação e a identificação dos principais microrganismos envolvidos, com o intuito de melhorar a salubridade dos produtos de ruminantes (WOOD *et al.*, 2003; KIM *et al.*, 2009). No entanto, o metabolismo de ácidos graxos no rúmen depende principalmente da dieta animal, das condições do rúmen e das espécies predominantes de microrganismos responsáveis pela metabolização de lipídios (MUCHENJE *et al.*, 2009).

O ácido linoleico é derivado inteiramente a partir da dieta e apresenta níveis elevados em alimentos concentrados (grãos e sementes de oleaginosas). Nos ruminantes, este ácido graxo é degradado no rúmen por meio da biohidrogenação microbiana em monoinsaturado e saturado e apenas uma pequena proporção, cerca de 10% da dieta de ácido linoleico está disponível para incorporação aos lipídios dos tecidos (MAPYIE *et al.*, 2012). O ácido linoleico é um importante componente estrutural das membranas celulares, bem como para a síntese de tecido lipídico.

O segundo ácido graxo presente na carne que apresenta características funcionais é o ácido poli-insaturado  $\alpha$ -linolênico, o qual está presente em muitos ingredientes de alimentos concentrados, mas em níveis mais baixos do que o ácido linoleico. Este é um dos principais ácidos graxos na dieta de ruminantes, uma vez que constitui mais de 50% do total de ácidos graxos na pastagem e produtos derivados. Uma proporção elevada é biohidrogenada a ácido graxo saturado no rúmen. Proporcionalmente está mais presente no músculo do que no tecido adiposo (DE SMET *et al.*, 2004).

A Organização Mundial da Saúde, juntamente à Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, publicou em 2003 recomendações para ingestão de nutrientes, visando a prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (WHO/FAO, 2002). As recomendações para o consumo de gorduras são de 15 a 30% para gordura total, menor que 10% para ácidos graxos saturados, 6-10% para ácidos graxos poli-



insaturados, 5-8% e 1-2% para ácidos graxos poli-insaturados ômega-6 e ômega-3, respectivamente.

Os trabalhos apresentados na presente revisão demonstram a existência de diversos fatores relevantes no estudo do perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de corte. As diferenças encontradas no perfil lipídico da carne bovina podem influenciar na determinação do seu desempenho como alimento funcional, atuando de forma representativa na dieta humana. Apesar da grande quantidade de trabalhos sobre o tema, os resultados publicados apresentam uma grande variação nas informações apresentadas. De acordo com Kalac *et al.* (2001), apenas os mesmos músculos devem ser comparados. Além disso, várias unidades são usadas para expressar a composição de ácidos graxos, como percentual de ácidos graxos totais individuais, percentual de ésteres metílicos do indivíduo, ácidos de ésteres metílicos dos ácidos graxos totais por miligrama ou por grama de gorduras, e, por vezes, lipídios neutros e polares separados.

### 2.3 Revisão sistemática e meta-análise

A revisão sistemática pode ser entendida como uma aplicação de estratégias científicas que limitam o viés na construção sistemática, na avaliação crítica e na síntese de todos os estudos relevantes sobre um tema específico. A meta-análise, por sua vez, representa uma revisão sistemática que emprega métodos estatísticos para combinar e resumir os resultados de vários estudos (COOK *et al.*, 1995).

As primeiras técnicas formais de combinação de resultados de diferentes estudos foram propostas pelo estatístico Karl Pearson em 1904 (EGGER & SMITH, 1997). Na década de 1970, com o advento de novas técnicas estatísticas, a área das Ciências Sociais desenvolveram alguns dos primeiros trabalhos com avaliações meta-analíticas. Em 1976, criou-se o termo "meta-análise", a partir do psicólogo Glass (EGGER & SMITH, 1997). Posteriormente, a metodologia de revisão sistemática foi redescoberta na área médica, na década de 1980, inicialmente nas áreas de cardiologia e oncologia. Na década de 1990, ocorreu a fundação da *Cochrane Collaboration*, organização internacional com objetivo de preparar, manter e disseminar revisões sistemáticas na área de saúde. Somente na Europa, instalaram-se sete Centros Cochrane (França, Alemanha, Grã-Bretanha, Espanha, Itália, Holanda e Dinamarca), além de centros no Canadá, China, Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, África do Sul e Brasil.

Atualmente, agências oficiais de financiamento e órgãos governamentais financiam novos estudos sobre intervenções se, anteriormente, revisões sistemáticas forem publicadas, indicando a necessidade ou não destes trabalhos. Quando adequadamente elaborados, tanto os estudos de revisão sistemática, quanto os de meta-análise, baseiam-se, rigorosamente, nos princípios de avaliação crítica da literatura desenvolvidos pela epidemiologia clínica clássica e pela bioestatística.

Segundo Giannotti *et al.* (2002), para o aproveitamento do grande número de estudos referentes ao tema estudado, é necessário que as informações sejam reunidas, organizadas, avaliadas e quantitativamente mensuradas. A revisão sistemática é uma forma de executar revisões abrangentes da literatura de forma não tendenciosa. De acordo com Lovatto *et al.* (2007), a revisão sistemática sobre determinado assunto possui o critério de seleção delimitado, o qual pode produzir evidências sobre o mesmo, aumentando a acurácia dos resultados e melhorando a precisão das estimativas do efeito de um determinado tema.

A meta-análise é o método estatístico aplicado à revisão sistemática que integra resultados de dois ou mais estudos sobre uma mesma questão de pesquisa (LUIZ, 2002). Um dos objetivos da avaliação meta-analítica é extrair a informação adicional de dados preexistentes por meio da união de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma ou mais técnicas estatísticas. Diferentes técnicas de análise estatística podem ser aplicadas, dependendo apenas da natureza dos dados e dos objetivos do estudo (SAUVANT *et al.*, 2008). Os diferentes procedimentos estatísticos combinam os resultados de cada estudo para obter uma estimativa global do efeito avaliado, possibilitando a análise das fontes de heterogeneidade. Também permite a avaliação crítica das evidências e a discussão sobre a heterogeneidade que pode existir entre os resultados. A realização da meta-análise necessita da existência de, no mínimo, dois estudos que respondam a uma mesma pergunta, utilizem pelo menos um desfecho em comum e tenham desenhos de estudo semelhantes (RODRIGUES & ZIEGELMANN, 2010).

Apesar da ampla utilização de revisões sistemáticas e meta-análises na área da saúde humana estas têm sido pouco utilizadas em pesquisas na área das ciências agrárias. Uma das primeiras abordagens utilizadas foi descrita por pesquisadores australianos, que aplicaram a revisão sistemática para avaliar evidências no uso de antimicrobianos em animais (SARGEANT & O'CONNOR, 2004).

Os protocolos para o desenvolvimento de revisões sistemáticas na saúde humana estão consolidados na pesquisa, no entanto, os protocolos de revisão sistemática desenvolvida para uso em estudos de saúde humana nem sempre podem ser aplicados na área das ciências agrárias. As intervenções utilizadas em ensaios clínicos com humanos diferem daquelas utilizadas. As avaliações realizadas nas pesquisas com animais diferem em vários aspectos, não sendo viável a aplicação da mesma metodologia para estudos de revisão sistemática e meta-análise em humanos. Outro fator importante é que os agrupamentos são utilizados de forma diferente em relação a estudos com humanos. Uma mesma população de bovinos, por exemplo, pode ser avaliada em diversos aspectos no mesmo estudo, no qual, questões estatísticas independentes ao tema estudado podem também ser avaliadas (SARGEANT & O'CONNOR, 2004).

O uso de revisão sistemática e meta-análise nas ciências agrárias propicia aos investigadores a sintetização do conhecimento sobre questões direcionadas ao tema a ser investigado e pode resultar em maior credibilidade dos resultados no campo. Os

resultados dessas avaliações independentes podem oferecer informações sobre melhores intervenções a serem realizadas, destacar as áreas onde não há evidência suficiente da eficácia das intervenções ou onde há falhas metodológicas na pesquisa disponível e, assim, fornecer orientação para pesquisas futuras.

### 3 HIPÓTESES

A região de produção dos animais influencia o conteúdo de ácidos graxos depositados na porção intramuscular da carne de bovinos de corte.

Os sistemas de alimentação influenciam no conteúdo lipídico intramuscular depositado na carne de bovinos de corte.

A carne de bovinos de corte criados em sistemas de alimentação a pasto apresenta maiores teores de ácidos graxos benéficos à saúde humana em relação a carne de animais criados em confinamento.

Diferentes grupos genéticos influenciam na obtenção de um teor de ácidos graxos ômega 3/ômega 6 benéfico para a saúde humana.

#### **4 OBJETIVOS**

O presente trabalho objetivou avaliar a influência do sistema de alimentação, região de produção e/ou grupo genético sobre o perfil lipídico da carne de bovinos de corte através de uma sistematização e meta-análise de resultados publicados.

## **5. ARTIGO CIENTÍFICO**

### **Perfil lipídico da carne de bovinos de corte: revisão sistemática e meta-análise**

### **Lipid profile of meat from beef cattle: a systematic review and meta-analysis**

**Jéssica Magero Canellas, Liris Kindlein**

#### **RESUMO**

A presente pesquisa objetivou avaliar a influência do sistema de alimentação, região de produção e/ou grupo genético sobre o perfil lipídico da carne de bovinos de corte através de uma sistematização e meta-análise de resultados publicados. Foram utilizados de forma agregada dados de 571 animais provenientes de nove trabalhos. As informações relacionadas à metodologia e aos resultados de cada trabalho foram tabuladas em planilha Microsoft Excel, constituindo a sistematização dos dados. Foi realizada uma meta-análise de subgrupos com co-variáveis qualitativas, modeladas através do software STATA. Os subgrupos foram organizados da seguinte forma: Região de Produção (RP): América do Sul e Europa; Sistema de Alimentação (SA): Pasto, Concentrado e Suplementação; e Grupo Genético (GG): Britânica, Continental, Cruza Taurina, Crioula e Sintética. A análise conjunta dos trabalhos revisados demonstrou não existir influência entre diferentes grupos genéticos e regiões de terminação no teor lipídico da carne de bovinos de corte. Somente no Subgrupo SA para ômega-3 houve significância ( $p=0,0002$ ). A alimentação exclusiva a pasto pode influenciar na obtenção de maiores teores de ácidos graxos da família ômega-3 na porção intramuscular da carne dos animais. A identificação da composição lipídica da carne de bovinos de diferentes características extrínsecas contribui de forma expressiva no conhecimento dos fatores relevantes para a formação dos ácidos graxos de interesse à saúde humana.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, sistemas de alimentação, região de produção, grupo genético.

## **ABSTRACT**

This research aimed to systematize results of the fatty acid content in the meat of animals of different genetic groups, produced in different regions and under different feeding systems and analyze them through a meta-analysis approach. Data from 571 animals from nine studies were used. Information regarding the methodology and results of each study were tabulated in a Microsoft Excel spreadsheet, constituting the data systematization. A meta-analysis of subgroups with qualitative covariates, modeled using STATA software was performed. Subgroups were organized as follows: Region of Production (RP): South America and Europe; Feeding System (FS): Pasture, Pasture + Supplementation and Concentrated Feed; and Genetic Group (GG): British, Continental, Taurine Crossbreed, Creole and Synthetic. Analysis of the reviewed studies showed no influence of different genetic groups and finishing regions in the fat content of beef cattle meat. However, exclusive pasture feeding can influence the attainment of higher fatty acid content omega-3 family in the intramuscular portion of animal meat. Subgroup SA to omega-3 was significant ( $p = 0.0002$ ). The identification of the lipid composition of bovine meat of different extrinsic characteristics contributes significantly to the knowledge of the relevant factors for the synthesis of fatty acids related to human health.

**Key-words:** fatty acids, power systems, production region, genetic group



## INTRODUÇÃO

O número de estudos sobre o perfil de ácidos graxos depositados na porção intramuscular de bovinos de corte tem aumentado nos últimos anos. O expressivo aumento de pesquisas sobre o assunto tem sido baseado na composição dos ácidos graxos presentes na carne e sua relação com a qualidade do alimento e a saúde humana (DE SMET et al., 2004; DANNENBERGUER et al., 2006; WOOD *et al.*, 2008).

Pesquisas indicam que o consumo elevado de lipídeos, colesterol e ácidos graxos saturados pode oferecer riscos à saúde, contribuindo com o aumento da ocorrência de doenças cardiovasculares (KATAN & MENSINK, 1993). Nesse sentido, diversas recomendações referentes à quantidade e a frequência de consumo da carne de bovinos são realizadas. Entretanto, a carne bovina apresenta nutrientes essenciais como aminoácidos, vitaminas e minerais, além de ser uma importante fonte de ácidos graxos benéficos à saúde humana (HOWE et al., 2006).

Diversos fatores podem influenciar na composição e na formação dos ácidos na carne de bovinos. Entre esses fatores, destacam-se a variação na deposição de gordura intramuscular entre os animais (DE SMET et al., 2004), o metabolismo da biohidrogenação (WOOD et al., 2008), bem como a variação na composição da gordura e disponibilidade de n-6 e n-3 na dieta (GOFFMAN & BÖHME, 2001) e no tamanho das partículas da dieta e no tempo de permanência no rúmen (WOOD et al., 2008). Variações extrínsecas e intrínsecas como condições ambientais, genéticas e nutricionais, às quais os animais são submetidos também são importantes na formação da gordura intramuscular (DANNENBERGER et al., 2006).

Muitos trabalhos citam que as carnes de bovinos terminados a pasto são mais benéficas à saúde humana por ocasião da sua composição lipídica em comparação a carne de animais confinados (FRENCH et al., 2000). Além disso, a composição

genética do animal também é considerada fator importante na variabilidade do perfil lipídico (DE SMET et al., 2004). Assim, o teor e o perfil lipídico são influenciados por vários fatores tais como sexo, raça, sistemas de produção e alimentação, bem como pela localização anatômica do corte cárneo (MOREIRA et al., 2003), sendo difícil a padronização da composição centesimal da carne comercializada.

Para o melhor aproveitamento do grande número de pesquisas referentes ao tema estudado e, visando a obtenção de resultados mais consolidados, é necessário que as informações sejam reunidas, organizadas, avaliadas e quantitativamente mensuradas (GIANNOTTI et al., 2002). Nesse contexto, a revisão sistemática é uma forma de revisar a literatura sobre determinado assunto, por meio do critério de seleção delimitado, o qual pode produzir novas evidências sobre o tema ou consolidar resultados já conhecidos, aumentando sua acurácia (LOVATTO et al., 2007). A meta-análise é o método estatístico aplicado à revisão sistemática que integra resultados de dois ou mais estudos sobre uma mesma questão de pesquisa (LUIZ, 2002).

O principal benefício da meta-análise é que este método combina dados entre os estudos e resultados em uma estimativa mais precisa dos efeitos do tratamento, em comparação com uma única estimativa do estudo. Além disso, a avaliação meta-analítica também é vantajosa para examinar e avaliar a consistência do modelo e para explorar possíveis fatores de confusão, variáveis e generalizações explicativas (IOANNIDIS et al., 2008).

A presente pesquisa objetivou avaliar a influência do sistema de alimentação, região de produção e/ou grupo genético sobre o perfil lipídico da carne de bovinos de corte através de uma sistematização e meta-análise de resultados publicados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Revisão Sistemática

A base de dados utilizada foi composta por artigos completos provenientes de periódicos nacionais e internacionais. O principal critério de seleção das publicações foi a utilização de dados provenientes de trabalhos científicos que abordavam a composição lipídica na carne de bovinos.

Para a sistematização dos dados, foram consultados os principais periódicos da área de Ciências Agrárias, por meio de material impresso e eletrônico. Informações relacionadas ao teor lipídico da porção intramuscular da carne de bovinos de corte foram coletadas de estudos publicados até o ano de 2014. A pesquisa foi realizada nas bases de dados online Isi Web of Knowledge, Scopus, Cab Direct, Medline e Agricola, considerando população, intervenção e resultados buscados, com a seguinte estratégia de busca: ((ruminant\* OR "beef cattle" OR herd OR livestock) AND (production system OR feeding system OR grass fed OR feedlot OR fattening system) AND ("fatty acid\*" OR "fatty acid composition" OR "fatty acid profile" OR "lipid profile")). A seleção dos estudos foi realizada por meio de avaliação do título, resumo e palavras-chave. Cada resumo foi avaliado por dois avaliadores. Os resumos só eram selecionados se fossem pesquisas primárias; se avaliassem o perfil de ácidos graxos na porção intramuscular da carne de bovinos de corte e se apresentassem os sistemas de alimentação produção utilizados na engorda dos animais.

Após a avaliação, foi realizada uma seleção dos trabalhos que continham as características pré-estabelecidas. Foram obtidos 460 trabalhos, dos quais foram selecionados 56 para leitura na íntegra. Desses, 47 não puderam ser incluídos, pois não apresentavam medidas de erro nos dados publicados. Portanto, foram considerados nove artigos completos para tabulação dos dados. A análise inicial foi realizada em planilhas

do Microsoft Excel® e no editor de texto Microsoft Word® constituindo a base de dados para análise. Muitos trabalhos foram excluídos por não apresentarem dados suficientes para a análise estatística, os quais apenas apresentavam a média dos resultados sem medidas estatísticas (Figura 1).

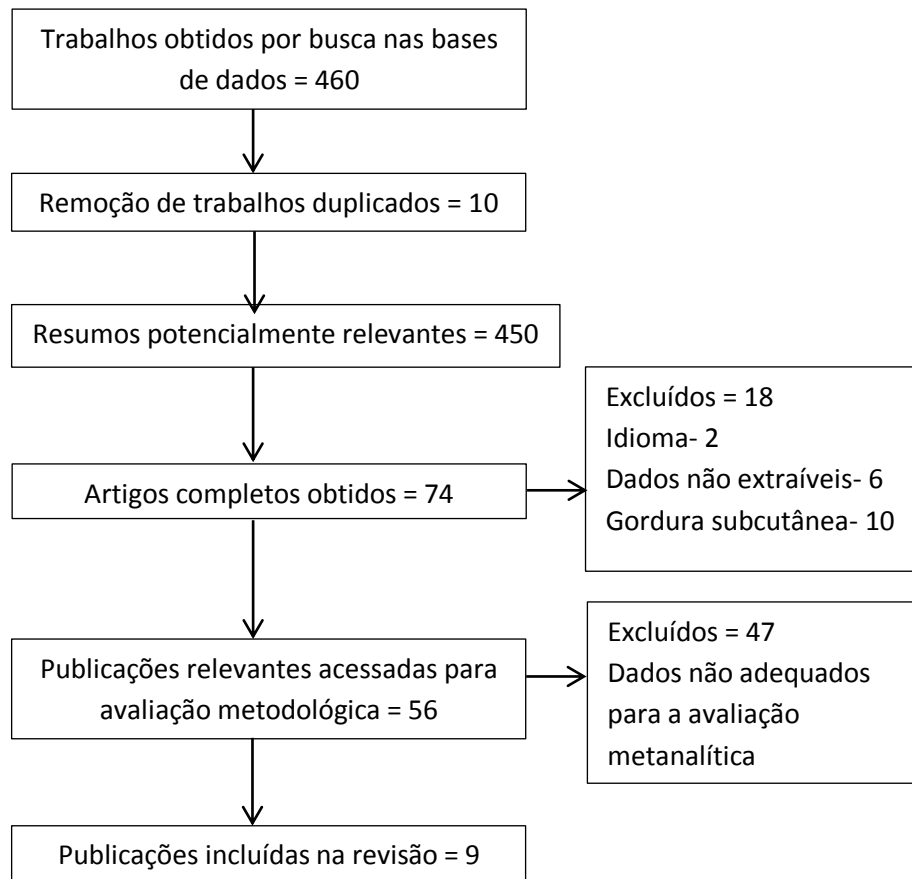


Figura 1. Fluxograma da revisão sistemática realizada

### Meta-análise

Após os estudos terem passado pela avaliação crítica, os mesmos foram submetidos à avaliação de qualidade e foram buscados na sua forma íntegra. A extração dos dados foi feita com o auxílio de um protocolo pré-estabelecido, para que a base de dados para a meta-análise fosse confeccionada. As informações extraídas a partir de cada estudo incluíam características das configurações das populações de bovinos, tipo

de intervenção, tipo de resultado medido e resultados do estudo. Somente a partir disso, foi possível a realização de estudos estatísticos quantitativos e qualitativos. Para isso, foi preciso obter de cada estudo uma medida de efeito (p. ex.: média) e de sua dispersão (p. ex.: erro padrão, desvio padrão, intervalo de confiança), ou mesmo os dados puros para as estimativas estatísticas necessárias.

A medida de efeito utilizada na presente pesquisa foi média, em percentual, dos dados extraídos dos trabalhos selecionados. Os desfechos considerados e analisados para este estudo foram: teor de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, polinsaturados, ômega-3 e ômega -6, totalizando cinco desfechos.

Devido à alta heterogeneidade esperada entre os trabalhos investigativos com ácidos graxos em carne bovina, as seguintes variáveis foram consideradas e organizadas em subgrupos para explicar as variações influentes no teor lipídico da carne:

- Subgrupo: Região de Produção (RP); Variáveis: América do Sul e Europa;
- Subgrupo: Sistema de Alimentação (SA); Variáveis: Pasto, Concentrado e Suplementação;
- Subgrupo: Grupo Genético (GG); Variáveis: Britânica (cruza taurina de animais de raças britânicas), Continental (cruza taurina de animais de raças continentais), Cruza taurina (cruzas de raças britânicas e continentais), Crioula (associação de características entre raças relacionadas à adaptabilidade) e Sintética (cruzamento de duas ou mais raças, objetivando características específicas no cruzamento). O subgrupo GG foi formado de acordo com as raças e/ou cruzas utilizadas nos trabalhos.

Todas as análises utilizadas foram independentes. Para todos os desfechos, foi considerado o modelo de efeitos aleatórios para avaliar a heterogeneidade, por meio da

estimação do parâmetro de variabilidade entre os estudos, da estatística I-squared ( $I^2$ ) e do teste Q-cochran.

A meta-análise de subgrupos foi realizada com co-variáveis qualitativas, modeladas através do software STATA. Os subgrupos foram organizados da seguinte forma: os animais foram utilizados independentemente do estudo inicial, o qual utilizava outros tipos de tratamentos e alocações. Desta forma, os animais poderiam participar de mais de um subgrupo. Por exemplo, no Estudo “A”, os animais foram originalmente alocados em: Tratamento 1 (pasto/raça e/ou cruzamento1/região1), Tratamento 2 (pasto/raça e/ou cruzamento2/região1), Tratamento 3 (suplementação/raça e/ou cruzamento1/região2) e Tratamento 4 (suplementação/raça e/ou cruzamento2). A partir disso foram realizados três reagrupamentos dos dados, considerando os Subgrupos previamente arbitrados. Desse modo, os Subgrupos RP, SA e GG contemplaram, animais provenientes de mais de um tratamento. No Subgrupo RP, por exemplo, podem ter sido incluídos animais dos Tratamentos 2 e 3, enquanto no Subgrupo SA os Tratamentos 1, 2, 3 e 4 e assim por diante. ,

A meta-análise de subgrupos foi utilizada para a comparação dos subgrupos independentes. O fato de incorporar o efeito aleatório, dando liberdade para o modelo, faz com que os resultados sejam mais imprecisos. No efeito aleatório, o peso dos estudos acaba ficando mais parecido, ou seja, a precisão do estudo influencia pouco na análise, pois os mesmos apresentaram pouca homogeneidade.

O método utilizado foi o de comparações múltiplas. Cada estudo incluído na análise foi representado por sua medida de variabilidade, com dados de média e precisão, ou seja, os trabalhos foram considerados por meio de sua medida de precisão, representando o peso dado para cada estudo na análise.

Como as informações fornecidas pelos trabalhos revisados foram heterogêneas, foi utilizada a média ponderada na determinação do peso dos estudos. Pesos maiores foram atribuídos aos estudos em que se acredita que contribuam com mais informações, geralmente, estudos maiores. Entretanto, todos os estudos foram considerados na média final, embora, com pesos distintos. No presente trabalho, foi utilizado o modelo de efeito aleatório devido à grande variabilidade entre os estudos, assumindo um efeito fundamental diferente para cada estudo, gerando uma fonte adicional de variação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### Revisão Sistemática

Considerando os nove trabalhos estudados, o número total de animais foi de 571. Durante o processo da revisão sistemática, foi observado que todas as publicações aptas a serem incluídas no estudo meta-analítico foram publicadas após 1960, o que coincide com o surgimento dos primeiros trabalhos sobre o teor lipídico da carne de bovinos com a utilização da cromatografia. Os ácidos graxos Ômega-3 foram descobertos pela primeira vez no início dos anos 1970. Do mesmo modo, na revisão sistemática foi identificado um grande número de estudos relatando a investigação sobre o perfil de ácidos graxos de bovinos de corte na porção da gordura subcutânea. A escolha pela utilização de dados provenientes de estudos que avaliassem somente a porção intramuscular da carne dos animais foi justificada pelo fato de que ácidos graxos intramusculares fazem parte da gordura da carne e não podem ser removidos antes do consumo humano (DE SMET, 2004).

Na distribuição espacial dos nove artigos selecionados, houve predominância de publicações nos países da América do Sul (55,6%) em relação aos países europeus (44,4%). Na Região da América do Sul foi possível observar os cinco grupos genéticos

analisados. Já nos estudos em países europeus, apenas os grupos genéticos Continental e Crioula foram observados.

A partir dos dados encontrados na revisão sistemática, pode-se observar um maior percentual de trabalhos publicados em países da América do Sul (Argentina, Brasil e Chile). Esta constatação pode ser explicada pelo aumento no número de publicações que, investigando o teor lipídico da carne de animais criados a pasto, encontraram um menor percentual de gordura total na carne (ELGERSMA et al., 2003, LATIMORI et al., 2008).

Ainda existem grandes áreas de pastagem sendo exploradas em regiões com clima mais favorável à produção a pasto. No Brasil, grande parte dos animais são criados e terminados em pastagens (FREITAS et al., 2014), assim como a região sul do Chile, onde a pastagem é a principal fonte de alimentação para a produção de carne bovina (MORALLES et al., 2012). Segundo ORELLANA et al., (2009), produtores argentinos de carne bovina, tradicionalmente produzida em sistemas a pasto e suplementações ricas em concentrado, têm investido no melhoramento de pastagens como alternativa para a terminação sem grãos na dieta.

Em relação aos tratamentos, todos os grupos genéticos (Britânica, Continental, Cruza taurina, Crioula e Sintética) apresentaram os três sistemas de alimentação (Suplementação, Pasto e Concentrado), independentemente da região do estudo, com exceção do grupo genético Sintético, o qual não apresentou tratamento com suplementação. Os trabalhos que utilizaram concentrado como alimentação representaram 77,8% do total dos trabalhos analisados, enquanto que trabalhos que utilizaram pastagem e suplementação representaram, respectivamente, 44,4% e 33,3% do total dos trabalhos analisados.



Na revisão sistemática foi encontrada uma grande variedade de grupos genéticos utilizados nos trabalhos. A origem racial dos animais é uma característica importante, pois afeta o teor de gordura da carne e a composição de ácidos graxos (GARCÍA et al., 2008). Investigações têm sido conduzidas com o intuito de relatar qual é a melhor raça ou cruzamento para obtenção de um teor lipídico adequado na carne. Entretanto, a seleção de raças de bovinos de corte ou combinações de raças tem sido tradicionalmente baseada no desempenho de crescimento, mercado pretendido, adaptabilidade climática, e preferência pessoal, deixando de lado aspectos relacionados ao valor nutricional da carne produzida (SEXTEN et al., 2011).

Nos trabalhos sistematizados, foi observado um maior percentual de trabalhos que utilizaram alimentação a base de concentrado, comparado aos outros tratamentos (pastagem e suplementação). O uso de dietas com alto teor de concentrado é uma prática que está associada ao rápido ganho de peso, alta conversão alimentar e consequente diminuição no tempo de terminação em comparação a outros tipos de sistemas de alimentação (BULLE et al., 2002). Essas características permitem fazer comparações entre dietas com uma grande variedade de ingredientes, principalmente quando o objetivo é a obtenção de maior ou menor teor lipídico da carne. Alguns ácidos graxos, como o ácido linoleico, são derivados inteiramente a partir da dieta e podem apresentar níveis elevados em alimentos concentrados como grãos e sementes de oleaginosas (MAPIYE et al., 2012).

Com relação ao teor de ácidos graxos, os saturados apresentaram a maior média com 44,50%, sendo que o maior resultado encontrado foi de 52,90% e o menor foi de 36,40%. O menor resultado observado foi para os ácidos graxos polinsaturados, apresentando 9,28% de média, com resultado máximo e mínimo de 13,30% e 5,10%,

respectivamente. Os ácidos graxos monoinsaturados apresentaram média de 39,6%, com maior resultado de 46,80% e menor resultado de 30,10%.

Ao avaliar as famílias Ômega-3 e Ômega-6, pode-se considerar que os ácidos graxos Ômega-6 apresentaram o maior resultado médio (7,20%, com variação de 3,10% a 11,30%), enquanto que os ácidos graxos Ômega-3 apresentaram resultado médio menor (1,50% com intervalo de 0,40% a 3,20%).

Estas variações no teor lipídico da carne dos animais podem ser explicadas por diversos fatores, entre eles, condições ambientais, variações entre os animais na deposição de gordura intramuscular e na biohidrogenação ruminal, na disponibilidade de ácidos graxos Ômega 3 e 6 na dieta, assim como na composição da gordura presente na dieta (WOOD et al., 2008)

A sistematização dos dados utilizados para a meta-análise está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Sistematização de dados de composição de ácidos graxos da carne de bovinos de corte utilizado para a meta-análise, considerando Região de Produção, Grupo Genético e Sistema de Alimentação.

Estudo	Periódico	Autoria	Ano	Região	n	Grupo Genético	Alimentação	n-3(%)	n-6(%)	SFA(%)	MUFA(%)	PUFA(%)
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Britânica	pasto	3,10	6,20	41,10	35,50	9,60
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Britânica	pasto	2,70	5,10	39,70	39,00	8,10
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Continental	pasto	2,80	6,00	36,60	40,20	9,20
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Britânica	suplementação	1,90	5,50	41,10	39,10	7,80
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Cruza taurina	suplementação	1,70	5,90	39,60	39,90	8,00
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Continental	suplementação	1,70	6,10	36,40	42,00	8,60
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Britânica	suplementação	1,90	6,60	39,20	38,50	8,90
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Cruza taurina	suplementação	1,40	6,60	38,90	41,50	8,40
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Continental	suplementação	1,20	5,60	38,40	43,50	7,60
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Britânica	concentrado	0,90	8,00	37,30	39,90	9,30
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Cruza taurina	concentrado	0,90	8,10	37,90	39,40	9,20
1	Meat Science	Latimori et al.	2008	América do Sul	10	Continental	concentrado	0,80	8,20	37,10	42,30	9,10
2	Asian-Aus. J Anim. Sci.	Prado et al.	2008	América do Sul	11	Crioula	Pasto	3,19	7,50	46,60	36,90	11,70
2	Asian-Aus. J Anim. Sci.	Prado et al.	2008	América do Sul	6	Cruza taurina	Pasto	1,58	5,96	47,30	40,20	8,37
2	Asian-Aus. J Anim. Sci.	Prado et al.	2008	América do Sul	10	Cruza taurina	Pasto	2,56	6,92	47,10	38,60	9,73
3	R. Bras. Zootec.	Fugita et al.	2012	América do Sul	8	Sintética	concentrado	1,00	5,00	47,10	46,50	6,40
3	R. Bras. Zootec.	Fugita et al.	2012	América do Sul	8	Sintética	concentrado	0,90	5,20	47,50	46,10	6,50
3	R. Bras. Zootec.	Fugita et al.	2012	América do Sul	8	Sintética	concentrado	1,00	5,30	46,50	46,80	6,70
3	R. Bras. Zootec.	Fugita et al.	2012	América do Sul	8	Sintética	concentrado	0,90	4,90	48,10	45,70	6,20
4	BMC Veterinary Research	da Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	1,50	10,27	42,10	35,77	11,92
4	BMC Veterinary Research	da Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	1,13	11,34	40,69	36,92	12,57
4	BMC Veterinary Research	da Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	1,23	7,90	41,29	41,58	9,11
4	BMC Veterinary Research	da Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	0,66	6,55	43,22	40,31	7,29

5	Meat Science	Freitas et al.	2014	América do Sul	30	Sintética	concentrado	1,45	8,18	45,84	44,11	9,98
5	Meat Science	Freitas et al.	2014	América do Sul	30	Sintética	pasto	2,14	7,66	45,66	43,86	10,13
6	Food Chemistry	Dias et al.	2008	Europa	6	crioula	suplementação	1,26	6,82	52,74	32,56	11,79
6	Food Chemistry	Dias et al.	2008	Europa	3	crioula	suplementação	1,24	6,72	52,56	32,73	13,19
6	Food Chemistry	Dias et al.	2008	Europa	2	crioula	suplementação	1,06	7,97	51,16	30,09	13,26
6	Food Chemistry	Dias et al.	2008	Europa	5	crioula	suplementação	1,62	6,53	52,93	34,50	11,80
7	Chilean J of Agric Research	Morales et al.	2012	América do Sul	80	Cruza taurina	Pasto	1,92	3,13	49,34	43,29	5,13
7	Chilean J of Agric Research	Morales et al.	2012	América do Sul	79	Cruza taurina	suplementação	2,08	3,54	49,61	42,53	5,65
7	Chilean J of Agric Research	Morales et al.	2012	América do Sul	46	Cruza taurina	concentrado	1,63	4,03	52,30	39,78	5,71
8	Meat Science	Partida et al.	2007	Europa	9	Continental	concentrado	0,45	10,98	46,79	37,15	11,52
8	Meat Science	Partida et al.	2007	Europa	8	Continental	concentrado	0,46	10,58	47,02	38,08	11,10
8	Meat Science	Partida et al.	2007	Europa	6	Continental	concentrado	0,39	10,48	46,74	38,04	10,94
8	Meat Science	Partida et al.	2007	Europa	8	Continental	concentrado	0,39	10,67	47,17	37,59	11,12
9	Lipids	Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	1,41	10,38	44,80	36,10	11,90
9	Lipids	Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	2,08	11,06	43,70	37,30	12,20
9	Lipids	Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	1,21	8,14	43,80	39,80	9,41
9	Lipids	Costa et al.	2013	Europa	10	Crioula	concentrado	0,63	5,35	46,20	42,00	6,07

## Meta-análise

Os resultados da meta-análise para o perfil lipídico da carne de bovinos de corte obtidos nos trabalhos revisados apresentaram alta heterogeneidade e uma diferença não significativa para os Subgrupos GG e RP (Tabela 2). Apenas o Subgrupo SA apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), indicando que dois dos três sistemas de alimentação categorizados poderiam influenciar no perfil lipídico da carne dos animais.

Tabela 2. Resultados gerados na meta-análise com as medidas de efeitos totais por Subgrupo, intervalos mínimo e máximo e variação da heterogeneidade entre os estudos ( $I^2$ ).

<b>Subgrupos</b>	<b>Ácidos Graxos</b>	<b>Medidas de Efeito (95% IC)</b>	<b><math>I^2</math>(%)</b>
<b>Sistemas de Alimentação</b>	Ômega -3	1,55 (1,10 – 2,00)	98,90
	Ômega -6	6,75 (5,68 - 7,82)	95,40
	Saturados	45,25 (43,92 - 46,58)	94,90
	Monoinsaturados	40,42 (38,42 - 42,42)	97,30
	Polinsaturados	9,15 (8,03 - 10,28)	93,70
<b>Grupo Genético</b>	Ômega -3	1,59 (1,16 - 2,02)	98,70
	Ômega -6	7,03 (5,82 - 8,23)	96,00
	Saturados	44,81 (43,55 - 46,07)	97,00
	Monoinsaturados	39,86 (37,64 - 42,08)	97,80
	Polinsaturados	9,40 (8,15 - 10,64)	94,70
<b>Região de Produção</b>	Ômega -3	1,45 (0,96 - 1,95)	99,10
	Ômega -6	7,12 (5,73 - 8,51)	97,20
	Saturados	45,61 (44,05 - 47,18)	96,70
	Monoinsaturados	40,82 (37,64 - 43,99)	92,70
	Polinsaturados	9,43 (8,03 - 10,84)	96,10

IC: Intervalo de Confiança;

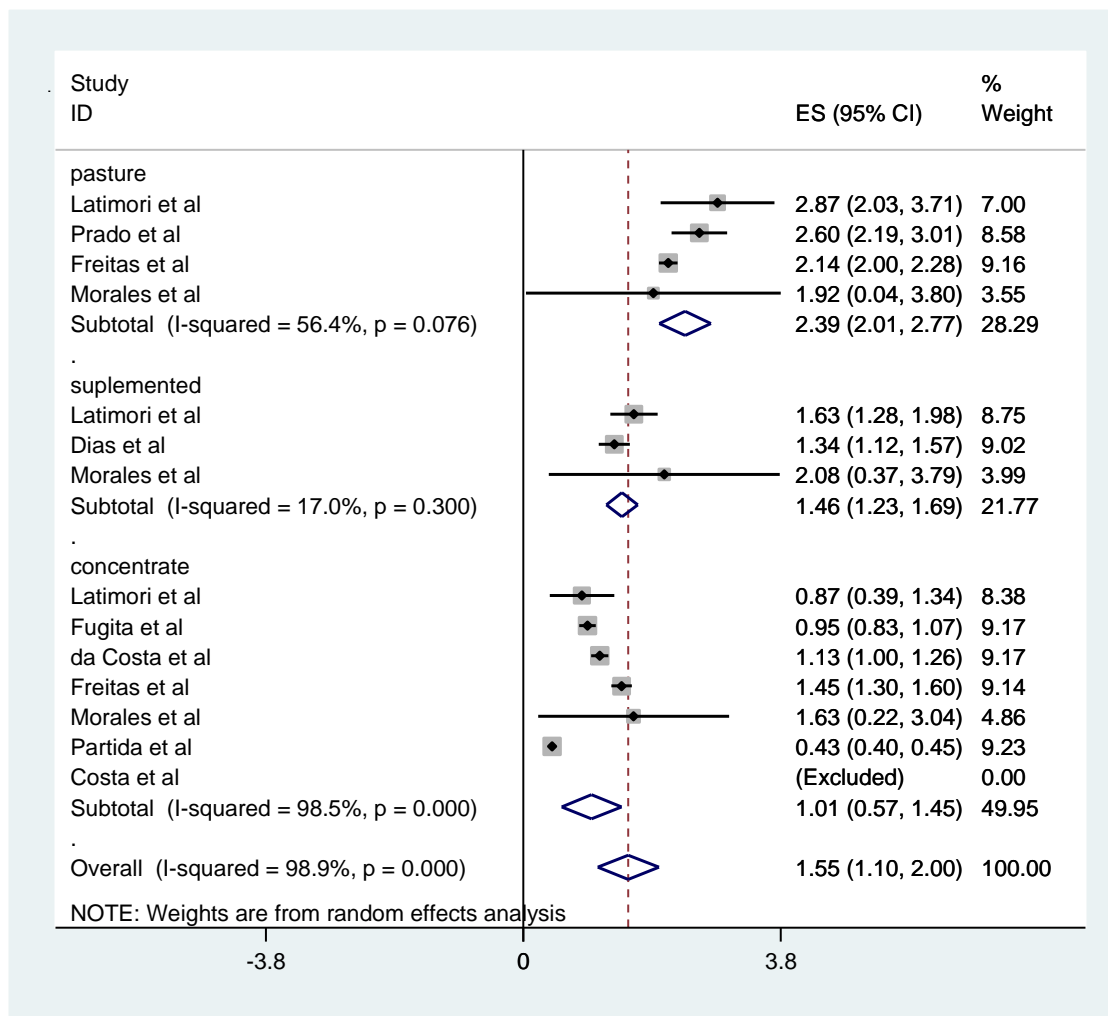
$I^2$ : Medida de inconsistência, que mede o quanto da diferença entre os estudos ocorre devido à heterogeneidade.

A alta heterogeneidade encontrada no presente trabalho é explicada pela diferença entre os dados, pelas características dos estudos ou pelos efeitos dos tratamentos utilizado nos mesmos. Esta heterogeneidade significativa afeta a medida de efeito, justificando a escolha metodológica para a análise dos dados (modelo de efeitos

aleatórios). A heterogeneidade é esperada na meta-análise e, portanto, o desafio é decidir sobre o método mais adequado para analisar os estudos heterogêneos (HIGGINS et al., 2008).

Somente no Subgrupo SA para ômega-3 houve significância (Figura 2). Os resultados apresentaram diferença significativa entre Pasto e Concentrado ( $p < 0,0002$ ). Com três variáveis (Pasto, Suplementação, Concentrado), foi feita uma adaptação para a realização do teste  $\alpha$ , o qual foi dividido por três, obtendo o valor de  $p$  na intersecção, já que o peso dos estudos é semelhante, sendo assim necessário explorar as estimativas máxima e mínima entre os estudos (média em percentual).

Na análise Suplementação x Concentrado não ocorreu diferença significativa ( $p = 0,1812$ ). Já na análise Pasto x Suplementação ocorreu o chamado *border line* ( $p = 0,0573$ ), indicando uma tendência de influência da alimentação na composição lipídica da carne, de acordo com o conteúdo do ácido graxo ômega-3.



Pasture = Variável Pasto; Supplemented = Variável Suplementação; Concentrate = Variável Concentrado

Figura 2. *Florest Plot* representando a influência do Subgrupo Sistemas de Alimentação sobre o teor de Ômega-3.

Na primeira coluna à esquerda (Figura 2), pode-se observar os estudos dos quais os dados foram extraídos, representados pela autoria dos artigos. A segunda coluna (ES) apresenta a medida de efeito em percentual de gordura e o seu respectivo intervalo de confiança. A terceira coluna (*% weight*) mostra o peso de cada estudo na análise. Para a meta-análise, cada estudo foi considerado como sua medida de precisão, considerando o peso dado para cada estudo. As linhas horizontais representam os intervalos de confiança (Figura 2). Cada estudo incluído é mostrado como uma linha horizontal com um quadrado no meio, o qual corresponde ao efeito do estudo e ao intervalo de

confiança. O tamanho do quadrado central é equivalente ao tamanho do estudo ou à proporção do peso que o estudo tem na contribuição ao efeito combinado. O losango apresentado ao final de cada análise representa a média de todas as variáveis. Em função das comparações múltiplas, não é suficiente analisar apenas os intervalos de confiança, mas também as estimativas obtidas no diamante.

Nos estudos apresentados, a medida de efeito dos dados agrupados para a variável Pasto foi de 2,39 com intervalo de confiança de 95% e intervalo entre 2,01 e 2,77, representando 28,29 % do peso entre os estudos avaliados. Em relação à variável Suplementação, a medida de efeito foi de 1,46, com intervalo entre 1,23 e 1,69, representando 21,77% do peso dos estudos. Já a medida de efeito para os dados agrupados para animais que alimentados com Concentrado foi de 1,01 e intervalo de 0,57 a 1,45, com peso final de 49,95%.

A diferença significativa apresentada para Pasto x Concentrado indica que a alimentação a pasto poderia afetar positivamente o teor de Ômega -3 na carne dos animais. Já a tendência apresentada, demonstrando uma possível relação entre ácidos graxos Ômega-3 e Pasto x Suplementação, pode ser explicada pelo fato de que a suplementação é utilizada nos sistemas a pasto em períodos específicos e limitados, não havendo, necessariamente, uma mudança substancial na composição da dieta. Ou seja, a suplementação não chegaria a descaracterizar a alimentação a pasto, mantendo as características da mesma no que se refere à composição lipídica do produto.

FREITAS et al. (2014), estudando novilhos Hereford e Braford terminados em confinamento ou em pastagens, encontraram que a carne de novilhos terminados a pasto apresentou maiores concentrações dos ácidos graxos C18:3n - 3 ( $p < 0,001$ ), C20:3n - 3 ( $p = 0,035$ ), n - 3 total ( $p < 0,001$ ) e menores concentrações na proporção n - 6 / n - 3 ( $p < 0,001$ ) na gordura intramuscular dos animais. Os autores não encontraram diferenças



entre os grupos genéticos, entretanto, concluíram que a carne de animais terminados exclusivamente a pasto apresentaram maiores concentrações de ácidos graxos n-3 e uma menor relação de n-6/n-3, concordando com os dados encontrados no presente estudo.

NUERNBERG et al. (2005) avaliaram o efeito de sistemas de alimentação baseados em pastagem ou concentrado e encontraram efeito positivo na alimentação a pasto, apresentando maiores valores de ácidos graxos Ômega -3, caracterizando que a carne de animais criados a pasto apresenta benefícios à saúde. Em estudo comparando dois sistemas de alimentação (sistema pasto x sistema confinado), KRAFT et al., (2008), encontraram valores maiores de Ômega-3 para o sistema a pasto. Similarmente, PORDOMINGO et al. (2012) avaliaram efeitos de estratégias de confinamento ou alimentação a pasto em novilhas Angus e encontraram maior teor de ácidos graxos Ômega-3 no grupo terminado a pasto. Esses resultados corroboram com os encontrados no presente trabalho, indicando uma relação entre a engorda a pasto e o teor do ácido graxo Ômega-3 na composição lipídica da carne bovina.

HUMADA et al. (2012) avaliaram o efeito de sistemas de alimentação a pasto + suplementação com concentrado e confinamento (concentrado *ad libitum* e palha de cereais) em animais da raça Tudaanca. Os autores verificaram que o percentual do teor de ácidos graxos n-6 apresentou uma tendência ( $p \leq 0,1$ ) em ser maior para o sistema com suplementação (média 17,3%) em comparação aos animais do confinamento (média 14,1%). Menores proporções ( $p \leq 0,001$ ) de ácidos graxos poli-insaturados foram encontradas em animais com alimentação em sistema confinado (média 16,5%) em comparação aos animais do sistema a pasto + suplementação (média 27%). Esta variação pode ser explicada pelo menor teor de ácidos graxos poli-insaturados na dieta rica em concentrado. Animais alimentados a pasto também apresentaram menor teor de ácidos graxos saturados, e um maior percentual de poli-insaturados. Como

consequência, a carne de animais suplementados a pasto teria um perfil de ácidos graxos mais favorável à saúde dos consumidores.

A maior quantidade de ômega-3 na carne relacionada à produção de animais a pasto pode ser explicada pela grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados encontrados no pasto (BOUFAIED et al., 2003). Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado papéis positivos para os ácidos graxos n-3 no desenvolvimento infantil, em doenças cardiovasculares e, mais recentemente, em doenças como depressão, déficit de atenção e hiperatividade (RIEDIGER et al., 2009). Os ácidos graxos da família Ômega -3 são conhecidos por terem efeitos contra a inflamação, a agregação de plaquetas, a hipertensão e a hiperlipidemia. Somado a isto, houve um aumento no número de autoridades que recomendam a ingestão de ácidos graxos poli-insaturados da família n-3 para a população (LAVIE et al., 2009).

Com base nos resultados obtidos na presente meta-análise pode-se inferir que a carne de animais criados a pasto é, possivelmente, mais indicada no que se refere ao consumo de maiores quantidades de Ômega-3. Contudo, a solidez metodológica dos estudos revisados e incluídos na análise foi baixa. O tamanho das amostras não foi justificado e o motivo da alocação e do tratamento não foi relatado em nenhum dos trabalhos revisados.

Um dos problemas encontrados na obtenção dos dados foi a dificuldade para padronizar diferentes tratamentos utilizados com os animais, muitas vezes, em um mesmo estudo, além da falta de padronização dos protocolos. Pesquisas de campo bem conduzidas são necessárias para melhor avaliar esses fatores. Uma das principais limitações verificadas nos resultados da meta-análise foi associada a grande dispersão dos dados publicados (resultados), representados pelas médias e desvios padrão relatados por grupos de tratamento.

Os resultados encontrados nos diferentes estudos podem ter sido fortemente influenciados pelas diferentes condições ambientais, diversos tipos de solo, manejo e estação do ano, entre outros. Do mesmo modo, a alta variabilidade encontrada entre os estudos ocorre devido a características inerentes à espécie estudada. Entretanto, é imprescindível estudar o teor lipídico da carne dos animais de forma mais conclusiva, pois o grande número de publicações sobre o assunto ainda não reflete em diretrizes definitivas. Assim, será possível atender aos mercados que buscam alimentos mais saudáveis, visando a saúde e o bem-estar do consumidor.

## **CONCLUSÃO**

O sistema de alimentação apresentou influência no teor lipídico de carnes de bovinos de corte. A carne de animais alimentados a pasto apresenta maiores teores de ácidos graxos da família ômega-3 na porção intramuscular.

A análise conjunta dos trabalhos revisados demonstrou não existir influência entre diferentes grupos genéticos e regiões de produção no teor lipídico da carne de bovinos de corte.

Os resultados encontrados nesta meta-análise foram baseados em pesquisas primárias existentes envolvendo trabalhos de pequeno tamanho de amostras. Assim, a validade primária existente nesta pesquisa é limitada, sendo necessária a realização de estudos maiores para sua validação.

## **REFERÊNCIAS**

BOUFAÏED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G. F.; PETIT, H. V.; MICHAUD, R.; BÉLANGER, G. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 501-511, 2003.

BUCHANAN, J. W.; GARMYN, A. J.; HILTON, G. G.; VANOVERBEKE, D. L.; DUAN, Q.; BEITZ, D. C.; MATEESCU, R. G. Comparison of gene expression and fatty acid profiles in concentrate and forage finished beef **Journal of animal science**, v. 91, n. 1, p. 1-9, 2013.

BULLE, M. L.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R.; ANTONIO, E.; TITTO, L.; LANNA, D. P. D. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 31, n. 1, p. 444-450, 2002.

DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, K. Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls **Archiv fur Tierzucht**, v. 49, n. 4, p. 315, 2006.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v.53, n. 2, p.81-98, 2004.

FREITAS, A. K.; LOBATO, J. F. P.; CARDOSO, L. L.; TAROUCO, J. U.; VIEIRA, R. M.; DILLENBURG, D. R.; CASTRO, I. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat science**, v. 96, n. 1, p. 353-360, 2014.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O' RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of animal science-menasha then albany then champaign illinois**, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A.; SANCHO, A. M.; LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; AMIGONE, M. A.; CASAL, J. J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 500-508, 2008.

GIANNOTTI, J. D. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 435-440, 2002.

GOFFMAN, F. D.; BÖHME, T. Relationship between fatty acid profile and vitamin E content in maize hybrids (*Zea mays* L.). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4990-4994, 2001.

HIGGINS, J.; DEEKS, J. J.; ALTMAN, D. G. (2008). Special topics in statistics. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Cochrane book series**, p. 481-529, 2008.

HOWE, P.; MEYER, B., RECORD, S.; BAGHURST, K. Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. **Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 47-53, 2006.

HUMADA, M. J.; SERRANO, E.; SAÑUDO, C.; ROLLAND, D. C.; DUGAN, M. E. R. Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acids from young Tudanca bulls. **Meat science**, v. 90, n. 3, p. 678-685, 2012.

IOANNIDIS, J. P.; PATSOPOULOS, N. A.; ROTHSTEIN, H. R. Research methodology: reasons or excuses for avoiding meta-analysis in forest plots. **BMJ: British Medical Journal**, v. 336, n. 7658, p. 1413, 2008.

KATAN, M.B.; MENSINK, R.P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v.37, p.52-54, 1993.

KRAFT, J.; KRAMER, J. K.; SCHOENE, F.; CHAMBERS, J. R.; JAHREIS, G. Extensive analysis of long-chain polyunsaturated fatty acids, CLA, trans-18: 1 isomers, and plasmalogenic lipids in different retail beef types. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 12, p. 4775-4782, 2008.

LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; GARCIA, P. T.; CARDUZA, F. J.; GRIGIONI, G.; PENSEL, N. A. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 463-469, 2008.

LAVIE, C. J.; MILANI, R. V.; MEHRA, M. R.; VENTURA, H. O. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 54, n. 7, p. 585-594, 2009.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas-ênfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285-294, 2007.

LUIZ, A.J.B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 407-428, 2002.

MAPIYE, C.; ALDAI, N.; TURNER, T. D.; AALHUS, J. L.; ROLLAND, D. C.; KRAMER, J. K. G.; DUGAN, M. E. R. The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 210-220, 2012.

MORALES, R.; FOLCH, C.; IRAIRA, S.; TEUBER, N.; REALINI, C. E. Nutritional quality of beef produced in Chile from different production systems. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, n. 1, p. 80-86, 2012.

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E. D.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N. D.; NASCIMENTO, W. G. D. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 609-616, 2003.

NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J.D.; NUTEC, G.R.; RICHARDSON, R. I. Effect of a

grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v. 94, n. 1, p. 137-147, 2005.

ORELLANA, C.; PEÑA, F.; GARCÍA, A.; PEREA, J.; MARTOS, J.; DOMENECH, V.; ACERO, R. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. **Meat science**, v. 81, n. 1, p. 57-64, 2009.

COSTA, A. S.; SILVA, M. P.; ALFAIA, C. P.; PIRES, V. M.; FONTES, C. M.; BESSA, R. J.; PRATES, J. A. Genetic background and diet impact beef fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. **Lipids**, v. 48, n. 4, p. 369-381, 2013.

DA COSTA, A. S.; PIRES, V. M.; FONTES, C. M.; PRATES, J. A. M. Expression of genes controlling fat deposition in two genetically diverse beef cattle breeds fed high or low silage diets. **BMC veterinary research**, v. 9, n. 1, p. 118, 2013.

DIAS, L. G.; CORREIA, D. M.; SÁ-MORAIS, J.; SOUSA, F.; PIRES, J. M.; PERES, A. M. Raw bovine meat fatty acids profile as an origin discriminator. **Food chemistry**, v. 109, n. 4, p. 840-847, 2008.

ELGERSMA, A.; ELLEN, G.; VAN DER HORST, H.; MUUSE, B. G.; BOER, H.; TAMMINGA, S. Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), affected by cultivar and regrowth interval. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1, p. 191-205, 2003.

FUGITA, C. A.; PRADO, I. N. D.; JOBIM, C. C.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; PIRES, M. C. D. O.; FRANÇOZO, M. C. Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 154-163, 2012

PORDOMINGO, A. J.; GARCÍA, T. P.; LAGRECA, G. V. Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. **Meat science**, v. 90, n. 4, p. 947-955, 2012.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal feed science and technology**, v. 113, n. 1, p. 199-221, 2004.

RIEDIGER, N. D.; OTHMAN, R. A.; SUH, M.; MOGHADASIAN, M. H. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n. 4, p. 668-679, 2009.

NÜRNBERG, K.; ENDER, B.; PAPSTEIN, H. J.; WEGNER, J.; ENDER, K.; NÜRNBERG, G. Effects of growth and breed on the fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, v. 208, n. 5-6, p. 332-335, 1999.

PARTIDA, J. A.; OLLETA, J. L.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; CAMPO, M. M. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. **Meat science**, v. 76, n. 3, p. 444-454, 2007.

PRADO, I. N. D.; ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M. D.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 10, p. 1449-1457, 2008.

SEXTEN, A. K.; KREHBIEL, C. R.; DILLWITH, J. W.; MADDEN, R. D.; MCMURPHY, C. P.; LALMAN, D. L.; MATEESCU, R. G. Effect of muscle type, sire



breed, and time of weaning on fatty acid composition of finishing steers. **Journal of animal science**, v. 90, n. 2, p. 616-625, 2012.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação da composição lipídica da carne de bovinos de diferentes características extrínsecas contribui de forma expressiva no conhecimento dos fatores relevantes para a formação dos ácidos graxos de interesse à saúde humana. O uso de informações agrupadas por meio de revisão sistemática e meta-análise constitui uma forma importante para elucidar questões ainda inconclusivas, porém a solidez metodológica e clareza dos dados foram identificadas como limitações.

Os efeitos biológicos de todos os metabólitos de ácidos graxos poli-insaturados na gordura da carne de ruminantes e suas possíveis interações ainda devem ser investigados. A produção de carne com concentrações significativamente melhoradas de produtos da biohidrogenação com potenciais benefícios para a saúde humana continua a ser um desafio, mas as recentes estratégias desenvolvidas na alimentação têm se mostrado promissoras.

Apesar das variações individuais de cada animal, progressos têm sido feitos nos últimos anos para entender a dinâmica do ambiente ruminal, e como manipulá-lo para aumentar a população de bactérias ruminais para produção do ácido graxo pretendido. Ser capaz de produzir carne de forma consistente, com enriquecimento em ácidos graxos específicos é o próximo objetivo a ser alcançado. Futuramente, dietas com produtos de carne bovina especializados, com perfis personalizados de ácidos graxos podem tornar-se parte da dieta de um indivíduo, sob medida para atender às suas predisposições genéticas, ou de saúde.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEBRÓN, L. B.; DOPICO, D. C. The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality: an empirical application for beef. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 3, p. 229-238, 2000
- BANOVIĆ, M. *et al.* Beef quality perception at the point of purchase: A study from Portugal. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 4, p. 335-342, 2009
- BARTOŇ, L. *et al.* Factors affecting fatty acid composition and dietetic value of beef. **Animal Science Papers and Reports**, v. 23, n. 4, p. 261-267, 2005
- BARTOŇ, L. *et al.* Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. **Meat science**, v. 76, n. 3, p. 517-523, 2007
- BOUFAÏED, H. *et al.* Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 501-511, 2003
- BUCHANAN, J. W. *et al.* Comparison of gene expression and fatty acid profiles in concentrate and forage finished beef. **Journal of animal science**, v. 91, n. 1, p. 1-9, 2013
- CHAMBAZ, A. *et al.* Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v. 63, n. 4, p. 491-500, 2003
- CLAPHAM, W. M. *et al.* Fatty acid composition of traditional and novel forages. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 26, p. 10068-10073, 2005
- COOK, D. J.; MULROW, C. D.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of internal medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997
- DALEY, C. A. *et al.* A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition journal**, v. 9, n. 1, p. 10, 2010
- DANNENBERGER, Dirk *et al.* Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18: 1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p. 6607-6615, 2004
- DE LA TORRE *et al.* Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. **British Journal of Nutrition**, v. 95, n. 02, p. 346-352, 2006
- DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004

DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. UFRGS. Porto Alegre – Brasil. 2007, 276p

DUCKETT, S. K. *et al.* Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content. **Journal of animal science**, v. 87, n. 9, p. 2961-2970, 2009

DUGAN, M. *et al.* Review: Trans-forming beef to provide healthier fatty acid profiles. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 545-556, 2011

EGGER, M.; SMITH, G. D. Meta-analysis: potentials and promise. **Bmj**, v. 315, n. 7119, p. 1371-1374, 1997

FRENCH, P. *et al.* Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of animal science-menasha then albany then champaign illinois-**, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000

GARCIA, P. T. *et al.* Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 500-508, 2008

GIANNOTTI, J.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 435-440, 2002

GIVENS, D. I.; KEM, K. E.; GIBBS, R. A. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat science**, v. 74, n. 1, p. 209-218, 2006

INDURAIN, G. *et al.* Effect of weight at slaughter and breed on beef intramuscular lipid classes and fatty acid profile. **Animal**, v. 4, n. 10, p. 1771-1780, 2010

JEREMIAH, L. E.; GIBSON, L. L. The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. **Food Research International**, v. 36, n. 9, p. 929-941, 2003

JUÁREZ, M. *et al.* Effects of vitamin E and flaxseed on rumen-derived fatty acid intermediates in beef intramuscular fat. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 434-440, 2011

KALACŮ, P. The effects of feeding fresh forage and silage on some nutritional attributes of beef: an overview. **Journal of Agrobiology**, v. 28, n. 1, p. 1-13, 2011

KIM, E. J. *et al.* Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 9, p. 1341-1350, 2009

KRAFT, J. *et al.* Extensive analysis of long-chain polyunsaturated fatty acids, CLA, trans-18: 1 isomers, and plasmalogenic lipids in different retail beef types. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 56, n. 12, p. 4775-4782, 2008

- LABORDE, F. L. *et al.* Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal of animal science-menasha then albany then champaign illinois-**, v. 79, n. 2, p. 355-365, 2001
- LARICK, D. K.; TURNER, B. E. Headspace Volatiles and Sensory Characteristics of Ground Beef from Forage-and Grain-Fed Heifers. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 3, p. 649-654, 1990
- LOVATTO, P. A. *et al.* Meta-análise em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285-294, 2007
- LUIZ, A. J. B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 407-428, 2002
- MALAU-ADULI, A. E. O. *et al.* A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.
- MAPIYE, C. *et al.* The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 210-220, 2012
- MUCHENJE, V. *et al.* Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009
- NÜRNBERG, K. *et al.* Effects of growth and breed on the fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, v. 208, n. 5-6, p. 332-335, 1999
- PITCHFORD, W. S. *et al.* Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 11, p. 2825-2832, 2002
- PURCHAS, R. W.; ZOU, M. Composition and quality differences between the longissimus and infraspinatus muscles for several groups of pasture-finished cattle. **Meat science**, v. 80, n. 2, p. 470-479, 2008
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal feed science and technology**, v. 113, n. 1, p. 199-221, 2004.
- RODRIGUES, C. L.; ZIELGEMANN, P. K. Metanálise: um guia prático **Rev HCPA** v.30, n.4, p.436-447, 2010
- SARGEANT, J. M. *et al.* The process of systematic review and its application in agri-food public-health. **Preventive veterinary medicine**, v. 75, n. 3, p. 141-151, 2006
- SAUVANT, D. *et al.* Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal** v.2, n.08, p. 1203-1214, 2008

SCOLLAN, N. D. *et al.* Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v. 85, n. 01, p. 115-124, 2001

SCOLLAN, N. D. *et al.* Effects of including a ruminally protected lipid supplement in the diet on the fatty acid composition of beef muscle. **British Journal of Nutrition**, v. 90, n. 03, p. 709-716, 2003

SCOLLAN, N. *et al.* Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat science**, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006

SEXTEN, A. K. *et al.* Effect of muscle type, sire breed, and time of weaning on fatty acid composition of finishing steers. **Journal of animal science**, v. 90, n. 2, p. 616-625, 2012

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 60, n. 9, p. 502-507, 2006

SINCLAIR, K. D. *et al.* Factors influencing beef eating quality 1. Effects of nutritional regimen and genotype on organoleptic properties and instrumental texture. **Animal Science**, v. 72, n. 2, p. 269-277, 2001

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v. 62, n. 3, p. 295-308, 2002

USDA Agricultural Projections to 2023. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. **Long-term Projections Report OCE**, p. 97, 2014

VATANSEVER, L. *et al.* Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. **Animal Science**, v. 71, n. 3, p. 471-482, 2000

VELIK, M. *et al.* Fattening heifers on continuous pasture in mountainous regions—implications for productivity and meat quality. **Czech J. Anim. Sci**, v. 58, p. 360-368, 2013

VERBEKE, W. *et al.* European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee: insights from a qualitative study in four EU countries. **Appetite**, v. 54, n. 2, p. 289-296, 2010.

VERBEKE, W.; WARD, R W. Consumer interest in information cues denoting quality, traceability and origin: An application of ordered probit models to beef labels. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 6, p. 453-467, 2006

WARREN, H. E. *et al.* Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 256-269, 2008

WARREN, H. E. *et al.* Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 270-278, 2008

WEBB, E. C.; O'NEILL, H. A. The animal fat paradox and meat quality. **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 28-36, 2008

WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: **report of a joint WHO/FAO expert consultation**, Geneva, 28, February 2002

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie. EDP Sciences**, 2000. V.49, n.3, p. 165-180, 2000

WOOD, J. D. *et al.* Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004

WOOD, J. D. *et al.* Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008

WOODS, V. B.; FEARON, A .M. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. **Livestock Science**, v. 126, n. 1, p. 1-20, 2009

## ANEXO A

### Resumo das análises estatísticas realizadas

metan n3 n3\_ep,randomi by( alimentao) label(namevar= autoria)

Study		ES	[95% Conf. Interval]		% Weight
-----+-----					
pasture					
Latimori et al		2.867	2.026	3.708	7.00
Prado et al		2.599	2.190	3.008	8.58
Freitas et al		2.140	2.003	2.277	9.16
Morales et al		1.920	0.038	3.802	3.55
Sub-total					
D+L pooled ES		2.389	2.006	2.772	28.29
-----+-----					
supplemented					
Latimori et al		1.633	1.285	1.982	8.75
Dias et al		1.344	1.116	1.572	9.02
Morales et al		2.080	0.375	3.785	3.99
Sub-total					
D+L pooled ES		1.458	1.226	1.691	21.77
-----+-----					
concentrate					
Latimori et al		0.867	0.390	1.343	8.38
Fugita et al		0.950	0.828	1.072	9.17
da Costa et al		1.130	1.003	1.257	9.17
Freitas et al		1.450	1.299	1.601	9.14
Morales et al		1.630	0.219	3.041	4.86
Partida et al		0.425	0.402	0.449	9.23



Costa et al		(Excluded)			
Sub-total					
D+L pooled ES		1.009	0.565	1.454	49.95
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		1.549	1.097	2.001	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of			
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
pasture	6.89	3	0.076	56.4%	0.0736
supplemented	2.41	2	0.300	17.0%	0.0088
concentrate	341.48	5	0.000	98.5%	0.2619
Overall	1100.55	12	0.000	98.9%	0.5758

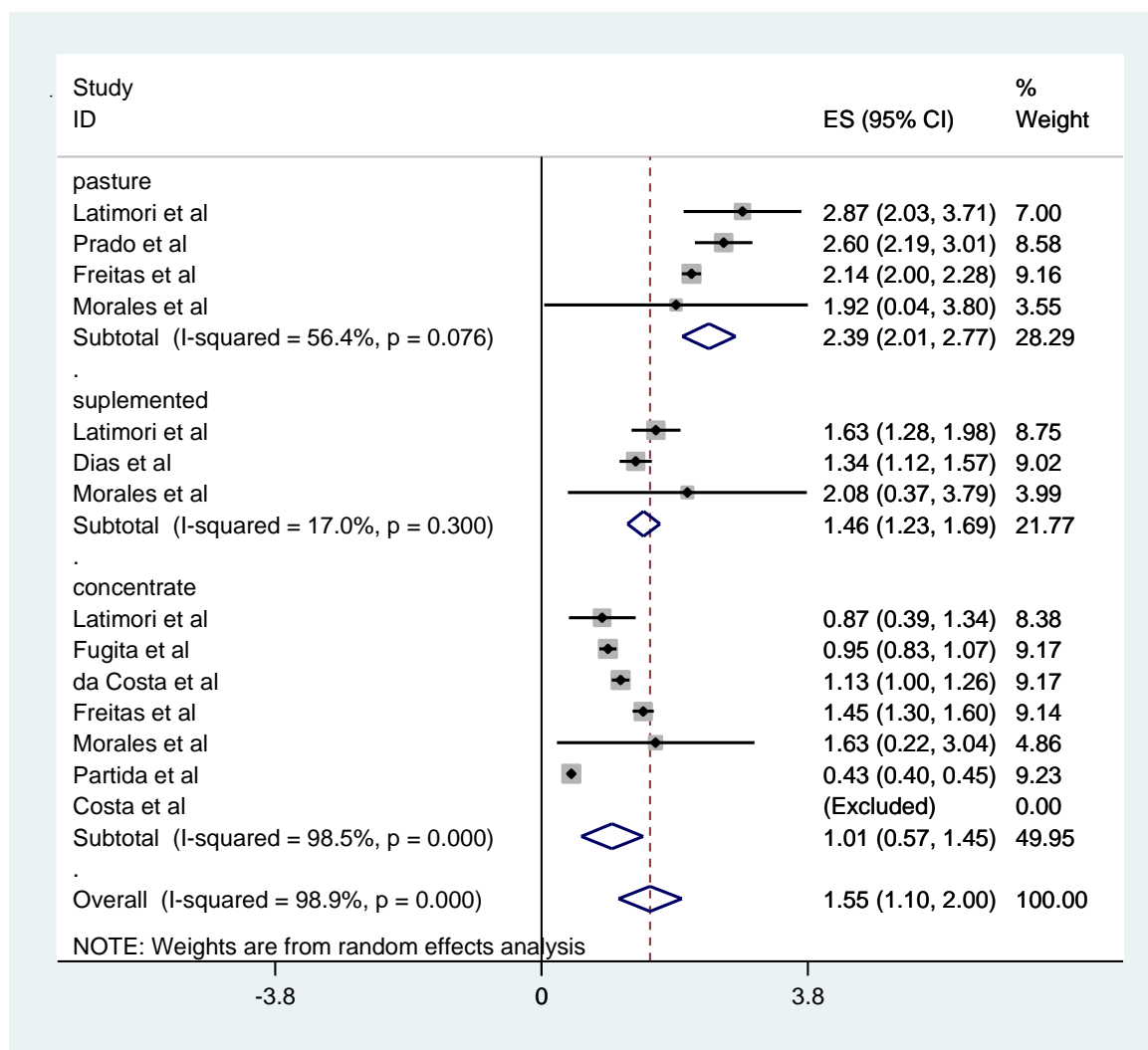
\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

pasture	z= 12.22	p = 0.000
supplemented	z= 12.27	p = 0.000
concentrate	z= 4.45	p = 0.000
Overall	z= 6.72	p = 0.000



```
. metan n6 n6_ep,randomi by( alimentao) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----			
pasture			
Latimori et al	5.767	4.186 7.347	7.51
Prado et al	6.943	6.133 7.753	8.54
Freitas et al	7.660	7.260 8.060	8.87
Morales et al	3.130	1.131 5.129	6.84
Sub-total			
D+L pooled ES	6.179	4.799 7.560	31.77
-----+-----			
supplemented			
Latimori et al	6.050	4.624 7.476	7.75
Dias et al	6.854	5.507 8.202	7.86
Morales et al	3.540	0.032 7.048	4.58
Sub-total			
D+L pooled ES	6.123	4.841 7.406	20.19
-----+-----			
concentrate			
Latimori et al	8.100	5.932 10.268	6.57
Fugita et al	5.100	4.705 5.495	8.87
da Costa et al	9.015	8.148 9.882	8.48
Freitas et al	8.180	7.717 8.643	8.83
Morales et al	4.030	1.952 6.108	6.71
Partida et al	10.700	9.924 11.476	8.58
Costa et al		(Excluded)	
Sub-total			
D+L pooled ES	7.581	5.562 9.600	48.05

---

Overall					
D+L pooled ES		6.750	5.678	7.821	100.00

---

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of			
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
pasture	24.19	3	0.000	87.6%	1.5824
supplemented	3.14	2	0.208	36.3%	0.4689
concentrate	230.02	5	0.000	97.8%	5.9369
Overall	261.59	12	0.000	95.4%	3.3301

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

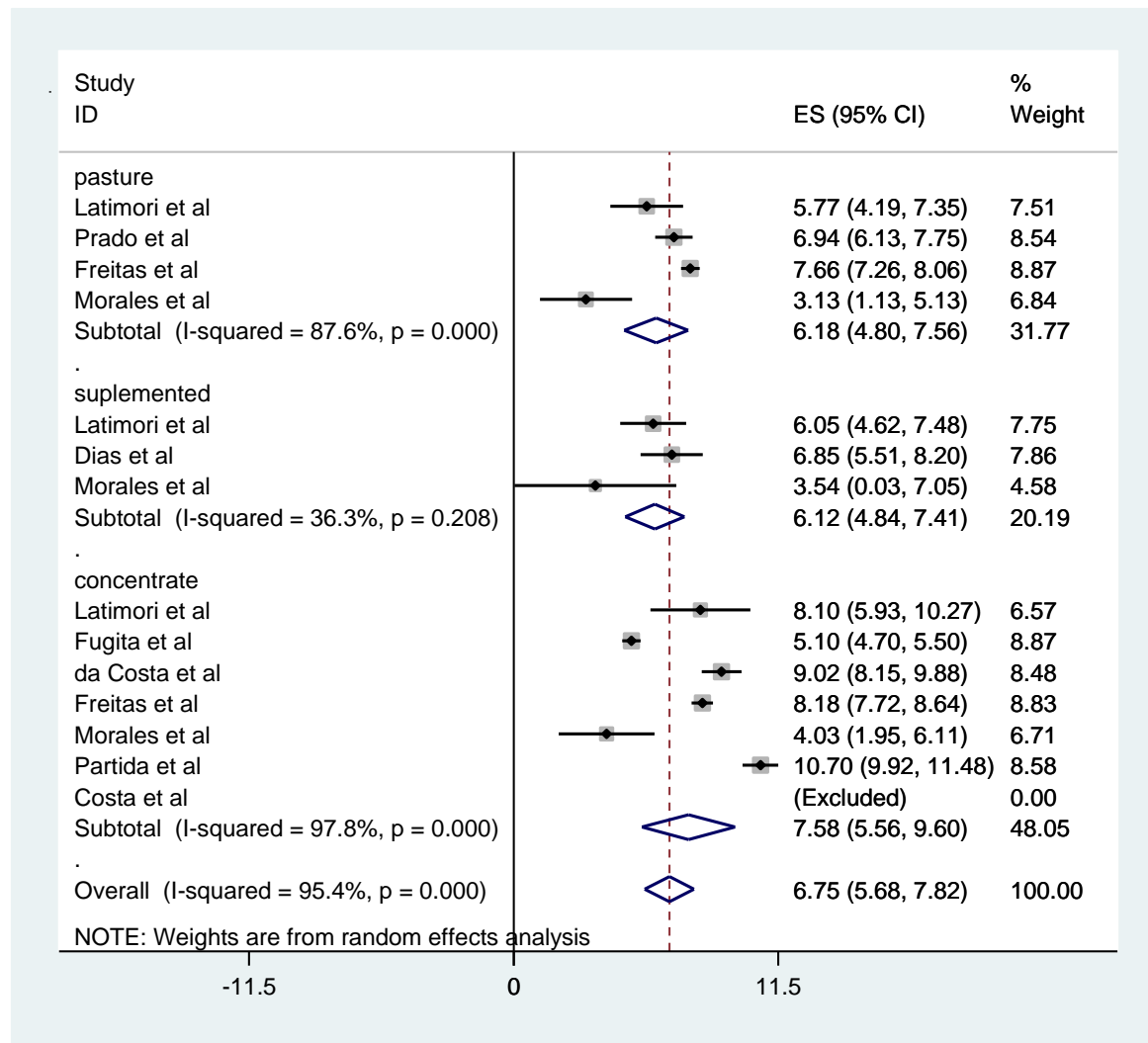
Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

pasture	z= 8.77	p = 0.000
supplemented	z= 9.36	p = 0.000
concentrate	z= 7.36	p = 0.000
Overall	z= 12.34	p = 0.000

---



```
. metan sfa sfa_ep,randomi by( alimentao) label(namevar= autoria)
```

```
Study | ES [95% Conf. Interval] % Weight
-----+-----
pasture
Latimori et al | 39.133 35.810 42.456 5.93
```

Prado et al		46.941	46.144	47.737	9.10
Freitas et al		45.660	45.013	46.307	9.21
Morales et al		49.340	43.970	54.710	3.71
Sub-total					
D+L pooled ES		45.294	43.330	47.259	27.95
-----+-----					
supplemented					
Latimori et al		38.933	36.830	41.036	7.62
Dias et al		52.568	48.223	56.913	4.69
Morales et al		49.610	43.436	55.784	3.11
Sub-total					
D+L pooled ES		46.844	36.942	56.745	15.42
-----+-----					
concentrate					
Latimori et al		37.433	33.515	41.352	5.18
Fugita et al		47.300	46.508	48.092	9.11
da Costa et al		41.825	41.085	42.565	9.15
Freitas et al		45.840	45.136	46.544	9.17
Morales et al		52.300	48.752	55.848	5.64
Partida et al		46.938	46.397	47.478	9.27
Costa et al		44.625	43.853	45.397	9.12
Sub-total					
D+L pooled ES		45.281	43.443	47.118	56.63
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		45.248	43.919	46.578	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
pasture	24.28	3	0.000	87.6%	2.6560	
supplemented	36.68	2	0.000	94.5%	71.4043	
concentrate	177.96	6	0.000	96.6%	5.3325	
Overall	255.60	13	0.000	94.9%	4.8908	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

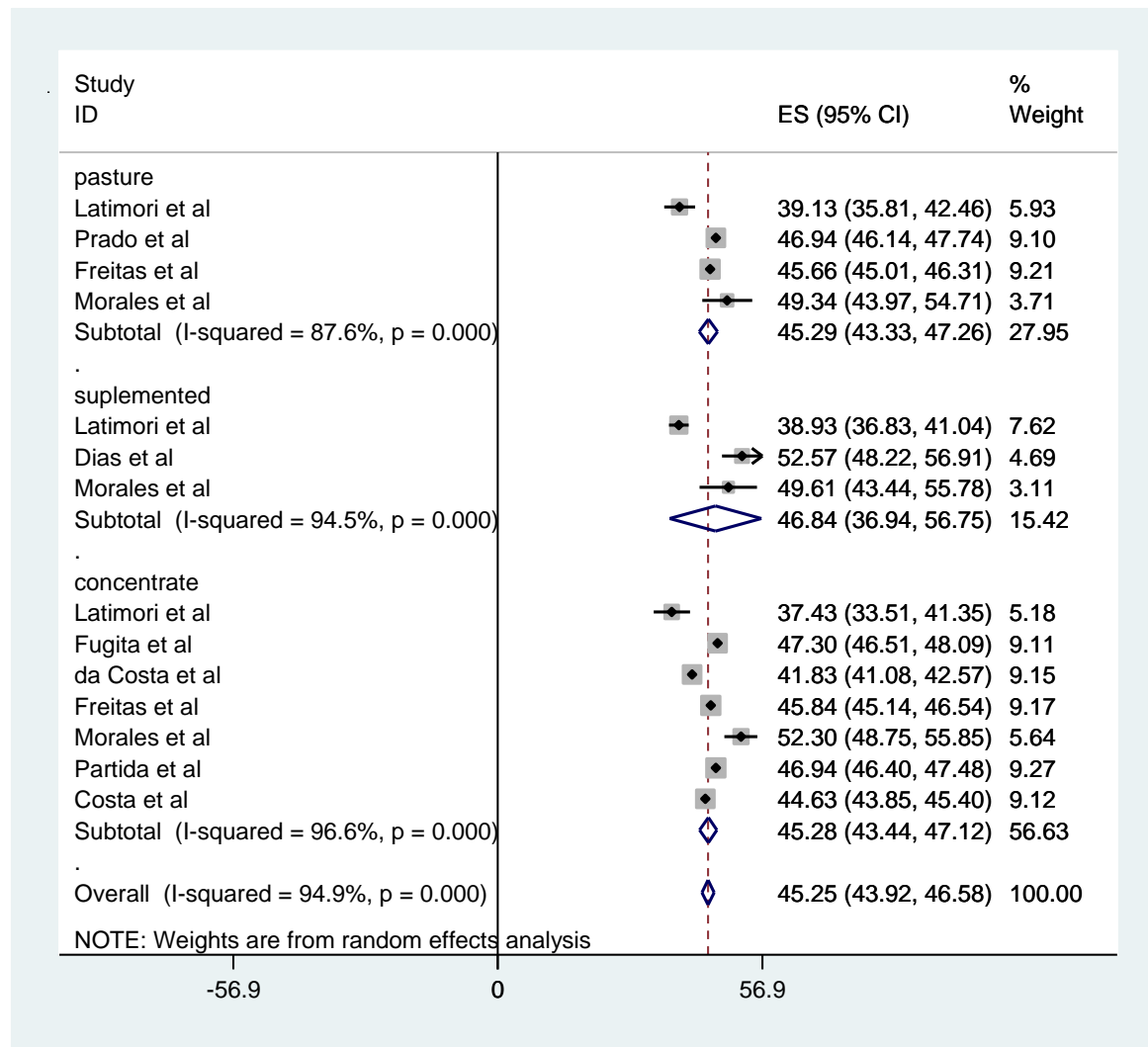
Significance test(s) of ES=0

pasture	z= 45.19	p = 0.000
supplemented	z= 9.27	p = 0.000
concentrate	z= 48.31	p = 0.000
Overall	z= 66.69	p = 0.000

-----

.

.



```
. metan mufa mufa_ep,randomi by( alimentao) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----			
pasture			
Latimori et al	38.233	35.474 40.993	7.11
Prado et al	38.263	36.972 39.553	7.95



Freitas et al		43.860	43.237	44.483	8.16
Morales et al		43.290	38.704	47.876	5.74
Sub-total					
D+L pooled ES		40.832	37.001	44.663	28.95
-----+-----					
supplemented					
Latimori et al		40.750	38.367	43.133	7.36
Dias et al		32.889	29.158	36.621	6.39
Morales et al		42.530	35.866	49.194	4.30
Sub-total					
D+L pooled ES		38.473	32.597	44.349	18.06
-----+-----					
concentrate					
Latimori et al		40.533	37.059	44.008	6.59
Fugita et al		46.275	45.543	47.007	8.13
da Costa et al		38.645	37.532	39.758	8.02
Freitas et al		44.110	43.426	44.794	8.14
Morales et al		39.780	35.448	44.112	5.94
Partida et al		37.676	36.988	38.363	8.14
Costa et al		38.800	37.737	39.863	8.03
Sub-total					
D+L pooled ES		40.881	37.809	43.953	52.99
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		40.422	38.421	42.423	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
pasture	68.78	3	0.000	95.6%	13.5454	
supplemented	13.42	2	0.001	85.1%	22.0389	
concentrate	388.06	6	0.000	98.5%	16.0696	
Overall	488.32	13	0.000	97.3%	12.6841	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

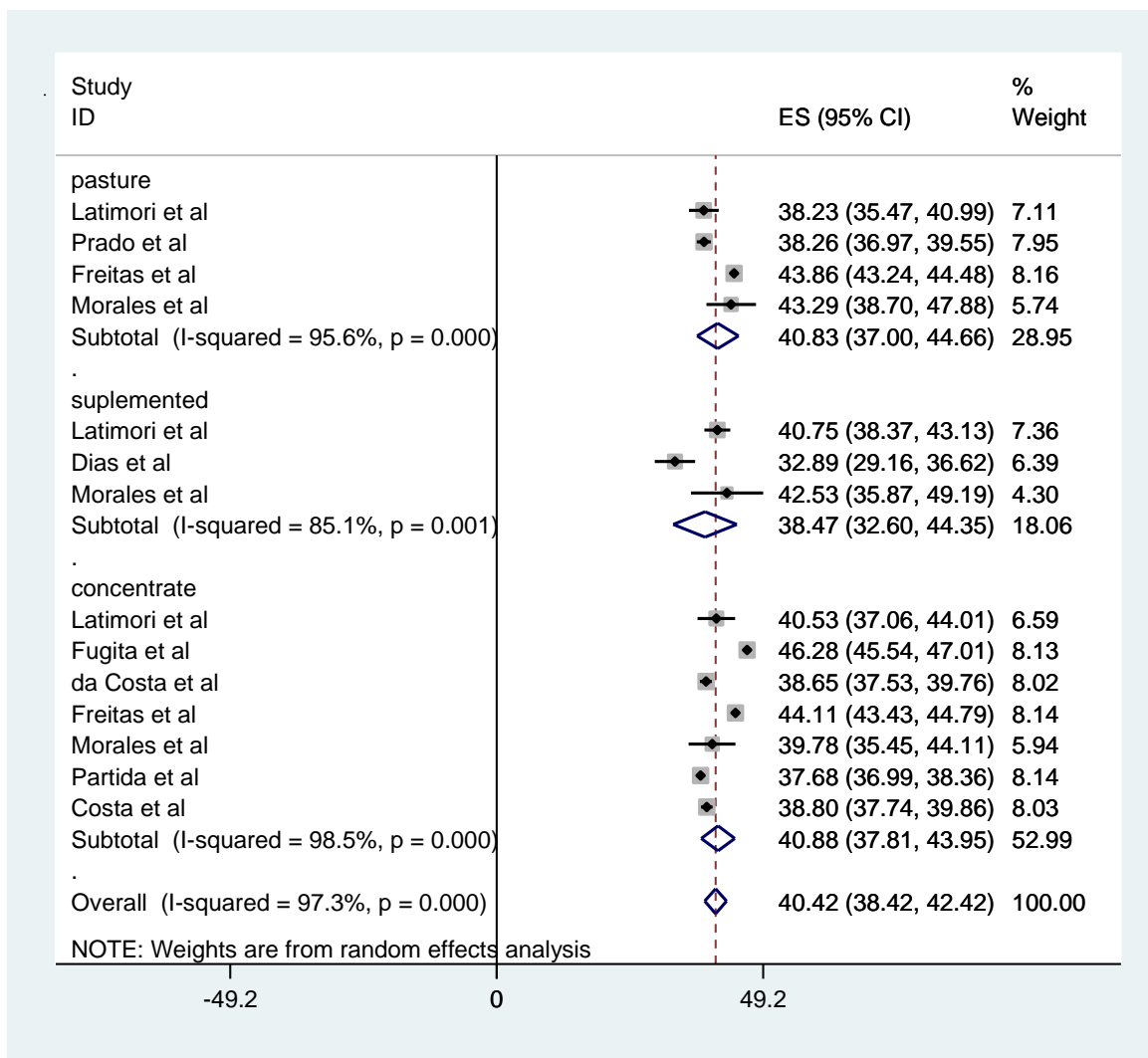
only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

pasture	z= 20.89	p = 0.000
supplemented	z= 12.83	p = 0.000
concentrate	z= 26.08	p = 0.000
Overall	z= 39.59	p = 0.000

-----

--more--



```
. metan pufa pufa_ep,randomi by( alimentao) label(namevar= autoria)
```

```
Study | ES [95% Conf. Interval] % Weight
-----+-----
pasture
Latimori et al | 8.967 6.769 11.164 6.64
```

Prado et al		10.230	8.782	11.679	7.75
Freitas et al		10.130	9.622	10.638	8.73
Morales et al		5.130	1.347	8.913	4.44
Sub-total					
D+L pooled ES		9.486	8.224	10.748	27.56
-----+-----					
suplemented					
Latimori et al		8.217	6.494	9.939	7.36
Dias et al		12.239	10.601	13.878	7.48
Morales et al		5.650	1.024	10.276	3.56
Sub-total					
D+L pooled ES		9.124	5.586	12.662	18.39
-----+-----					
concentrate					
Latimori et al		9.200	6.884	11.516	6.46
Fugita et al		6.450	5.978	6.922	8.75
da Costa et al		10.222	9.250	11.195	8.34
Freitas et al		9.980	9.402	10.558	8.68
Morales et al		5.710	2.496	8.924	5.16
Partida et al		11.196	10.392	12.000	8.50
Costa et al		9.895	8.770	11.020	8.16
Sub-total					
D+L pooled ES		9.096	7.357	10.834	54.05
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		9.152	8.026	10.279	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
pasture	7.56	3	0.056	60.3%	0.8963	
supplemented	14.69	2	0.001	86.4%	7.8682	
concentrate	160.47	6	0.000	96.3%	4.9177	
Overall	207.12	13	0.000	93.7%	3.7163	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

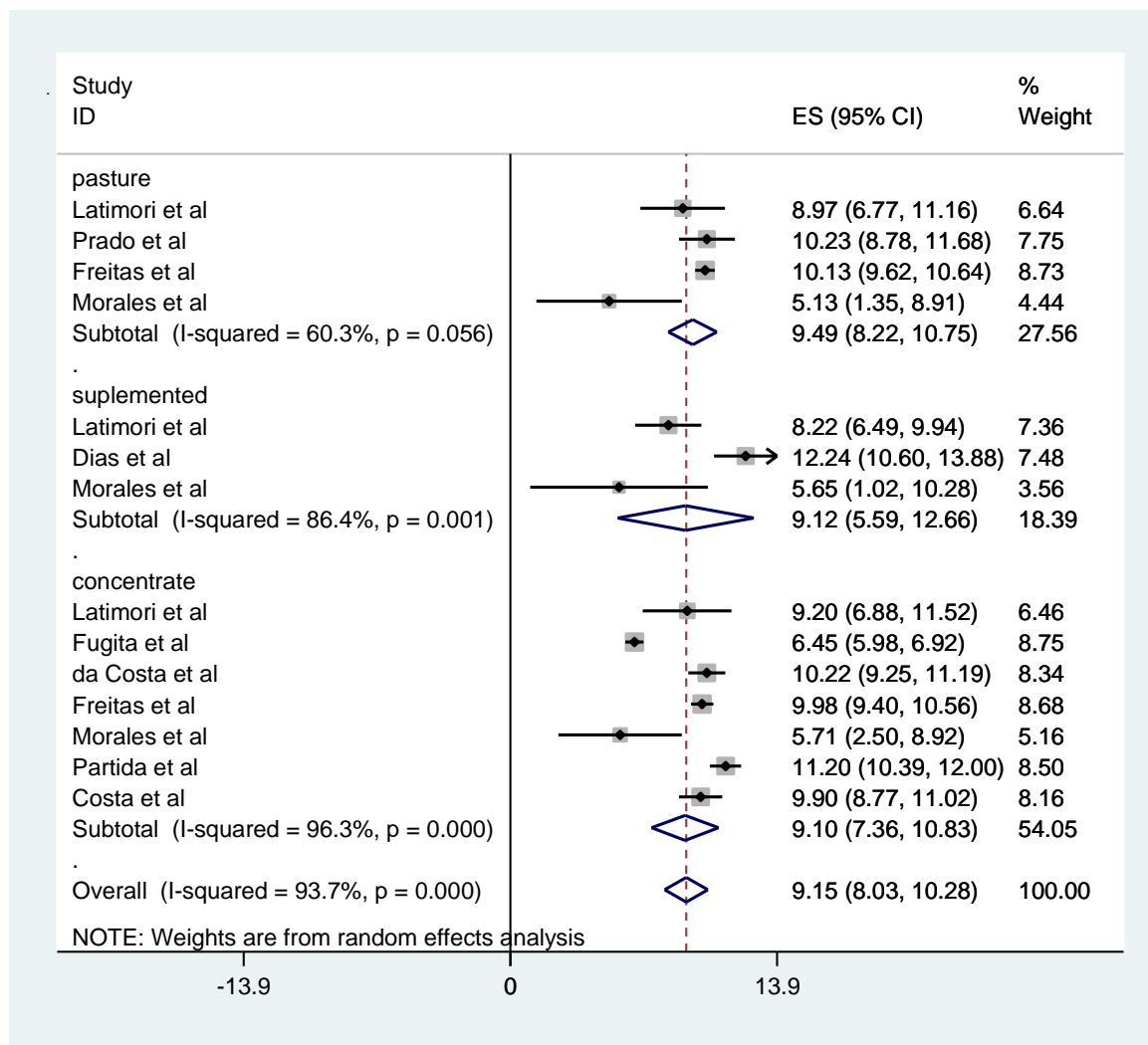
only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

pasture	z= 14.73	p = 0.000
supplemented	z= 5.05	p = 0.000
concentrate	z= 10.26	p = 0.000
Overall	z= 15.93	p = 0.000

-----

--more--



```
. metan n3 n3_ep,randomi by( grupogentico) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----			
Britânica			
Latimori et al	2.100	1.540 2.660	8.64

Sub-total					
D+L pooled ES		2.100	1.540	2.660	8.64

-----+-----

#### Continental

Latimori et al		1.625	1.088	2.162	8.74
----------------	--	-------	-------	-------	------

Partida et al		0.425	0.402	0.449	10.09
---------------	--	-------	-------	-------	-------

Sub-total					
-----------	--	--	--	--	--

D+L pooled ES		0.994	-0.180	2.168	18.83
---------------	--	-------	--------	-------	-------

-----+-----

#### Cruza taurina

Latimori et al		1.333	0.834	1.832	8.90
----------------	--	-------	-------	-------	------

Prado et al		2.193	1.752	2.633	9.14
-------------	--	-------	-------	-------	------

Morales et al		1.917	0.886	2.947	6.42
---------------	--	-------	-------	-------	------

Sub-total					
-----------	--	--	--	--	--

D+L pooled ES		1.805	1.182	2.428	24.46
---------------	--	-------	-------	-------	-------

-----+-----

#### Crioula

Prado et al		3.190	2.543	3.837	8.24
-------------	--	-------	-------	-------	------

da Costa et al		1.130	1.003	1.257	10.01
----------------	--	-------	-------	-------	-------

Dias et al		1.344	1.116	1.572	9.82
------------	--	-------	-------	-------	------

Costa et al		(Excluded)			
-------------	--	------------	--	--	--

Sub-total					
-----------	--	--	--	--	--

D+L pooled ES		1.767	1.124	2.410	28.06
---------------	--	-------	-------	-------	-------

-----+-----

#### Sintética

Fugita et al		0.950	0.828	1.072	10.01
--------------	--	-------	-------	-------	-------

Freitas et al		1.795	1.661	1.929	10.00
---------------	--	-------	-------	-------	-------

Sub-total					
D+L pooled ES		1.372	0.544	2.200	20.01
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		1.591	1.158	2.023	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity degrees of				
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
Britânica	0.00	0	.	.%	0.0000
Continental	19.15	1	0.000	94.8%	0.6819
Cruza taurina	6.44	2	0.040	68.9%	0.1990
Crioula	38.59	2	0.000	94.8%	0.2867
Sintética	83.26	1	0.000	98.8%	0.3527
Overall	781.21	10	0.000	98.7%	0.4828

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

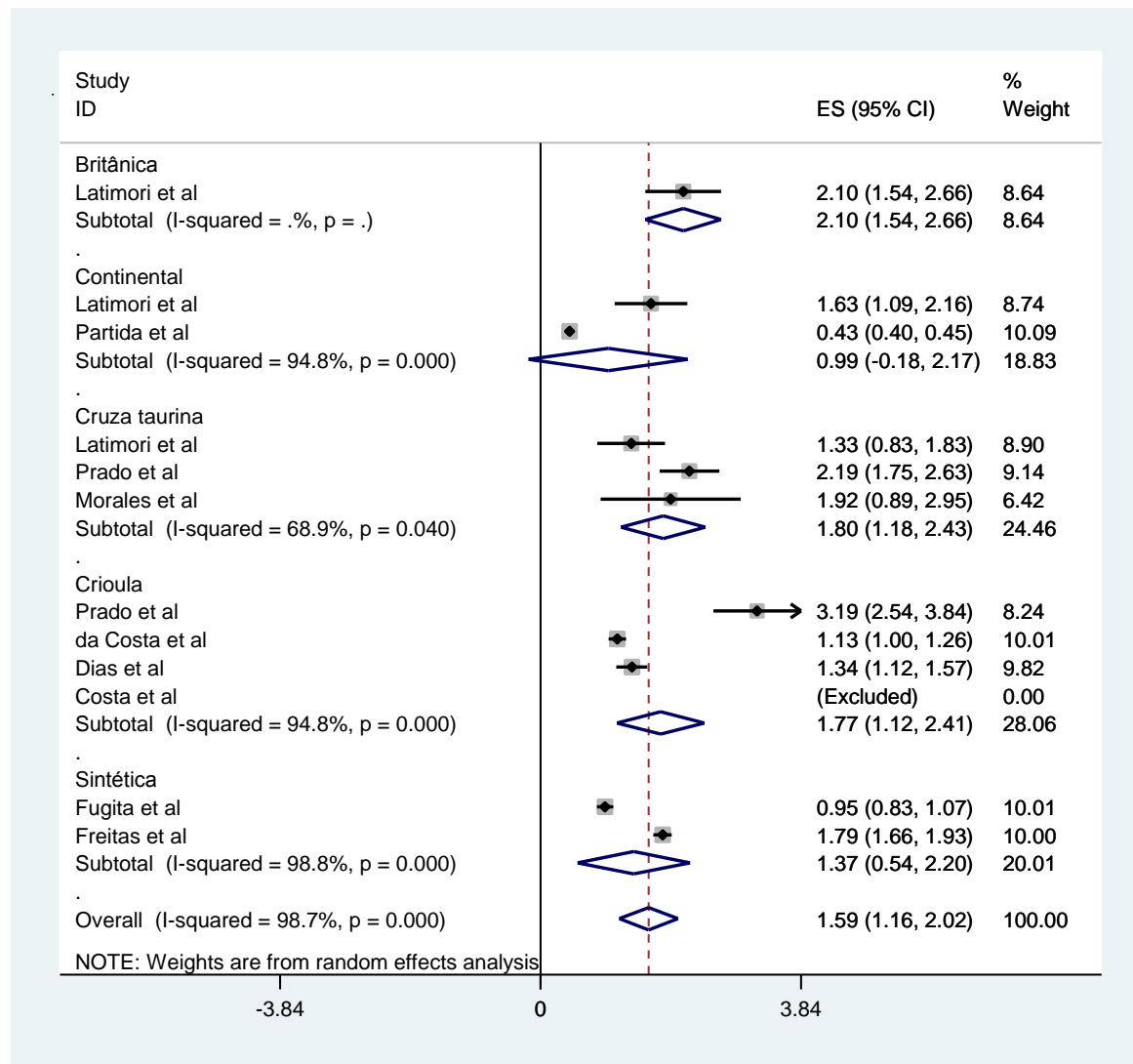
Significance test(s) of ES=0

Britânica	z= 7.35	p = 0.000
Continental	z= 1.66	p = 0.097
Cruza taurina	z= 5.68	p = 0.000



Crioula            z= 5.39    p = 0.000  
 Sintética        z= 3.25    p = 0.001  
 Overall            z= 7.21    p = 0.000

--more--



. metan n6 n6\_ep,randomi by( grupogenico) label(namevar= autoria)

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----			
Britânica			
Latimori et al	6.280	4.949 7.611	9.01
Sub-total			
D+L pooled ES	6.280	4.949 7.611	9.01
-----+-----			
Continental			
Latimori et al	6.475	4.937 8.013	8.69
Partida et al	10.700	9.924 11.476	9.72
Sub-total			
D+L pooled ES	8.642	4.503 12.781	18.41
-----+-----			
Cruza taurina			
Latimori et al	6.867	4.282 9.451	6.90
Prado et al	6.560	5.578 7.542	9.49
Morales et al	3.490	1.867 5.113	8.55
Sub-total			
D+L pooled ES	5.587	3.401 7.773	24.94
-----+-----			
Crioula			

Prado et al		7.500	6.128	8.872	8.95
da Costa et al		9.015	8.148	9.882	9.62
Dias et al		6.854	5.507	8.202	8.99
Costa et al		(Excluded)			
Sub-total					
D+L pooled ES		7.871	6.484	9.258	27.56
-----+-----					
Sintética					
Fugita et al		5.100	4.705	5.495	10.02
Freitas et al		7.920	7.610	8.230	10.06
Sub-total					
D+L pooled ES		6.513	3.749	9.276	20.08
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		7.026	5.824	8.228	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
Britânica	0.00	0	.	.%	0.0000		
Continental	23.12	1	0.000	95.7%	8.5393		
Cruza taurina	10.73	2	0.005	81.4%	2.9369		
Crioula	8.23	2	0.016	75.7%	1.1286		
Sintética	121.04	1	0.000	99.2%	3.9434		
Overall	249.04	10	0.000	96.0%	3.7107		

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

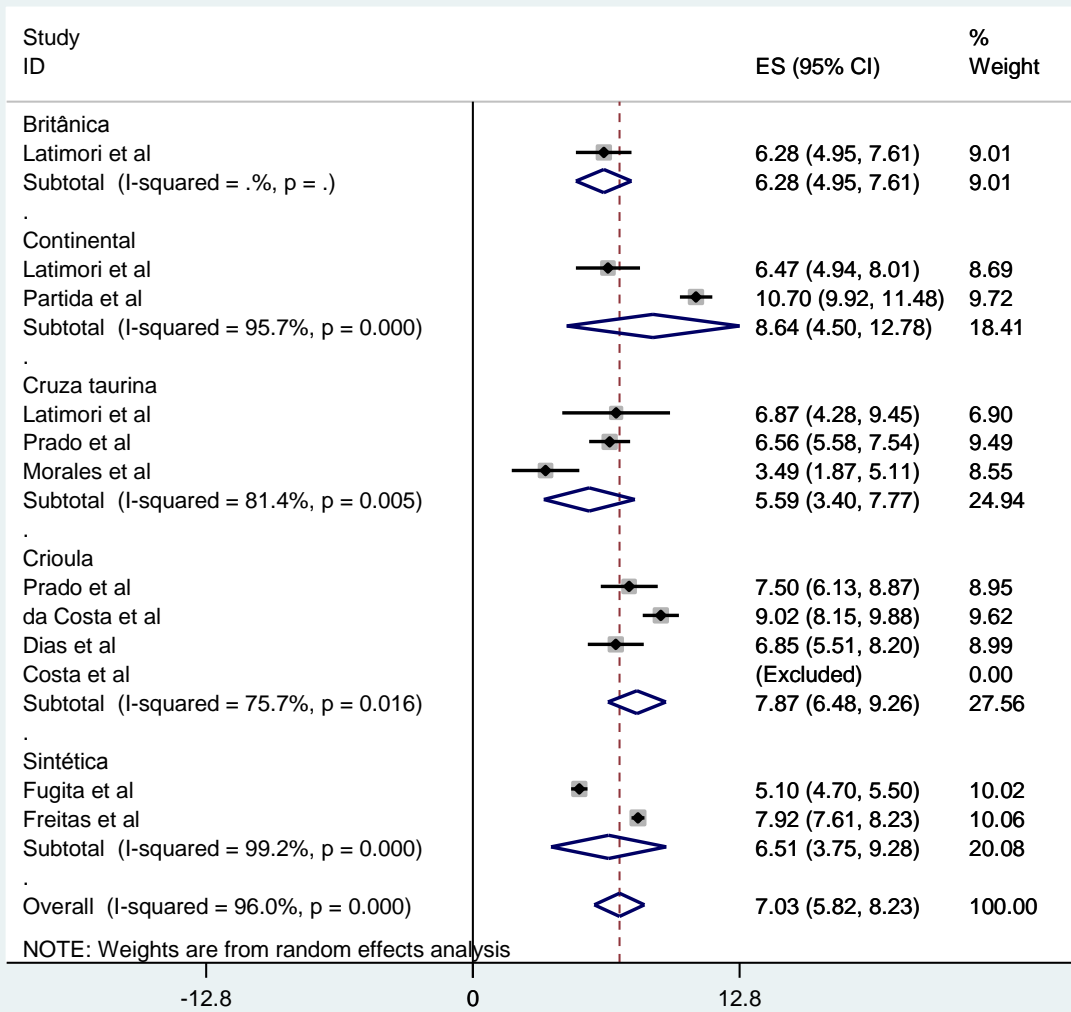
only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

Britânica	z= 9.25	p = 0.000
Continental	z= 4.09	p = 0.000
Cruza taurina	z= 5.01	p = 0.000
Crioula	z= 11.12	p = 0.000
Sintética	z= 4.62	p = 0.000
Overall	z= 11.46	p = 0.000

---

--more--



```
. metan sfa sfa_ep,randomi by( grupogentico) label(namevar= autoria)
```

Study		ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----				
Britânica				
Latimori et al		39.680	36.649 42.711	6.41
D+L pooled ES		39.680	36.649 42.711	6.41
-----+-----				
Continental				
Latimori et al		37.125	34.636 39.614	7.29
Partida et al		46.938	46.930 46.945	10.22
D+L pooled ES		42.114	32.502 51.725	17.51
-----+-----				
Cruza taurina				
Latimori et al		38.800	36.151 41.449	7.03
Prado et al		47.175	46.137 48.213	9.55
Morales et al		50.108	46.849 53.368	6.06
D+L pooled ES		45.344	39.633 51.056	22.64
-----+-----				
Crioula				
Prado et al		46.600	45.326 47.874	9.25
da Costa et al		41.825	41.085 42.565	9.87
Dias et al		52.568	48.223 56.913	4.60
Costa et al		44.625	43.853 45.397	9.84
D+L pooled ES		45.659	43.015 48.303	33.55
-----+-----				
Sintética				
Fugita et al		47.300	46.508 48.092	9.82

Freitas et al		45.750	45.276	46.224	10.07
D+L pooled ES		46.491	44.974	48.009	19.89
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		44.811	43.554	46.068	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity degrees of				
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
Britânica	0.00	0	.	.%	0.0000
Continental	59.69	1	0.000	98.3%	47.3061
Cruza taurina	38.73	2	0.000	94.8%	23.8941
Crioula	65.95	3	0.000	95.5%	6.2821
Sintética	10.83	1	0.001	90.8%	1.0904
Overall	371.18	11	0.000	97.0%	4.0259

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

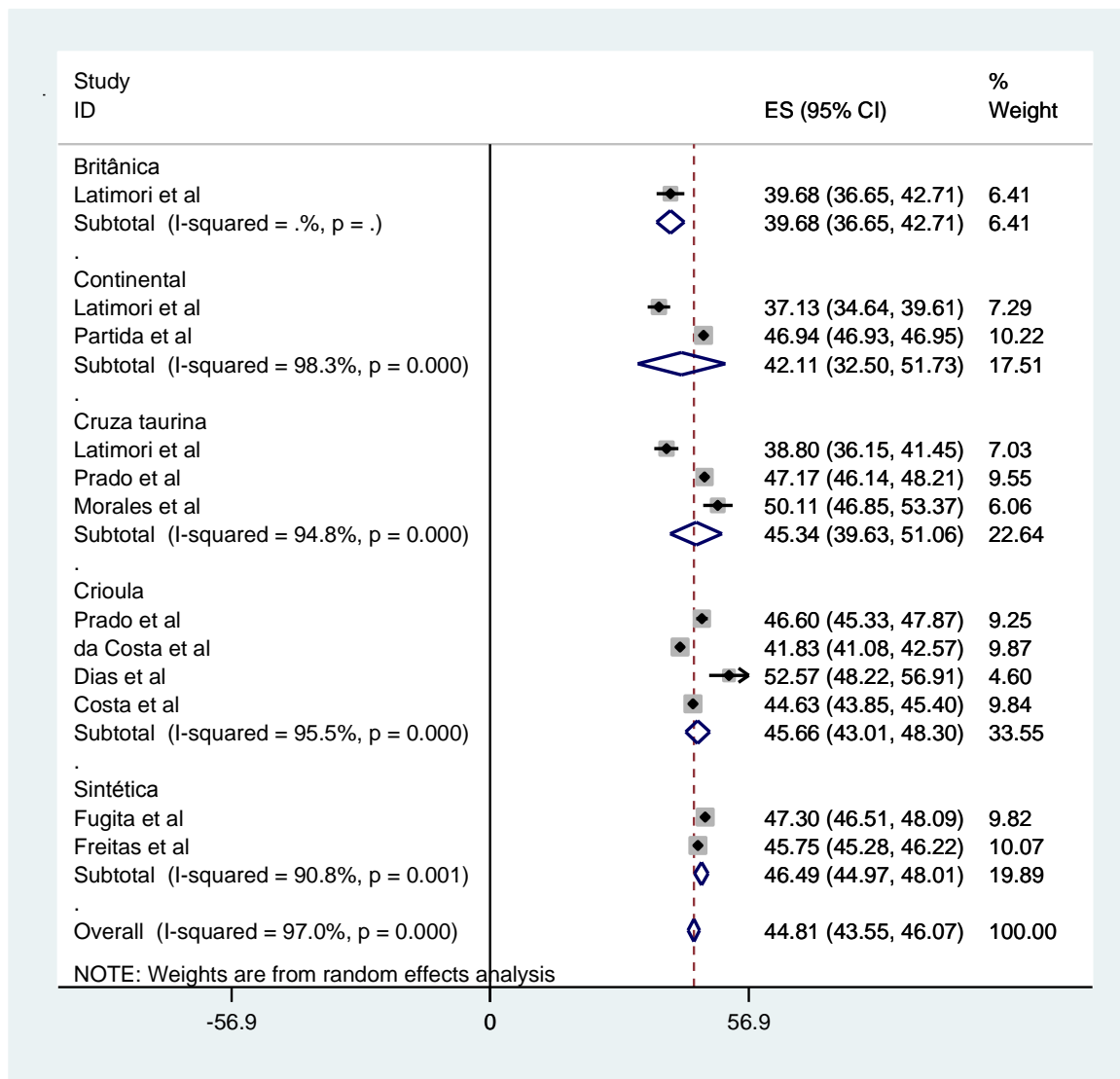
Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

Britânica	z= 25.66	p = 0.000
Continental	z= 8.59	p = 0.000
Cruza taurina	z= 15.56	p = 0.000

Crioula z= 33.85 p = 0.000  
 Sintética z= 60.05 p = 0.000  
 Overall z= 69.87 p = 0.000



```
. metan mufa mufa_ep,randomi by( grupogentico) label(namevar= autoria)
```

Study | ES [95% Conf. Interval] % Weight

-----+-----



## Britânica

Latimori et al		38.400	35.844	40.956	8.08
D+L pooled ES		38.400	35.844	40.956	8.08

-----+-----

## Continental

Latimori et al		42.000	39.699	44.301	8.24
Partida et al		37.676	36.988	38.363	8.97
D+L pooled ES		39.693	35.465	43.921	17.21

-----+-----

## Cruza taurina

Latimori et al		40.267	36.497	44.037	7.17
Prado et al		39.200	37.558	40.842	8.62
Morales et al		42.210	38.941	45.478	7.56
D+L pooled ES		40.095	38.340	41.850	23.35

-----+-----

## Crioula

Prado et al		36.900	35.018	38.782	8.49
da Costa et al		38.645	37.532	39.758	8.84
Dias et al		32.889	29.158	36.621	7.20
Costa et al		38.800	37.737	39.863	8.86
D+L pooled ES		37.583	36.023	39.143	33.40

-----+-----

## Sintética

Fugita et al		46.275	45.543	47.007	8.96
Freitas et al		43.985	43.525	44.445	9.01
D+L pooled ES		45.112	42.868	47.355	17.97

-----+-----

Overall |  
 D+L pooled ES | 39.864 37.644 42.083 100.00

-----+-----

Test(s) of heterogeneity:

Heterogeneity degrees of  
 statistic freedom P I-squared\*\* Tau-squared

Britânica	0.00	0	.	.%	0.0000
Continental	12.45	1	0.000	92.0%	8.5983
Cruza taurina	2.65	2	0.266	24.5%	0.6712
Crioula	11.42	3	0.010	73.7%	1.6803
Sintética	26.97	1	0.000	96.3%	2.5248
Overall	494.59	11	0.000	97.8%	14.1789

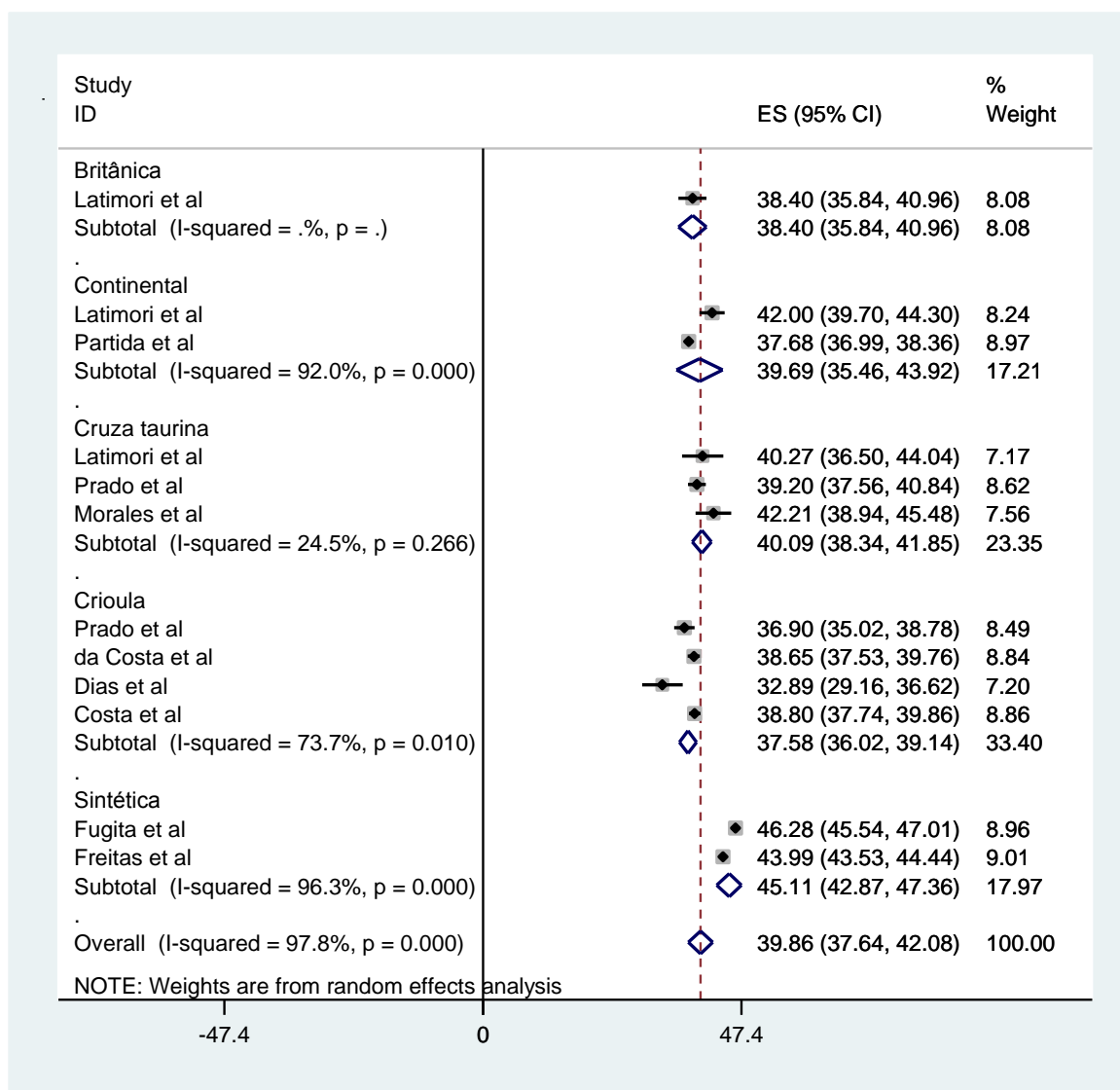
\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

Britânica	z= 29.45	p = 0.000
Continental	z= 18.40	p = 0.000
Cruza taurina	z= 44.77	p = 0.000
Crioula	z= 47.22	p = 0.000
Sintética	z= 39.40	p = 0.000
Overall	z= 35.20	p = 0.000

-----

.



```
. metan pufa pufa_ep,randomi by( grupogenico) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
<b>Britânica</b>			
Latimori et al	8.740	7.016 10.464	8.17
D+L pooled ES	8.740	7.016 10.464	8.17

## Continental

Latimori et al		8.625	6.641	10.609	7.77
Partida et al		11.196	10.392	12.000	9.32
D+L pooled ES		10.077	7.579	12.576	17.09

-----+-----

## Cruza taurina

Latimori et al		8.533	5.898	11.168	6.75
Prado et al		9.220	7.590	10.850	8.31
Morales et al		5.461	3.046	7.875	7.10
D+L pooled ES		7.832	5.538	10.126	22.16

-----+-----

## Crioula

Prado et al		11.700	9.211	14.189	6.98
da Costa et al		10.222	9.250	11.195	9.15
Dias et al		12.239	10.601	13.878	8.30
Costa et al		9.895	8.770	11.020	8.98
D+L pooled ES		10.759	9.709	11.809	33.41

-----+-----

## Sintética

Fugita et al		6.450	5.978	6.922	9.56
Freitas et al		10.055	9.673	10.437	9.61
Sub-total					
D+L pooled ES		8.255	4.722	11.788	19.17

-----+-----

Overall |

D+L pooled ES		9.397	8.153	10.640	100.00
---------------	--	-------	-------	--------	--------

-----+-----

Test(s) of heterogeneity:

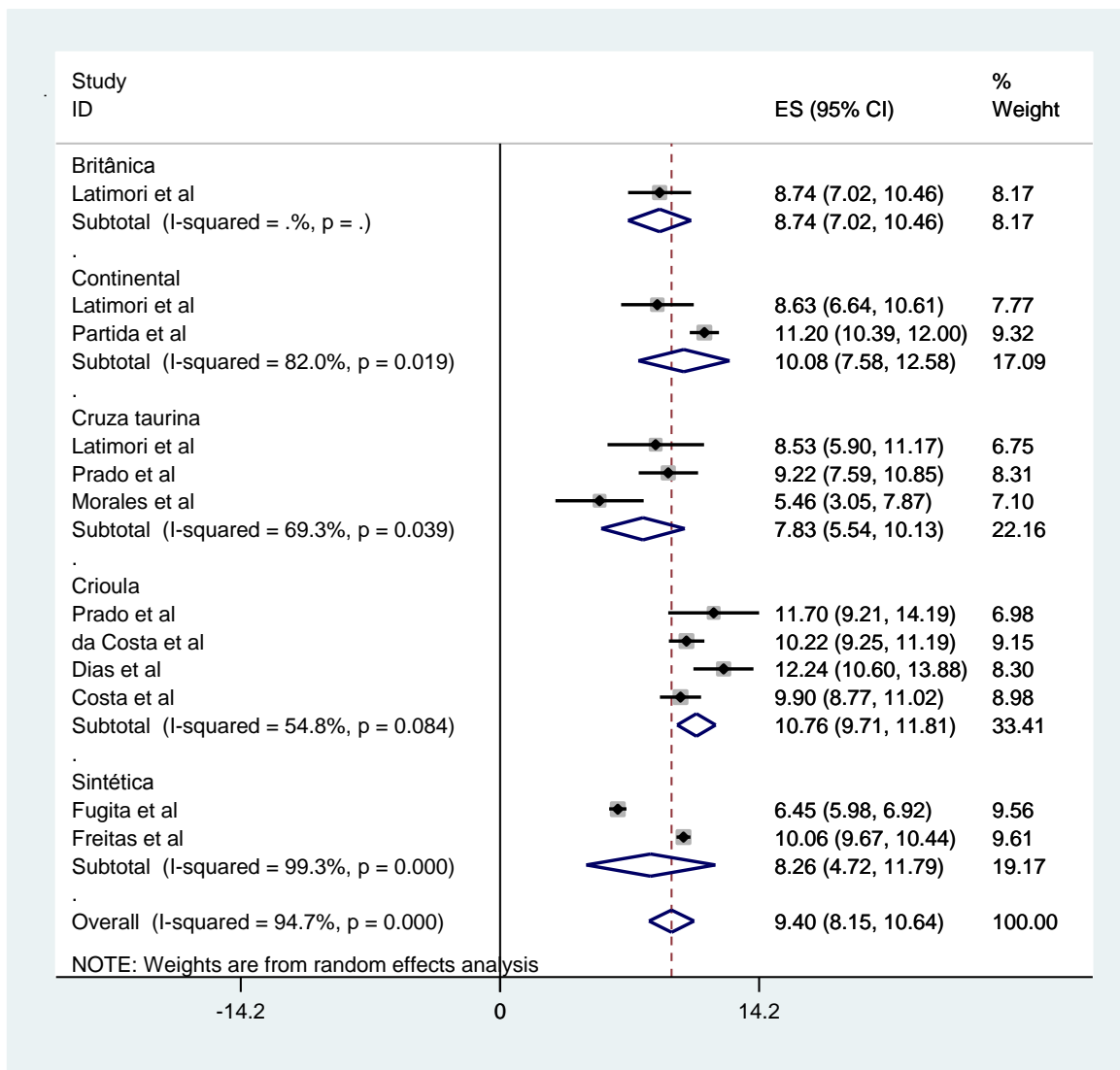
	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
Britânica	0.00	0	.	.%	0.0000	
Continental	5.54	1	0.019	82.0%	2.7090	
Cruza taurina	6.50	2	0.039	69.3%	2.8273	
Crioula	6.64	3	0.084	54.8%	0.5990	
Sintética	135.49	1	0.000	99.3%	6.4501	
Overall	205.93	11	0.000	94.7%	4.1524	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

Britânica	z= 9.94	p = 0.000
Continental	z= 7.91	p = 0.000
Cruza taurina	z= 6.69	p = 0.000
Crioula	z= 20.08	p = 0.000
Sintética	z= 4.58	p = 0.000
Overall	z= 14.81	p = 0.000

---



```
. metan n3 n3_ep,randomi by( regio) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----			
América do Sul			
Latimori et al	1.750	1.428 2.072	12.72
Prado et al	2.599	2.190 3.008	12.31
Fugita et al	0.950	0.828 1.072	13.33
Freitas et al	1.795	1.661 1.929	13.31

Morales et al		1.917	0.886	2.947	8.50
Sub-total					
D+L pooled ES		1.775	1.203	2.346	60.17

-----+-----

#### Europa

da Costa et al		1.130	1.003	1.257	13.32
Dias et al		1.344	1.116	1.572	13.07
Partida et al		0.425	0.402	0.449	13.44
Costa et al		(Excluded)			

Sub-total					
D+L pooled ES		0.960	0.351	1.569	39.83

-----+-----

Overall					
D+L pooled ES		1.454	0.959	1.950	100.00

-----+-----

#### Test(s) of heterogeneity:

##### Heterogeneity degrees of

statistic freedom P I-squared\*\* Tau-squared

América do Sul	123.58	4	0.000	96.8%	0.3719
Europa	173.25	2	0.000	98.8%	0.2839
Overall	758.63	7	0.000	99.1%	0.4760

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Note: between group heterogeneity not calculated;

only valid with inverse variance method

Significance test(s) of ES=0

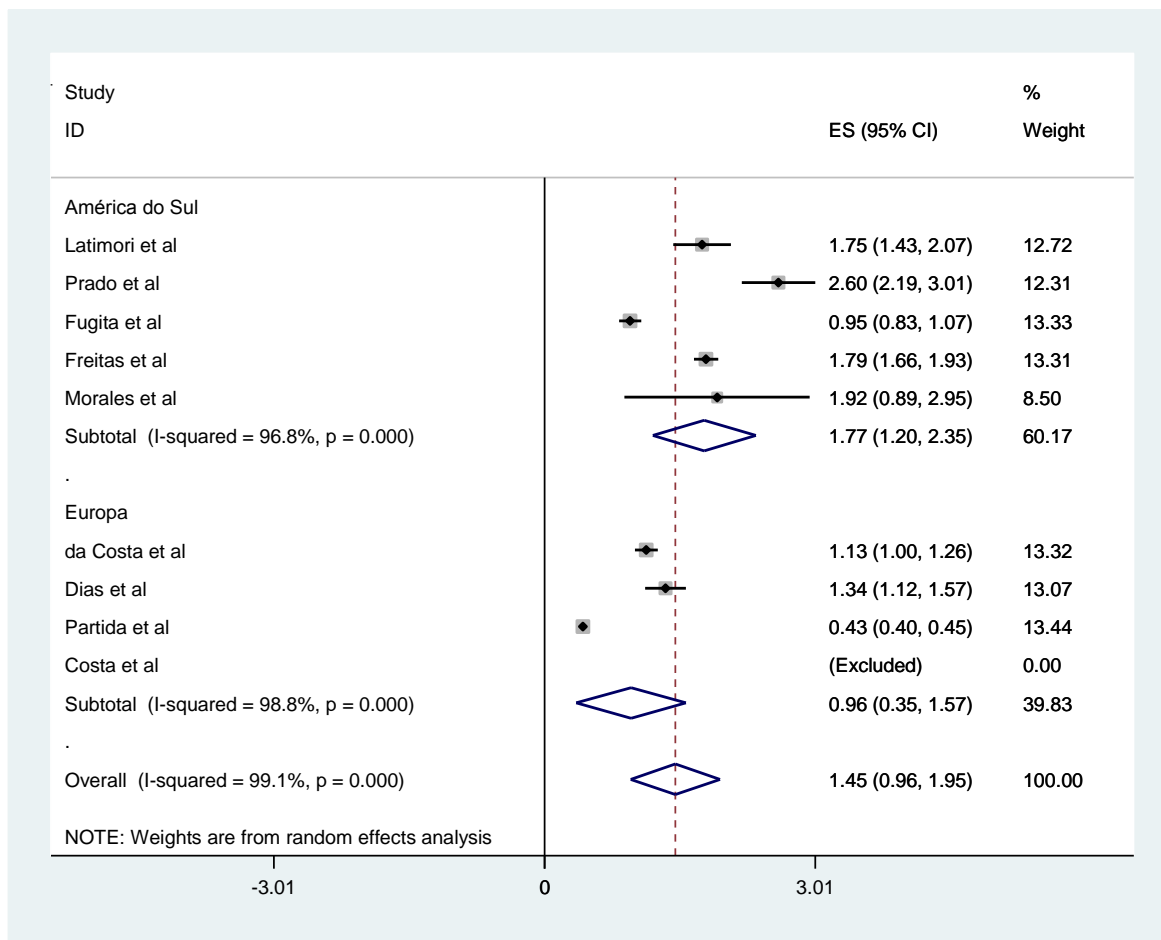
América do Sul z= 6.09 p = 0.000

Europa z= 3.09 p = 0.002

Overall z= 5.75 p = 0.000

-----

.  
.





```
. metan n6 n6_ep,randomi by( regio) label(namevar= autoria)
```

Study		ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
-----+-----				
América do Sul				
Latimori et al		6.492	5.506 7.477	12.46
Prado et al		6.943	6.133 7.753	12.72
Fugita et al		5.100	4.705 5.495	13.15
Freitas et al		7.920	7.610 8.230	13.20
Morales et al		3.490	1.867 5.113	11.25
D+L pooled ES		6.071	4.523 7.618	62.78
-----+-----				
Europa				
da Costa et al		9.015	8.148 9.882	12.64
Dias et al		6.854	5.507 8.202	11.81
Partida et al		10.700	9.924 11.476	12.76
Costa et al		(Excluded)		
D+L pooled ES		8.923	6.951 10.896	37.22
-----+-----				
Overall				

D+L pooled ES | 7.116 5.726 8.505 100.00

-----+-----

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of			
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
América do Sul	137.57	4	0.000	97.1%	2.8982
Europa	25.18	2	0.000	92.1%	2.7701
Overall	246.90	7	0.000	97.2%	3.7824

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

América do Sul z= 7.69 p = 0.000

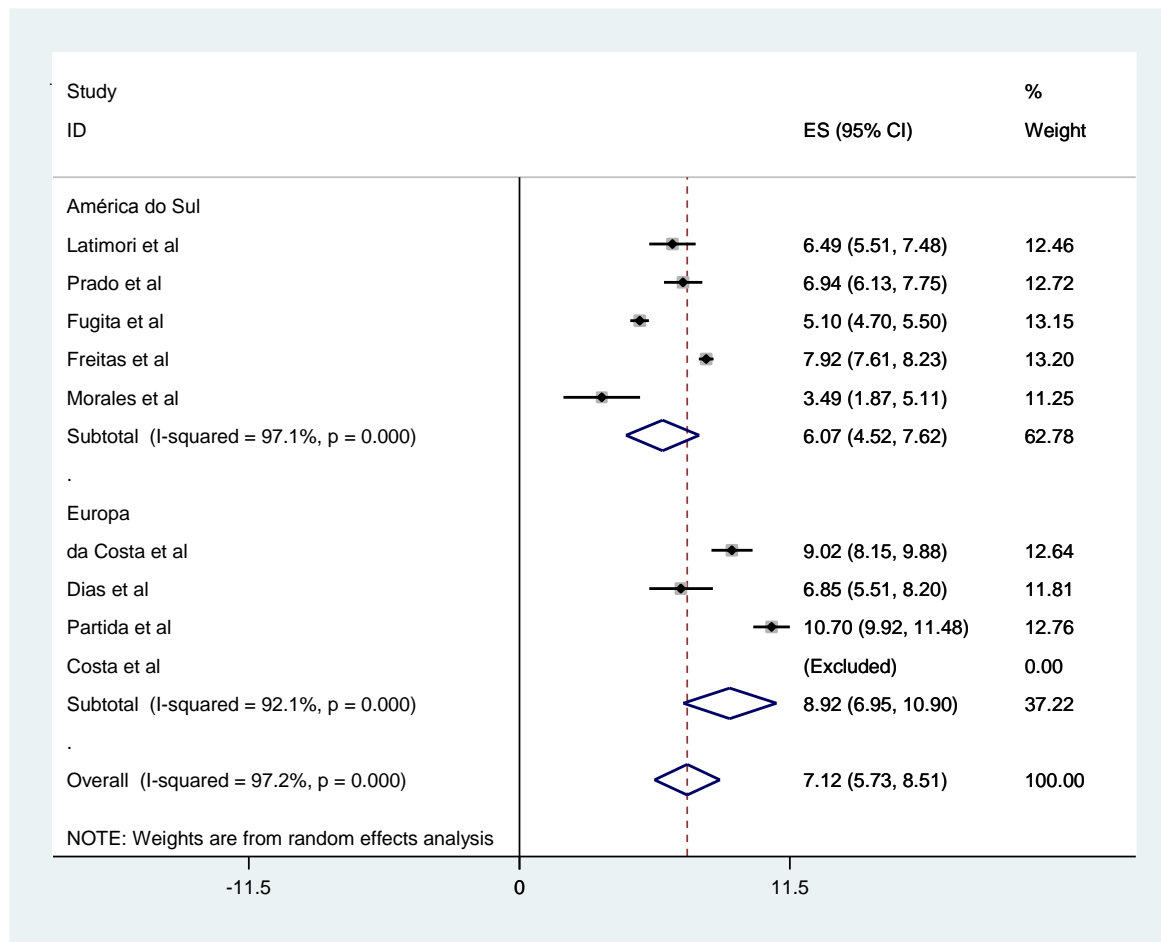
Europa z= 8.87 p = 0.000

Overall z= 10.04 p = 0.000

-----

.

.



```
. metan sfa sfa_ep,randomi by( regio) label(namevar= autoria)
```

```
Study | ES [95% Conf. Interval] % Weight
-----+-----
América do Sul
Latimori et al | 38.608 36.959 40.257 11.12
Prado et al | 46.941 46.144 47.737 12.28
Fugita et al | 47.300 46.508 48.092 12.29
Freitas et al | 45.750 45.276 46.224 12.54
Morales et al | 50.108 46.849 53.368 8.19
D+L pooled ES | 45.571 43.491 47.651 56.43
-----+-----
Europa
da Costa et al | 41.825 41.085 42.565 12.34
```

Dias et al		52.568	48.223	56.913	6.43
Partida et al		46.938	46.397	47.478	12.50
Costa et al		44.625	43.853	45.397	12.31
D+L pooled ES		45.853	42.985	48.721	43.57
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		45.613	44.045	47.182	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

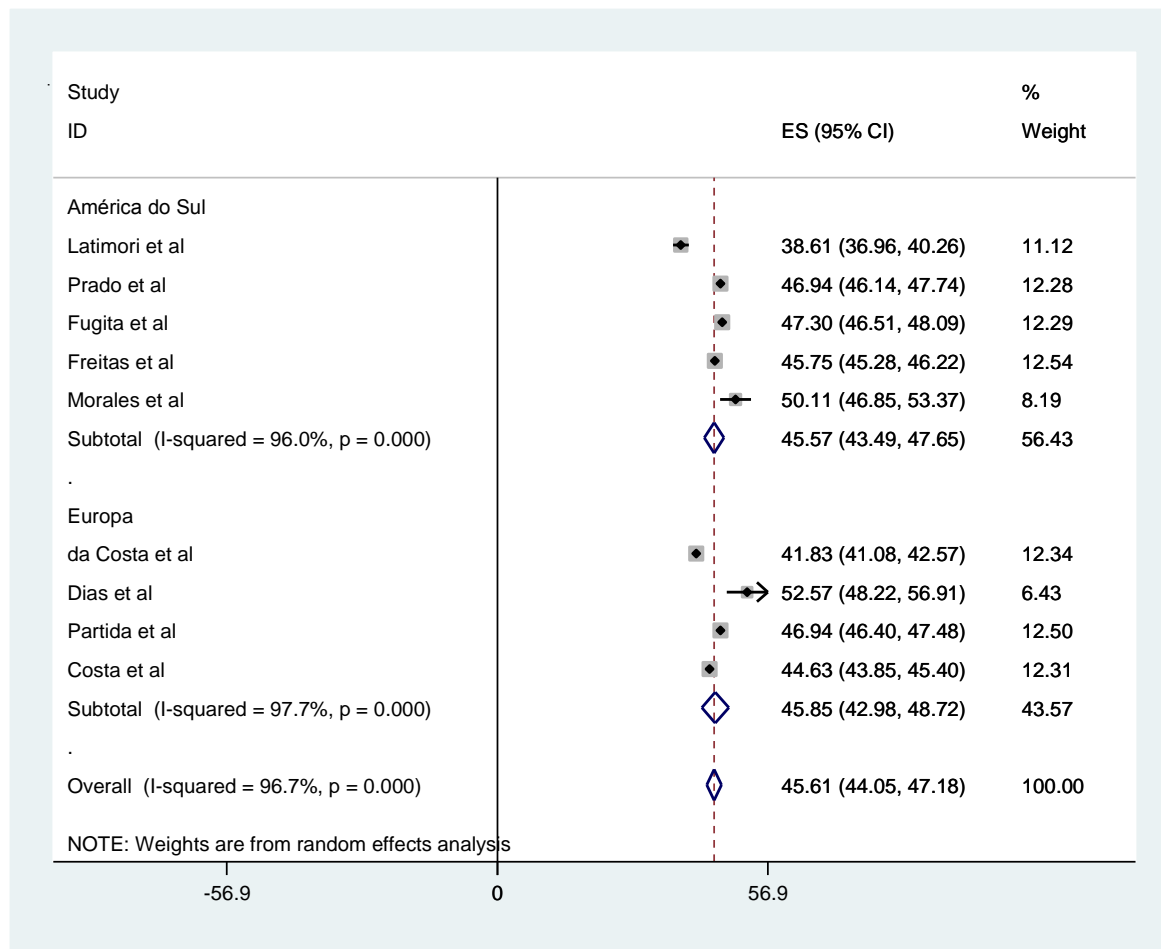
	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
América do Sul	100.05	4	0.000	96.0%	5.0088	
Europa	132.43	3	0.000	97.7%	7.6216	
Overall	244.86	8	0.000	96.7%	5.0472	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

América do Sul	z= 42.93	p = 0.000
Europa	z= 31.34	p = 0.000
Overall	z= 57.01	p = 0.000

-----



```
. metan mufa mufa_ep,randomi by( regio) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
<b>América do Sul</b>			
Latimori et al	40.067	25.295 54.839	3.69
Prado et al	38.263	33.848 42.678	13.56
Fugita et al	46.275	44.729 47.821	17.62
Freitas et al	43.985	43.149 44.821	18.15
Morales et al	42.210	-35.846 120.265	0.16
D+L pooled ES	43.690	41.218 46.163	53.18

Europa					
da Costa et al		38.645	34.645	42.645	14.23
Partida et al		37.676	36.332	39.019	17.80
Costa et al		38.800	35.155	42.445	14.80
Dias et al		(Excluded)			
D+L pooled ES		37.886	36.683	39.088	46.82
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		40.815	37.643	43.988	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

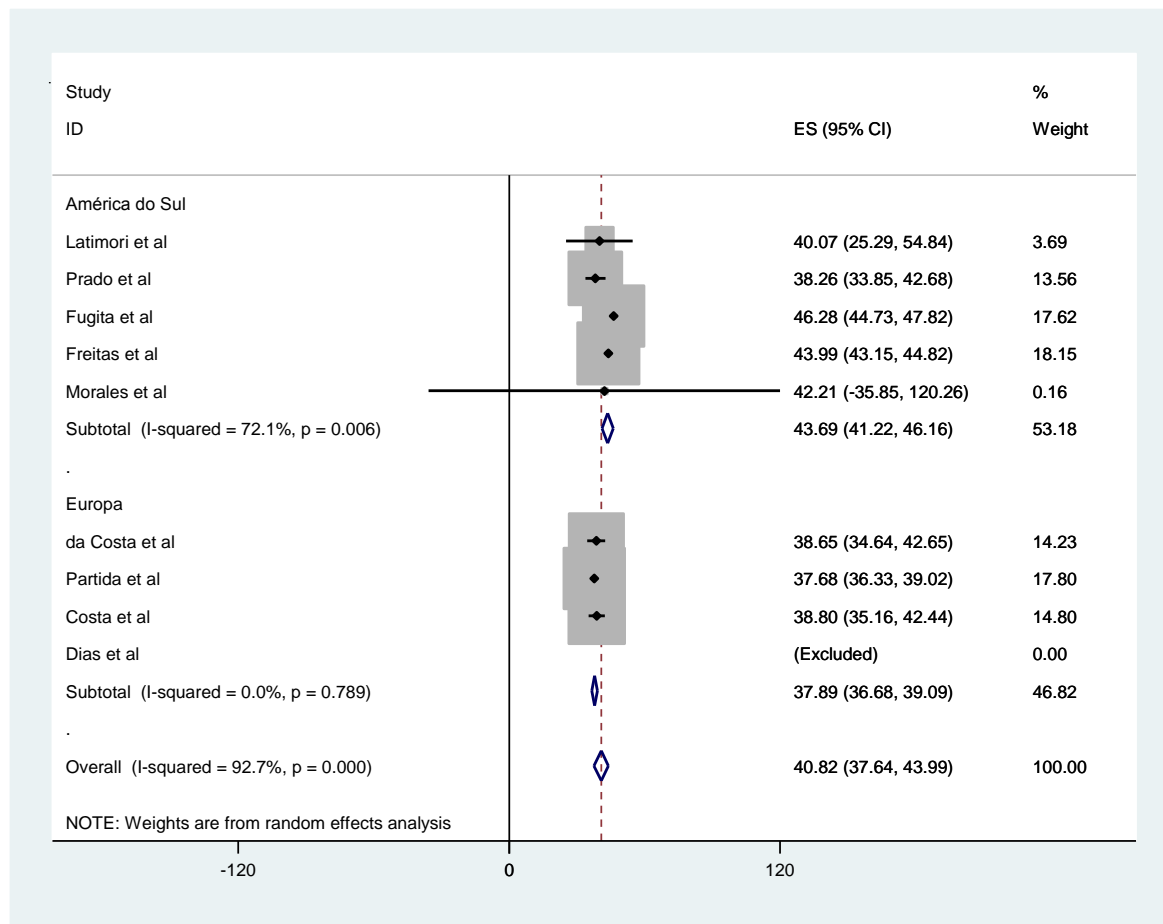
Heterogeneity degrees of					
	statistic	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
América do Sul	14.31	4	0.006	72.1%	3.6393
Europa	0.47	2	0.789	0.0%	0.0000
Overall	95.62	7	0.000	92.7%	14.2511

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

América do Sul	z= 34.63	p = 0.000
Europa	z= 61.76	p = 0.000
Overall	z= 25.22	p = 0.000

-----



```
. metan pufa pufa_ep,randomi by( regio) label(namevar= autoria)
```

Study	ES	[95% Conf. Interval]	% Weight
<b>América do Sul</b>			
Latimori et al	8.650	7.483 9.817	11.23
Prado et al	10.230	8.782 11.679	10.78
Fugita et al	6.450	5.978 6.922	12.01
Freitas et al	10.055	9.673 10.437	12.07
Morales et al	5.461	3.046 7.875	8.95
D+L pooled ES	8.256	6.204 10.309	55.05
<b>Europa</b>			
da Costa et al	10.222	9.250 11.195	11.51

Dias et al		12.239	10.601	13.878	10.44
Partida et al		11.196	10.392	12.000	11.71
Costa et al		9.895	8.770	11.020	11.29
D+L pooled ES		10.783	9.915	11.650	44.95
-----+-----					
Overall					
D+L pooled ES		9.435	8.031	10.838	100.00
-----+-----					

Test(s) of heterogeneity:

	Heterogeneity	degrees of	freedom	P	I-squared**	Tau-squared
América do Sul	146.78	4	0.000	97.3%	5.0298	
Europa	7.70	3	0.053	61.1%	0.4652	
Overall	204.05	8	0.000	96.1%	4.2117	

\*\* I-squared: the variation in ES attributable to heterogeneity)

Significance test(s) of ES=0

América do Sul	z= 7.88	p = 0.000
Europa	z= 24.35	p = 0.000
Overall	z= 13.17	p = 0.000

-----