RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 09/08/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

USO DA ABORDAGEM META-ANALÍTICA PARA AVALIAR A GLICERINA E MELAÇO NA DIETA DE BOVINOS

Rodrigo de Nazaré Santos Torres

Zootecnista

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

USO DA ABORDAGEM META-ANALÍTICA PARA AVALIAR A GLICERINA E MELAÇO NA DIETA DE BOVINOS

Rodrigo de Nazaré Santos Torres
Orientadora: Profª. Drª. Jane Maria Bertocco Ezequiel
Coorientador: Prof. Dr. Marco Túlio Costa Almeida

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2021

T693u

Torres, Rodrigo de Nazaré Santos
Uso da abordagem meta-analítica para avaliar a glicerina e melaço na dieta de bovinos / Rodrigo de Nazaré Santos Torres. -- Jaboticabal, 2021
126 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel Ezequiel
Coorientadora: Marco Túlio Costa Almeida Almeida

1. Metanálises. 2. Glicerina. 3. Melaço. 4. Ruminantes Alimentação e rações. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DA ABORDAGEM META-ANALÍTICA PARA AVALIAR A GLICERINA E MELAÇO NA DIETA DE BOVINOS

AUTOR: RODRIGO DE NAZARÉ SANTOS TORRES
ORIENTADORA: JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
COORIENTADOR: MARCO TÚLIO COSTA ALMEIDA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO TÚLIO COSTA ALMEIDA (Participaçao Virtual)
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES / Alegre/ES — Marco Túlio Costa Almeida

Dra. MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES (Participaçao Virtual) — Marco Túlio Costa Almeida
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof.Dr. GERCILIO ALVES DE ALMEIDA JUNIOR (Participaçao Virtual) — Marco Túlio Costa Almeida
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre/ES

Pós-doutoranda JULIANA AKAMINE TORRECILHAS (Participaçao Virtual) — Marco Túlio Costa Almeida
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pós-Doutoranda ROBERTA DE LIMA VALENÇA (Participaçao Virtual) — Marco Túlio Costa Almeida
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco-UFAPE / Garanhuns/PE

Jaboticabal, 09 de agosto de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RODRIGO DE NAZARÉ SANTOS TORRES, filho de Ronaldo Bezerra Torres e Gisele Gonçalves Santos, nascido em 13 de março de 1992 em Paragominas, Pará. Em 2008 ingressou no curso de Técnico em Agropecuária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará e obteve o diploma de Técnico em janeiro de 2011. Em março de 2011 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-campus Sinop-MT). Durante a graduação, realizou estágio na área de produção animal, participou de projetos de pesquisa, foi bolsista de iniciação científica, e obteve o título de bacharel em Zootecnia em dezembro de 2015. Em março de 2016 ingressou no programa de pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-campus Sinop-MT), sob orientação do Prof. Dr. André Soares de Oliveira e Coorientação da Profª. Drª. Márcia Rodrigues Carvalho Oliveira, submetendo-se à defesa da dissertação intitulada “Predição de ingestão de água em bovinos de leite” e obtendo o título de Mestre em Zootecnia em dezembro de 2017. Em março de 2018 ingressou no programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Jaboticabal sob orientação da Profª. Drª. Jane Maria Bertocco Ezequiel e Coorientação do Prof. Dr. Márco Túlio Costa Almeida. Submeteu-se à defesa da tese em agosto de 2021.

EPÍGRAFE

“Ninguém vai bater mais forte do que a vida.
Não importa como você bate e sim o quanto aguenta apanhar e continua lutando;
O quanto pode suportar e seguir em frente.
É assim que se ganha.”

Sylvester Stallone

“A vida não é necessariamente generosa com aqueles que buscam honestamente o conhecimento; por isso é preciso paixão.”

Gilson Volpato

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que em toda minha caminhada não me deixou desamparado.

Aos meus familiares que sempre torceram pelas minhas conquistas, em especial aos meus avós Gilda e Jose Moreno e a minha madrinha Helena que sempre foram meus exemplos de pessoas e por todo o carinho e cuidado.

Quero agradecer aos meus amigos da época da escola agrícola que após todos esses anos a amizade continua e as conversas sempre geram muita alegria. Aos amigos que conquistei ao longo do doutorado “Karine, Juliana, Iorrane, William, Geovany, Luiz, Thais, Paulinha, Maria Arruda, João Bertoco, Vlademir, Joaozinho, Carlinho” e sempre levarei no meu coração.

Quero agradecer de forma especial ao Fernando “Nandinho” e o Thiago “Pato Branco”, que me acolheram e por toda a amizade, que sempre estarei em dívida com vocês.

À minha namorada Larissa, que sempre esteve ao meu lado, ela nunca me deixou desistir de nada e sempre esteve na torcida pelas minhas conquistas.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP, Câmpus de Jaboticabal pela oportunidade de aprimoramento profissional.

Aos Professores Jane Maria Bertocco Ezequiel e Marco Túlio Costa Almeida pela orientação, pela confiança, pelos ensinamentos, e principalmente pela amizade e carinho a mim dedicados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

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

Muito Obrigado!

DEDICATÓRIA

Quero dedicar as duas pessoas muito especial que tiver o grande prazer de conviver durante o doutorado, que os seus ensinamentos nunca serão esquecidos.

Quero dedicar a Prof. Jane Maria Bertocco Ezequiel, que toda a sua trajetória no meio acadêmico sempre trouxe orgulho a todos aos seus orientados. Mais nunca irei esquecer as suas palavras em nossa primeira conversa:

"*Espero que você seja muito feliz*"

Quando eu ouvir a sua frase, percebi que a sua preocupação era que eu fosse feliz e isso me causou uma grande surpresa, por que esse comportamento nesse meio e raro.

Também quero dedicar ao Prof. Marco Túlio Costa Almeida, que além de ser o meu coorientador e sempre se dedicou para que eu evoluísse. Ele sempre me ensinou que se houver a "base cientifica" toda ideia e valida e nunca me desanimou em nenhum projeto/ideia. E sempre será um exemplo de profissional a ser seguido.

Dedico a vocês por terem sido grande exemplo de pessoas e profissionais e nunca irei esquecer os seus ensinamentos

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....vi
ABSTRACT.....viii
LISTA DE TABELAS.....x
LISTA DE FIGURAS.....xii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....1
Introdução.....1
Revisão de literatura.....3
Utilização de glicerina na alimentação animal 4
Utilização de melaço na alimentação animal.....5
Uso da abordagem meta-analítica na nutrição de ruminantes.....6
Referências.....11
CAPÍTULO 2 – The effect of dietary inclusion of crude glycerin on performance, ruminal fermentation, meat quality and fatty acid profile of beef cattle: Meta-analysis.....18
Abstract.....19
1. Introduction.....20
2. Material and Methods.....21
2.1. Data set.....21
2.2. Data extraction.....21
2.3. Statistical analysis.....21
3. Results.....23
3.1. DM and nutrient intake and digestibility.....23
3.2. Performance, carcass traits and physical and chemical characteristics and fatty acid profile of meat.....23
3.3. Ruminal, blood parameter and nitrogen metabolism.....24
3.4. Analysis of Meta-Regression and Asymmetry of the funnel plot.....24
3.5. Subgroup analysis.....24
4. Discussion 26
5. Conclusion.....30
Acknowledgment.....30

References.....30
CAPÍTULO 3 – Meta-analysis of the effect of glycerin inclusion in dairy cattle diet on milk fatty acid profile.....50
Abstract.....51
1. Introduction.....51
2. Material and Methods.....52
2.1. Data set.....52
2.2. Data extraction 53
2.3 Statistical analysis.....53
2.3.1. Weighted mean difference and publication bias.....53
2.3.2. Meta-Regression and Subgroup analysis.....54
3. Results.....55
3.1. Intake and digestibility of DM and nutrients.....55
3.2. Performance, composition, and fatty acid profile of milk.....55
3.3. Rumen and blood parameters.....56
3.4. Meta-regression analysis and funnel plot asymmetry.....56
3.5. Subgroup analysis.....56
4. Discussion 58
5. Conclusion.....62
Supplementary Data.....62
Acknowledgement.....62
References.....62
CAPÍTULO 4 – Effects of molasses supplementation on animal performance and carcass parameters of beef cattle: a meta-analysis.....78
Abstract.....79
1. Introduction.....80
2. Material and Methods.....81
2.1. Data set.....81
2.2. Data extraction.....81
2.3. Statistical analysis.....81
3. Results.....83
3.1. Intake and digestibility of nutrients and ruminal parameters 83

3.2. Performance, carcass traits and blood parameters.....84
3.3. Analysis of Meta-Regression and Asymmetry of the funnel plot.....84
3.4. Subgroup analysis.....84
4. Discussion 85
5. Conclusion.....87
Acknowledgment.....87
References.....87
CAPÍTULO 5 – Meta-analysis to evaluate the effect of including molasses in the diet for dairy cows on performance, milk fat synthesis and milk fatty acid.....98
Abstract.....99
1. Introduction.....99
2. Material and Methods.....101
2.1. Data set.....101
2.2. Data extraction.....101
2.3. Statistical analysis.....101
3. Results.....103
3.1. Intake and digestibility of DM and nutrients.....103
3.2. Performance, composition and milk fatty acids.....103
3.3. Ruminal and blood parameters and nitrogen metabolism.....104
3.4. Meta-Regression analysis and asymmetry of the funnel plot.....104
3.5. Subgroup analysis.....104
4. Discussion 106
5. Conclusion.....109
6.References.....110

USO DA ABORDAGEM META-ANALÍTICA PARA AVALIAR A GLICERINA E MELAÇO NA DIETA DE BOVINOS

RESUMO – O aumento no uso de biocombustíveis (bioetanol e biodiesel) em substituição aos combustíveis de origem fóssil, foi acompanhado pela preocupação da adequada destinação dos seus resíduos (ex. melaço, grãos de destilaria, glicerina). A inclusão desses resíduos na dieta animal, além de incentivo à cadeia de produção de alimento, possibilita a adequada destinação desses resíduos. No entanto, são contraditórias as informações sobre o impacto da inclusão de melaço e glicerina na dieta de bovinos de corte e leite sobre o desempenho, parâmetros físico-químicos da carne e leite. Nesse contexto, objetivou-se a partir do uso da abordagem meta-analítica, o desenvolvimento de quatro estudos, avaliando o impacto da utilização do melaço e da glicerina na dieta de bovinos sobre o desempenho, características de carcaça, parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne e do leite. No estudo 1, avaliou-se o efeito da glicerina bruta em dietas para bovinos de corte sobre o desempenho, parâmetros físico-químicos e o perfil de ácidos graxos da carne. A inclusão de glicerina bruta não afetou o ganho médio diário dos animais, aumentou a eficiência alimentar em 3,15%, reduziu o teor de colesterol (9,13%) e a concentração de ácidos graxos saturados totais em 1,05%, e aumentou os ácidos graxos insaturados totais (2,02%) e monoinsaturados (3,17%) na carne. No entanto, não afetou as concentrações de ácido linoleico conjugado e ômega-3. A concentração de ácido graxo na carne foi modificada com inclusão de glicerina bruta a partir de 70 dias de fornecimento. Inclusões de glicerina bruta em até 200 g/kg na dieta, não afetaram negativamente o desempenho, as características da carcaça e os parâmetros físico-químicos da carne, e proporcionaram aumento no total de monoinsaturado (17,33 mg), ácido oleico (12,29 mg) e ácido palmitoléico (1,24 mg), enquanto reduziram o ácido mirístico (3,08 mg) e o ácido esteárico (12,00 mg) na carne. No estudo 2, avaliou-se o efeito da inclusão de glicerina na dieta de vacas leiteiras sobre o perfil de ácidos graxos do leite. O efeito da inclusão de glicerina na dieta sobre a produção de gordura do leite foi dependente do grupo genético, em que vacas Holandesas e suas mestiças, produziram menos gordura no leite em comparação às vacas Jersey. Inclusões de glicerina acima de 150 g/kg na dieta reduziram a concentração de gordura, ácidos graxos insaturados, monoinsaturados, poli-insaturados e ácido linoleico conjugado (CLA C18: 2 cis-9 e trans-11) no leite. No estudo 3, avaliou-se o efeito do uso de melaço em dietas para bovinos de corte em sistema de confinamento sobre o desempenho e parâmetros de carcaça. O grupo genético e o período de suprimento do melaço foram as principais covariáveis que afetaram as respostas do metabolismo, desempenho e parâmetros de carcaça. A inclusão de melaço na dieta sobre o ganho médio diário (GMD) sofreu efeito do tipo de melaço e teor de concentrado da dieta. Quando utilizado o melaço de beterraba, houve redução no GMD em 0,24 kg/d. Quando incluído em dietas com 800-900 g/kg concentrado na matéria seca da dieta, reduziu o GMD em 0.18 kg/d. Além disso, a inclusão de melaço reduziu a gordura mesentérica em 1.61 kg e a gordura que envolve os rins, a cavidade pélvica e o coração em 1.59 kg. Independente do tipo de melaço, inclusões acima de 200 g/kg reduziram o GMD e peso de carcaça. Entretanto, inclusões entre 100-150 g/kg não apresentaram efeito sobre o desempenho e parâmetros de carcaça. No estudo 4, avaliou-se o efeito da inclusão do melaço em dietas para vacas leiteiras sobre a produção e concentração de gordura no leite. O efeito da inclusão de melaço na dieta

sobre a composição do leite foi dependente do grupo genético e dia de lactação. Quando vacas Jersey foram alimentadas com melaço a concentração de proteína no leite aumentou em 0,81 g/kg, sem alterar o consumo e a produção de leite. A inclusão de melaço acima de 60 g/kg de MS, independente do grupo genético ou período de lactação, reduziu a produção de leite e as concentrações de proteína e lactose. A inclusão de melaço até 120 g/kg MS aumentou em 11,52% a concentração de ômega-3 no leite, sem afetar a concentração de ácidos graxos poli-insaturados e CLA C18: 2 cis-9, trans-12 e produção e concentração de gordura no leite.

Palavras-chave: ácidos graxos, coprodutos, carcaça, qualidade da carne, gordura do leite

USE OF THE META-ANALYTICAL APPROACH TO ASSESS GLYCERIN AND MOLASSES IN THE BOVINE DIET

ABSTRACT – The increase in the use of biofuels (bioethanol and biodiesel) to replace fossil fuels was accompanied by the concern for the proper destination of their residues (e.g., molasses, distillery grains, glycerin). The inclusion of these residues in the animal diet, in addition to encouraging the food production chain, enables the proper disposal of these residues. However, information on the impact of including molasses and glycerin in the diet of beef and dairy cattle on performance, physicochemical parameters of meat and milk is contradictory. In this context, the objective was, from the use of the meta-analytical approach, the development of four studies, evaluating the impact of the use of molasses and glycerin in the diet of cattle on performance, carcass characteristics, physicochemical parameters and profile of fatty acids from meat and milk. In study 1, the effect of crude glycerin in beef cattle diets on performance, physicochemical parameters and fatty acid profile of meat was evaluated. The inclusion of crude glycerin did not affect the animals' average daily gain, increased feed efficiency by 3.15%, and reduced the cholesterol content (9.13%) and the concentration of total saturated fatty acids by 1.05%, and increased total unsaturated fatty acids (2.02%) and monounsaturated (3.17%) in meat. However, it did not affect conjugated linoleic acid and omega-3 concentrations. The fatty acid concentration in meat was modified with the inclusion of crude glycerin after 70 days of supply. Inclusions of crude glycerin up to 200 g/kg in the diet did not negatively affect meat performance, carcass characteristics and physicochemical parameters, and showed an increase in the total monounsaturated (17.33 mg), oleic acid (12. .29 mg) and palmitoleic acid (1.24 mg), while it reduced myristic acid (3.08 mg) and stearic acid (12.00 mg) in meat. In study 2, the effect of including glycerin in the diet of dairy cows on the fatty acid profile of milk was evaluated. The effect of including glycerin in the diet on milk fat production was dependent on the genetic group, in which Holstein cows and their crossbreds produced less milk fat compared to Jersey cows. Inclusions of glycerin above 150 g/kg in the diet reduced the concentration of fat, unsaturated fatty acids, monounsaturated, polyunsaturated and conjugated linoleic acid (CLA C18: 2 cis-9 and trans-11) in milk. In study 3, the effect of using molasses in diets for beef cattle in a feedlot system on performance and carcass parameters was evaluated. The genetic group and the period of molasses supply were the main covariates that affected the responses of metabolism, performance and carcass parameters. The inclusion of molasses in the diet on the average daily gain (ADG) was affected by the type of molasses and the concentrate content of the diet. When beet molasses was used, there was a reduction in ADG by 0.24 kg/d. When included in diets with 800-900 g/kg concentrate in the total diet, it reduced ADG by 0.18 kg/d. In addition, the inclusion of molasses reduced mesenteric fat by 1.61 kg and fat kidneys, pelvic cavity and heart by 1.59 kg. Regardless of the type of molasses, inclusions above 200 g/kg reduced ADG and carcass weight. However, inclusions between 100-150 g/kg had no effect on performance and carcass parameters. In study 4, the effect of including molasses in diets for dairy cows on milk fat production and concentration was evaluated. The effect of including molasses in the diet on milk composition was dependent on genetic group and day of lactation. When Jersey cows were fed molasses, the protein concentration in milk increased by 0.81 g/kg, without altering milk consumption and production. The inclusion of molasses above 60 g/kg DM, regardless of genetic group or lactation

period, reduced milk production and protein and lactose concentrations. The inclusion of molasses up to 120 g/kg DM increased the concentration of omega-3 in milk by 11.52%, without affecting the concentration of polyunsaturated fatty acids and CLA C18: 2 cis-9, trans-12 and production and concentration of fat in milk.

Keywords: fatty acids, byproduct, carcass, meat quality, fat in milk

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Table 1. Chemical composition of crude glycerin used in the studies…….34
Table 2. Effect of inclusion of crude glycerin in beef cattle diet on intake and digestibility……..35
Table 3. Effect of inclusion of crude glycerin in beef cattle diet on performance, carcass and blood parameters……..36
Table 4. Effect of inclusion of crude glycerin in the diet of beef cattle on the physicochemical characteristics of meat……..37
Table 5. Effect of inclusion of crude glycerin in beef cattle diet fatty acid (mg/100g of meat) profile of meat ……..38
Table 6. Effect of inclusion of crude glycerin in beef cattle diet on ruminal parameters and nitrogen balance……..39
Table 7. Meta-regression of the effect of inclusion the crude glycerin in diets for beef cattle on weighted mean differences (WMD), between treatment and control……...40
Table 8. Meta-regression of the effect of inclusion the crude glycerin in diets for beef cattle on weighted mean differences (WMD), between treatment and control……41
Table 9. Meta-regression of the effect of inclusion the crude glycerin in diets for beef cattle on weighted mean differences (WMD), between treatment and control……42

CAPÍTULO 3

Table 1: Effect of the glycerin inclusion in dairy cow diets on the intake, digestibility and body weight change……....66
Table 2: Effect of the glycerin inclusion in dairy cow diets on the ruminal and blood parameters……....67
Table 3: Effect of the glycerin inclusion in dairy cow diets on the milk yield, composition and fatty acid profile in milk……68
Table 4. Meta-regression of the effect glycerin inclusion in dairy cow diets on weighted mean differences (WMD) for digestibility, ruminal, blood, and milk production variable……...69

Table 5. Meta-regression of the effect glycerin inclusion in dairy cow diets on weighted mean differences (WMD) for milk fatty acid variables……70

CAPÍTULO 4

Table 1: Effect of inclusion of molasses in beef cattle diet on intake, digestibility and ruminal parameters…….90
Table 2: Effect of inclusion of molasses in beef cattle diet on performance, carcass and blood parameters…….91
Table 4: Meta-regression of the effect of inclusion the molasses in diets for beef cattle on weighted mean differences (WMD), between treatment and control……..…92

CAPÍTULO 5

Table 1: Effect of the molasses in the diet of dairy cow on the intake, digestibility performance and body weight……..114
Table 2: Effect of the molasses in the diet of dairy cow on milk yield and milk composition……..115
Table 3: Effect of the molasses in the diet of dairy cow on the ruminal parameters, nitrogen metabolism……116
Table 4. Meta-regression of the effect molasses in the diet of dairy cow on weighted mean differences (WMD) between treatment and control……117

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2

Figure 1. Forest plot (with subgroup analysis “Covariate=Glycerin in diet (g/kg)), showing the effect of the use of crude glycerin on the diet the beef cattle on monounsaturated fatty acid total (mg/100g of meat).……43
Figure 2. Subgroup analysis (subgroup=Genetic Type) of the effect of the use of glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……...44
Figure 3. Subgroup analysis (subgroup=Treatment period (day)) of the effect of the use of glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……45
Figure 4. Subgroup analysis (subgroup=Concentrate in diet (g/kg of DM)) of the effect of the use of crude glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……...46
Figure 5. (A) Subgroup analysis (subgroup=Glycerin in diet (g/kg)) of the effect of the use of crude glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……47
Figure 5. (B cont) Subgroup analysis (subgroup=Glycerin in diet (g/kg)) of the effect of the use of crude glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……48
Figure 6. Subgroup analysis (subgroup=Feeding system) of the effect of the use of crude glycerin in diet of the beef cattle, WMD = weighted mean differences between treatment and control treatments……49

CAPÍTULO 3

Figure 1. Flowchart showing inclusion criteria for selection of the studies used for conducting the meta- analysis of the effects of glycerin in dairy cow diet……71
Figure 2. Forest plot showing the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows on milk fatty acid profile……72
Figure 3. Subgroup analysis (Subgroup=Genetic type) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments……...73

Figure 4. Subgroup analysis (Subgroup=Days in Milk) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments……..73
Figure 5. Subgroup analysis (Subgroup=Experiment period) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments…….…….75
Figure 6. Subgroup analysis (Subgroup=Glycerin in diet (g/kg)) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments……..75
Figure 7. Subgroup analysis (Subgroup=glycerin type) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments…….……..…77
Figure 7. Subgroup analysis (Subgroup=Concentrate in diet (g/kg)) of the effect of the use of glycerin on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between crude glycerin and control treatments…….……..77
CAPÍTULO 4
Figure 1 Flowchart showing inclusion criteria for selection of the studies used for conducting the meta-analysis of the effects of molasses in beef cattle diet……..93
Figure 2. Forest plot (with subgroup analysis (covariate=Amount molasses in diet (g/kg of DM) showing the effect of the use of molasses on the diet the beef cattle on carcass weight (kg)……94
Figure 3. Subgroup analysis (subgroup=Genetic Type) of the effect of the use of molasses in diet of the beef cattle, WMD=weighted mean differences between treatment and control treatments……..95
Figure 4. Forest plot (with subgroup analysis (Covariate=Experimental period)) showing the effect of the use of molasses on the diet the beef cattle, WMD=weighted mean differences between treatment and control treatments…….....95
Figure 5 Subgroup analysis (subgroup=Amount of molasses in diet (g/kg of DM)) of the effect of the use of molasses in diet of the beef cattle, WMD=weighted mean differences between treatment and control treatments…….....96

Figure 6 Subgroup analysis (subgroup=Molasses type) of the effect of the use of molasses in diet of the beef cattle, WMD=weighted mean differences between treatment and control treatments……97
Figure 7 Subgroup analysis (subgroup=Amount of concentrate in diet (g/kg of DM)) of the effect of the use of molasses in diet of the beef cattle, WMD=weighted mean differences between treatment and control treatments……97
CAPÍTULO 5
Figure 1. Flowchart showing inclusion criteria for selection of the studies used for conducting the meta-analysis of the effects of molasses in dairy cow diet……118
Figure 2. Forest plot showing the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows on milk fatty acid profile (mg/g FA milk)……..119
Figure 3. Forest plot (with Subgroup analysis (Covariate=Molasses in diet (g/kg)) showing the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows on milk fat (g/kg)……..120
Figure 4. Subgroup analysis (Subgroup=Group Genetic) of the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between molasses and control treatments……..121
Figure 5. Subgroup analysis (Subgroup=Days in Milk) of the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between molasses and control treatments……..122
Figure 6. Subgroup analysis (Subgroup=Concentrate in diet (g/kg)) of the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between molasses and control treatments……..123
Figure 7 Subgroup analysis (Subgroup=Molasses of type) of the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between molasses and control treatments……..123
Figure 8. Subgroup analysis (Subgroup=Molasses in diet (g/kg)) of the effect of the use of molasses on the diet of dairy cows, WMD=weighted mean differences between molasses and control treatments……124

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

INTRODUÇÃO

A preocupação pela redução do impacto ambiental a partir da extração e o uso de combustíveis fósseis associados à crise energética mundial, tem estimulado o mercado mundial de biocombustíveis à buscar por fontes renováveis, que apresentem menor impacto ao ambiente (Rodrigues e Rondina, 2013; Mahbub et al., 2019). Como parâmetro de desenvolvimento no atual cenário político, a redução no uso de combustíveis fósseis criou favoráveis condições para a produção e comercialização de biocombustíveis, tais como o biodiesel e o etanol. Tendo em vista este cenário, em 2005, o governo federal brasileiro sancionou a lei federal n° 11.097 em 13 de janeiro de 2005, instituindo a obrigatoriedade do acréscimo de 2% de biodiesel no diesel comum a partir de 2008, o chamado B2 (ANP, 2019). A partir de 2019 a proporção de biodiesel adicionada ao óleo diesel passou a ser de 11%, conforme a Lei n°13.263/2016 (ANP, 2020). Já o etanol, pode ser utilizado de duas formas: como combustível veicular, sendo como etanol hidratado, utilizado diretamente no tanque do veículo em substituição à gasolina, e também como etanol anidro, que pode ser usado como aditivo na gasolina, substituindo o chumbo tetraetila por razões ambientais e melhorando o desempenho dos motores (Zanardi e Junior, 2015), sendo adicionado na proporção obrigatória de 25% (EPE, 2005).

A produção de biocombustíveis está associada à geração de coprodutos como a glicerina e o melaço. Segundo a ANP (2019), no ano de 2019 foram produzidos no Brasil 440,6 mil m^3 de glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel. Na produção de etanol, quando o substrato é a cana-de-açúcar, o resíduo é o bagaço de cana, ou quando é utilizado o milho como substrato, temos os grãos de destilarias como resíduos. Contudo, pode haver a comercialização de produtos intermediários da produção do etanol, como o melaço, sendo utilizado para a produção de açúcar ou para a alimentação animal. Coprodutos (glicerina) ou intermediários (melaço) da produção de biocombustíveis podem ser utilizados na alimentação de animais ruminantes (Andriguetto et al., 2002).

A utilização de coprodutos na alimentação animal, além de reduzir o problema do descarte inadequado, também possibilita sua conversão em alimentos de origem animal, tais como carne ou leite, e com menor custo, devido à redução na utilização de grãos como o milho e a soja na dieta dos animais. Outro ponto a ser considerado quanto ao uso de coprodutos na dieta animal é a menor competição de grãos de interesse na nutrição humana com a nutrição animal.

A glicerina e o melaço têm sido utilizados na alimentação animal com sucesso e apresentando bons resultados. Contudo, existem questionamentos sobre o nível ideal de inclusão e a possibilidade de alteração das características físico-químicas e do perfil de ácidos graxos da carne e do leite e a relação com o desempenho produtivo, os quais apresentam resultados controversos. Em relação a glicerina, a inclusão tem mostrado aumentos na proporção de ácidos graxos insaturados (Carvalho et al., 2014; Buttrey et al., 2015), ou mesmo redução nos parâmetros da cor da carne (Benedeti et al., 2016). Variações nas respostas com a inclusão de glicerina na dieta também foram observadas para a composição do leite, como o aumento no conteúdo proteico (Bajramaj et al., 2016), e redução na concentração de ácidos graxos insaturados no leite (Ariko et al., 2015; Gaillard et al., 2018). Contudo, resultados controversos também foram relatados (Ezequiel et al., 2015; Bajramaj et al., 2016)

Em relação ao melaço, a inclusão em dietas para bovinos de corte também está associada a uma grande variação nas respostas de parâmetros de carcaça, como o peso e rendimento de carcaça (Tomkins et al., 2014; Asimwe et al., 2015). Quando avaliado o efeito da inclusão em dietas para vacas leiteiras, foram observados desde redução na concentração de ácidos graxos de configurações trans (Razzaghi et al., 2020), como aumentos na concentração de ácidos graxos da família ômega-3 (Brito et al., 2017). Todas essas variações observadas com a inclusão de glicerina ou melaço, podem ser devidos não somente ao nível de inclusão, também associados a fatores como: raça, idade do animal, sistema de alimentação e ao período de oferta da dieta experimental. Todas estas fontes de variação são difíceis de avaliar em um único experimento, sendo, portanto, necessário o uso da abordagem meta-analítica para se alcançar avaliações mais robustas.

De acordo com Volpato (2019), a ciência é um fenômeno natural dinâmico de caráter acumulativo de suas informações. Neste contexto, a utilização de ferramentas

estatísticas como a meta-análise pode ajudar a agregar as informações formando conclusões mais robustas, possibilitando o agrupamento de informações e avaliação de fenômenos, e detecção de respostas mesmo em conjunto de dados com elevada variação. Como foi abordado por Sauvant et al. (2008), a utilização da meta-análise apresenta maior poder de detecção do que um único experimento para respostas com elevada variação. Esta abordagem ainda possibilita maior capacidade de explorar fontes de variação (covariáveis) que influenciam sobre uma resposta (Glass, 1976; Higgins e Green, 2011). Contudo, estudos meta-analíticos que avaliem as respostas do uso de glicerina e de melaço na dieta de bovinos de corte e leite sobre os parâmetros de desempenho e físico-químicos da carcaça bem como o perfil de ácidos graxos do leite e da carne ainda são escassos, e respostas mais concretas precisam ser dadas para ratificar a utilização desses ingredientes na alimentação de ruminantes.

Portanto, objetivou-se, a partir do uso da abordagem meta-analítica, avaliar os fatores que afetam as respostas, bem como o impacto da utilização do melaço e glicerina na dieta de bovinos de corte e leite, sobre os parâmetros de desempenho e de carcaça, físico-químicos da carne bem como o perfil de ácidos graxos do leite e da carne.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível - ANP (2019): Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Rio de Janeiro, 268

Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível - ANP (2020): Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Rio de Janeiro, 271

Almeida MTC, Ezequiel JMB, Paschoaloto JR, Perez HL, de Carvalho VB, Castro Filho ES, Van Cleef EHCB (2017). Effects of high concentrations of crude glycerin in diets for feedlot lambs: feeding behaviour, growth performance, carcass and non-carcass traits. **Animal Production Science.** 7,1271-1278

Andriguetto JM, Perly L, Minardi I, Gemael A, Flemming JS, Souza GA, Filho AB (2002). **Nutrição animal: bases e fundamentos**. NBL editora. 520p.

Araba A, Byers FM (2002). Environmentally friendly beef production from two genotypes fed cereal/molasses diets. **Livestock Production Science**. 77,301-309.

Ariko T, Kass M, Henno M, Fievez V, Kärt O, Kaart T, Ots M (2015). The effect of replacing barley with glycerol in the diet of dairy cows on rumen parameters and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technologic**. 209, 69-78

Asimwe L, Kimambo AE, Laswai GH, Mtenga LA, Weisbjerg MR, Madsen J, Mushi D E (2015). Growth performance and carcass characteristics of Tanzania Shorthorn Zebu cattle finished on molasses or maize grain with rice or maize by-products. **Livestock Science**. 182,112-117.

Bajramaj DL, Curtis RV, Kim JJM, Corredig M, Doelman J, Wright TC, Cant JP (2016). Addition of glycerol to lactating cow diets stimulates dry matter intake and milk protein yield to a greater extent than addition of corn grain. **Journal of Dairy Science**. 100, 6139-6150.

Benedeti PDB, Paulino PVR, Marcondes MI, Maciel IFS, da Silva MC, Faciola AP (2016). Partial replacement of ground corn with glycerol in beef cattle diets: intake, digestibility, performance, and carcass characteristics. **PloS one**. 11, 148-224.

Borenstein M, Hedges IV, Higgins JP, Rothstein HR (2009) Introduction to meta-analysis. John wiley & sons.

Borenstein M, Higgins JPT (2013) Meta-analysis and subgroups. **Prevention science.**14, 134-143.

Brito AF, Soder KJ, Chouinard PY, Reis SF, Ross S, Rubano MD, Casler MD (2017). Production performance and milk fatty acid profile in grazing dairy cows offered ground corn or liquid molasses as the sole supplemental nonstructural carbohydrate source. **Journal of Dairy Science**. 100, 8146-8160.

Buttrey EK, Luebbe MK, McCollum III FT, Cole NA, MacDonald JC, Hales KE (2015) Effects of glycerin concentration in steam-flaked corn-based diets with supplemental yellow grease on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**. 93, 3698-3703.

Carvalho JRR, Chizzotti ML, Ramos EM, Neto OM, Lanna DPD, Lopes LDS, Ladeira MM (2014). Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**. 96, 977-983.

Cochran WG (1954) The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**.10, 101–29.

Defrain JM, Hippen AR, Kalscheur K F, Jardon P W (2004). Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of dairy science**. 8, 4195-4206

D'Aurea AP, Ezequiel, JMB, D'Aurea EMO, Santos VC, Fávaro VR, Homem Júnior AC, Perez HL (2017) Glicerina bruta associada à ureia na terminação de bovinos: consumo, desempenho e características da carne. **Arquivo Brasileiro de Medicina e Veterinaria e Zootecnia**. 1,165-172.

Der-Simonian R, Laird N (1986). Meta-analysis in clinical trials. **Controlled clinical trials.** 7,177–188.

Donkin SS, Koser SL, White HM, Doane PH, Cecava MJ (2008) Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.** 92, 5111–5119doi: 10.3168/jds.2009-2201.

Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. **Bmj.** 315, 629-634.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional – EPE (2005): ministério de minas e energia (mme), rio de janeiro,

Ezequiel JMB, Sancanari JBD, Neto OM, da Silva ZF, Almeida MTC, Silva DAV, Van Cleef EHCB (2015) effects of high concentrations of dietary crude glycerin on dairy cow productivity and milk quality. **Journal of dairy science.** 11, 8009-17.

Fisher LJ, Erfle JD, Lodge GA, Sauer FD (1973) Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. **Canadian journal of animal science**. 53, 289-363.

Gaillard C, Sørensen MT, Vestergaard M, Weisbjerg MR, Larsen MK, Martinussen H, Sehested J (2018) Effect of substituting barley with glycerol as energy feed on feed intake, milk production and milk quality in dairy cows in mid or late lactation. **Livestock Science**. 436, 25-31.

Glass GV, (1976) primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational researcher**. 5, 3-8.

Harbord RM, Higgins JPT (2008) Meta-regression in stata. **The stata journal**. 8, 493-519.

Hatch CF, Beeson WM (1972) Effect of different levels of cane molasses on nitrogen and energy utilization in urea rations for steers. **Journal of animal science**. 35, 854-858.

Hedges LV, Vevea JL (1998) Fixed-and random-effects models in meta-analysis. **Psychological methods**. 4, 486.

Higgins JP, Thompson S G, Deeks J J, Altman DG (2003) Measuring inconsistency in meta-analyses. **Bmj**. 327, 557-560.

Higgins JPT, Green S (2011) **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions** version 5.1.0 [updated march 2011]. http://www.cochrane-handbook.org.

Higgins JPT, Thompson A, (2009) Re-evaluation of random-effects meta-analysis. **Journal of the royal statistical society**: series a (statistics in society), 172, 137-159.

Johns AT (1953) Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. **Journal of science and technology**. 35, 262-269.

Kung Jr L, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM (2003) The effect of treating alfalfa with lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of dairy Science**. 86, 336-343.

LANA (2010) **Relatório técnico - análises laboratoriais**. Universidade estadual de Maringá, Maringá, Paraná

Light RJ, Pillemer DB (1984) **Summing up: the science of reviewing**. Research. Harvard University Press, Cambridge.

Mahbub N, Gemechu E, Zhang H, Kumar A (2019) The life cycle greenhouse gas emission benefits from alternative uses of biofuel coproducts. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**. 34, 173-186.

Martel CA, Titgemeyer EC, Mamedova LK, Bradford BJ (2011) Dietary molasses increases ruminal pH and enhances ruminal biohydrogenation during milk fat depression. **Jounal of Dairy Science**. 94, 3995-4004.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA (2007) animal nutrition 7th. scientific and technikal co. pubhlished. in the United States with john and sons. tnc. new york. Nutrition and Dietetics 17, 250–311

Osuji PO, Khalili H (1994) The effect of replacement of wheat bran by graded levels of molasses on feed intake, organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization in crossbred (bos taurus× bos indicus) steers fed native grass hay. **Animal feed science and technology**. 48, 153-163.

Omazic AW; Kronqvist C. Zhongyan L, Martens H, Holtenius, K (2015) The fate of glycerol entering the rumen of dairy cows and sheep. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. 99, 258-264.

Razzaghi A, Valizadeh R, Ghaffari MH, Brito A F (2020) Liquid molasses interacts with buffers to affect ruminal fermentation, milk fatty acid profile, and milk fat synthesis in dairy cows fed high-concentrate diets. **Journal of Dairy Science**. 103, 4327-4339.

Rodrigues FV, Rondina D (2013) Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta veterinaria brasilica**. 7, 91-99.

Rowe JB, Bobadilla B, Fernandez A, Encarnacion JC, Preston TR (1979) Molasses toxicity in cattle: rumen fermentation and blood glucose entry rates associated with this condition. **Tropical animal production**. 4, 78-89.

Sales J (2011) Wffects of saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal parameters, nutrient digestibility and growth in sheep: a meta-analysis. **Small ruminant research**. 100, 19-29.

Sauvant D, Schmidely P, Daudin JJ, St-Pierre NR (2008) Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**. 2, 1203-1214.

Silva RR, Facuri LMAM, de Carvalho GGP, da Silva FF, Simionato JI, Sampaio CB, de Carvalho BMA (2017) Meat quality of heifers finished on pasture with tropical grass and supplemented with glycerin. **International Journal of Agriculture and Natural.** 44, 320-332.

St-Pierre NR (2001) Invited review: integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of dairy Science**. 84, 741-755.

TECPAR. 2010. **Relatório de ensaio - produto glicerina**. Instituto de tecnologia do Paraná, Curitiba, pr.

Tedeschi IO (2006) Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural systems**. 89, 225-247.

Tomkins NW, Fenwicke CT, Hunter RA (2004) High molasses diets for feedlot cattle. **Animal Production in Australia.** 25, 4–187.

Vesterinen HM, Sena ES, Egan KJ, Hirst TC, Churolov L, Currie G L, Macleod M R (2014) Meta-analysis of data from animal studies: a practical guide. **Journal of neuroscience methods**. 221, 92-102.

Viechtbauer W (2010) Conducting meta-analysis in r with the metaphor package. **Jounal statistics software**. 36, 1-48.

Volpato GL (2019) Ciência: da filosofia à publicação. 7ª. botucatu, tipomic editora, 312p.

Zanardi MS, Junior ECF (2015). Tecnologia e perspectiva da produção de etanol no Brasil1. **Revista Liberato**. 1,17-27

.