

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/05/2023.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – Unesp
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**THE IMPACT OF INTENSIFICATION PROCESS ON
ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE PARAMETERS
DURING GROWING AND FINISHING PHASE OF BEEF
CATTLE RAISED IN PALISADEGRASS GRAZING SYSTEM**

Laís de Oliveira Lima
Zootecnista

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – Unesp

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**THE IMPACT OF INTENSIFICATION PROCESS ON ENVIRONMENTAL AND
PRODUCTIVE PARAMETERS DURING GROWING AND FINISHING PHASE OF
BEEF CATTLE RAISED IN PALISADEGRASS GRAZING SYSTEM**

Laís de Oliveira Lima

Orientador: **Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros**

Coorientadora: **Dr^a. Márcia H. M. da Rocha Fernandes**

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

2020

L732i Lima, Laís de Oliveira

 The impact of intensification process on environmental and
productive parameters during growing and finishing phase of beef
cattle raised in palisadegrass grazing system / Laís de Oliveira Lima.
-- Jaboticabal, 2021
84 p.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Euclides Braga Malheiros
Coorientadora: Marcia Helena Machado da Rocha Fernandes

 1. adubação. 2. bovinos. 3. forragem. 4. meio ambiente. 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 DISSERTAÇÃO: THE IMPACT OF INTENSIFICATION PROCESS ON ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE PARAMETERS DURING GROWING AND FINISHING PHASE OF BEEF CATTLE RAISED IN PALISADEGRASS GRAZING SYSTEM

AUTORA: LAÍS DE OLIVEIRA LIMA

ORIENTADOR: EUCLIDES BRAGA MALHEIROS

COORIENTADORA: MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES

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

Prof. Dr. EUCLIDES BRAGA MALHEIROS (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas (DECEX) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Dr. LUIS FELIPE PRADA E SILVA (Participação Virtual)
Animal Science, University of Queensland - Brisbane (UQ)

Jaboticabal, 12 de maio de 2021

CURRICULAR DATA OF THE AUTHOR

Laís de Oliveira Lima – born in Jundiaí -SP on March 25, 1996, daughter of Ademir de Oliveira Lima and Marcia Raquel Gomes Lima. Animal Scientist by the Faculty of Agricultural and Veterinary Sciences, UNESP Jaboticabal Campus (2018). She was grant with FAPESP Scientific Initiation Scholarship during her undergraduate studies. In March 2019, she joined the Post Graduate Program in Animal Sciences, master's degree, at the same institution, with a FAPESP scholarship, under the guidance of prof. Dr. Euclides Braga Malheiros and Dra. Marcia Fernandes as co-advisor.

EPIGRAPH

“Quero viver
Muito além das fronteiras
Dos que só sabem ser
Pedras de atiradeira”
(Almir Sater)

To God, who light up my way as I pursue my dreams.

To my grandparents Domingos and Sebastião (in memoriam), pillars of my family and consequently responsible for the human being that I became. I know that from up there you always looked and took care of me.

I dedicate to you!

ACKNOWLEDGEMENT

First of all, to God who allowed all this to happen, throughout my life, and not only in these years as a university student, but also during all the moments of my life.

To this University, its teaching staff, management, and administration for allowing me to glimpse a higher horizon.

To all the employees, especially Juninho, Servidone, Taturana, Mr. Orlando and Ana Paula for the support during the trial.

To Prof^o, Dr^o, Euclides Braga Malheiros, who accepted me with arms wide open as my supervisor even before meeting me in person. Thank you for the opportunity, welcome and support in preparing this work.

To my co-supervisor Dr^a Márcia Fernandes, who was a real mother throughout my path in the master's degree, who never hesitated to help me, with all patience and affection, great advisor and especially a friend.

To Prof^o, Dr^o Ricardo Reis for the support, for lending his area to conduct the experiment, for his corrections and incentives.

I would like to thank Dr Abmael Cardoso for the support during my masters, especially during the methane measurements and for accepting being part of my Examination Committee.

To Prof^o, Dr^o Luis Felipe Prada e Silva for sharing his knowledge with me since my internship in Australia and for accepting being part of my Examination Committee.

I thank my classmates Mayara (Casca), Caio (Albarô), Natalia Fonseca (Fiona) and Natalia Fanelli (Graúda) for all these years of friendship and for having been essential during this journey.

To my friends Carolina (Surfs), Luma (Noumor) and Thais (Poca-ropa), you who at some point participated in my life leaving your mark, I wish you all success in the world.

My postgraduate colleagues Elieder (Macumbinha), Guilherme (Capitão Mathias), Kênia, Paloma, Rayane, and Sergio who besides friends never denied me help to conduct this work.

To the boys from República 51, who welcomed me with such affection when I needed it most. Especially to Erick (Devasso), Rhaony (Zé) and Guilherme (Nono), for the partnership, patience, and care.

To my brother from a different mother Fernando Ongaratto (Onga), partner of experiment and of the most difficult moments, you were a beautiful gift that the master gave me.

To the Unespfor group, all of its members and all the interns who worked there, working with you was crucial for my personal and professional development.

To my friend Tiago, who despite the geographic separation, has always been by my side, supporting me, in addition to his wise advices and ear tugs of academic nature.

My thanks to the friends of Jundiaí, Mariana Ditt, Isabella Pandini and Samanta who despite the distance, were always very present giving me the strength to keep going.

To all my family, to believe and invest in me.

Mom, your care and dedication to me at every moment has given me hope to move on.

Father, your presence meant security and the certainty that I am not alone on this journey.

To my brother Kleber and my sister-in-law Tais, who always believed and trusted me.

My grandmothers, Dona Nega and Edenite, who with all simplicity and wisdom always encouraged me to fly.

To the Trouw Nutrition Company for donating the supplement used on my experiment.

To EMBRAPA Southeast Livestock, for the support during the period of enteric methane collections.

To the São Paulo State Research Support Foundation (FAPESP) for granting the scholarship, process FAPESP 2018 / 26492-0.

And to everyone who directly or indirectly took part in my maser's journey, thank you very much.

SUMMARY

ABSTRACT	III
RESUMO	IV
CHAPTER 1 – GENERAL CONSIDERATIONS	1
1. Introduction	1
2. Literature review	2
2.1 Livestock production.....	2
2.2 GHG emission.....	3
2.3 Sustainable Intensification	4
2.3.1 Intensification via grazing management	6
2.3.2 Intensification via fertilization (Ammonium nitrate).....	7
2.3.3 Intensification via supplementation at finishing phase	9
2.4 Human-inedible food for animal feed	11
3. Hypothesis	12
4. Objectives	12
5. References	12
CHAPTER 2 - ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE IMPACT OF NELLORE YOUNG BULLS GRAZING TROPICAL PASTURE FERTILIZED WITH INCREASING NITROGEN DOSES.....	22
1. Introduction	23
2. Material and Methods	24
3. Results	29
4. Discussion	31
5. References	35
CHAPTER 3 - CARBON FOOTPRINT AND NET PROTEIN CONTRIBUTION OF NELLORE YOUNG BULLS IN TROPICAL PRODUCTION SYSTEMS	40
1. Introduction	41
2. Material and Methods	42
3. Results	53
4. Discussion	58
5. Conclusion.....	64
6. References	64



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Impacto da intensificação sustentável da produção de bovinos de corte em áreas tropicais na mitigação das mudanças climáticas"**, protocolo nº 007979/18, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Marcia Helena Machado da Rocha Fernandes, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de junho de 2018.

Vigência do Projeto	01/11/2018 a 30/09/2020
Espécie / Linhagem	Bovinos (<i>Bos taurus indicus</i>)
Nº de animais	238
Peso / Idade	210 a 510 kg / 15 a 27 meses
Sexo	Macho
Origem	Fazenda externa / Compra

Jaboticabal, 14 de junho de 2018.


Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

THE IMPACT OF INTENSIFICATION PROCESS ON ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE PARAMETERS DURING GROWING AND FINISHING PHASE OF BEEF CATTLE RAISED IN PALISADEGRASS GRAZING SYSTEM

ABSTRACT

Due to the concern arising from the environmental impacts caused by beef cattle, this study aimed to identify the environmental and productive impact of the beef cattle intensification process in order to develop a comprehensive set of indicators for the sustainable intensification of beef cattle chain. The experimental area consisted of 24 ha of *Urochloa brizantha* Hochst ex A. Rich Stapf cv. Marandu divided into 12 paddocks of approximately 2 ha each. Were used 48 tester Nellore young bulls with an average weight of 273.7 ± 7.6 and regulating animals were used to maintain the canopy height at 25 cm, using a grazing method in continuous stocking and the “put and take” technique with variable stocking. The treatments were of different intensification levels: low (0 nitrogen [N] ha^{-1}) intermediate (75 kg N ha^{-1}) and high (150 kg N ha^{-1}) in a completely randomized with three treatments design with four replications (paddocks). The fertilization was with ammonium nitrate (32% N). At backgrounding, all animals received a mineral mixture *ad libitum*. At the finishing phase, the animals of the low level of intensification were supplemented with 2% of body weight in the pasture, while the animals of intermediate and high intensification were finished in feedlot. Animals from all treatments received only human-inedible feed during the entire experimental period. Pasture evaluation included the determination of forage mass and the determination of nutritional components of forage. Animal response variables include, performance, intake and digestibility of nutrients, emission of enteric methane (CH_4), nitrogen balance (N), carbon footprint and net protein contribution (NPC). Crude protein (CP) intake and N balance increased linearly with the intensification levels ($P < 0.05$). Crude protein digestibility increased at a decreasing rate (quadratic effect, $P < 0.05$) with increasing intensification. In addition, N fertilization resulted in a linear increase in SR and average daily gain (ADG) from 1.75 animal unit (AU = 450 kg) ha^{-1} and 0.62 kg d^{-1} (0 kg N ha^{-1}) to 3.75 AU ha^{-1} and 0.82 kg d^{-1} (150 kg N ha^{-1}), respectively. Individual CH_4 emissions were not affected by treatment ($P > 0.05$). Carcass production increased with the intensification levels ($P < 0.05$), however GHG emissions intensity (kg CO_2e kg carcass $^{-1}$) also increased with the intensification levels ($P < 0.05$). Enteric methane was the main contributor to total greenhouse gases (GHG) emissions in all systems in both phases. Conversion efficiency of beef cattle (HePCE) was similar for all systems in all phases ($P > 0.05$). Net protein contribution (NPC) was above 1 for all systems and phases, indicating each system was positively contributing to supply human protein requirements. Improvements in grazing management is a powerful tool to mitigate environmental impact of grazing systems and the beef production system is a net contributor to the human protein supply without competing for food.

Key Words: cattle; by-products; environment; fertilization; forage

IMPACTO AMBIENTAL E PRODUTIVO DO PROCESSO DE INTENSIFICAÇÃO DA RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE MANEJADOS EM CAPIM MARANDU

RESUMO

Devido à preocupação decorrente dos impactos ambientais causados pela pecuária de corte, este estudo objetivou identificar o impacto ambiental e produtivo do processo de intensificação da produção pecuária, a fim de desenvolver um conjunto abrangente de indicadores para a intensificação sustentável dos sistemas. A área experimental foi composta por 24 ha de *Urochloa brizantha* Hochst ex A. Rich Stapf cv. Marandu dividida em 12 piquetes de aproximadamente 2 ha cada. Foi utilizado o método de pastejo contínuo com taxa de lotação variável. Foram utilizados 48 bovinos testers Nelore, com peso médio inicial de 273.7 ± 7.6 e animais reguladores, para manter a altura do dossel em 25 cm. Os tratamentos foram diferentes níveis de intensificação: baixo (0 nitrogênio [N] ha^{-1}), intermediário (75 kg N ha^{-1}) e alto (150 kg N ha^{-1}), em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições (piquetes). A adubação foi realizada com nitrato de amônio (32% N). Durante a recria, todos os animais receberam uma mistura mineral ad libitum. Na terminação, os animais de baixo nível de intensificação foram suplementados com 2% do peso corporal no pasto, enquanto os animais de intensificação intermediária e alta foram terminados em confinamento. Os animais de todos os tratamentos receberam apenas alimentos não comestíveis por humanos durante o período experimental. A avaliação da pastagem incluiu a determinação da massa de forragem e componentes nutricionais da forragem. As variáveis de resposta do animal incluíram consumo e digestibilidade dos nutrientes, emissão de metano entérico, balanço de nitrogênio (N), desempenho, pegada de carbono e contribuição líquida de proteína (NPC). O consumo de proteína bruta (PB) e o balanço de N aumentaram linearmente com o aumento da intensificação ($P < 0,05$). A digestibilidade da PB aumentou em uma taxa decrescente (efeito quadrático, $P < 0,05$) com o aumento da intensificação. Além disso, a intensificação resultou em um aumento linear taxa de lotação (SR) e ganho médio diário (GMD) de 1,75 unidade animal (AU = 450 kg) ha^{-1} e 0,62 kg d^{-1} (0 kg N ha^{-1}) para 3,75 UA ha^{-1} e 0,82 kg d^{-1} (150 kg N ha^{-1}), respectivamente. As emissões individuais de metano (CH_4) não foram afetadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). A produção de carcaça aumentou com os níveis de intensificação ($P < 0,05$), porém a intensidade das emissões de gases do efeito estufa (GEE; kg CO_2 e kg CH_4 carcaça) também aumentou com os níveis de intensificação ($P < 0,05$). O CH_4 entérico foi o principal contribuinte para as emissões totais GEE em todos os sistemas em ambas as fases. A eficiência de conversão de bovinos de corte (HePCE) foi semelhante em todos os sistemas em todas as fases ($P > 0,05$). A NPC foi acima de 1 em todos os sistemas e fases indicando que cada sistema estava contribuindo positivamente para suprir as exigências de proteína humana. Melhorias no manejo do pastejo são uma ferramenta poderosa para mitigar o impacto ambiental dos sistemas de bovinos de corte em pastejo e produção de

bovinos de corte é um contribuinte de proteína líquida para o atender os requerimentos de proteína humana sem competir por alimento.

Palavras-chave: adubação; bovinos; forragem; meio ambiente; subproduto

CHAPTER 1 – GENERAL CONSIDERATIONS

1. Introduction

Brazil is one of the world leaders in beef production, with the largest world herd (213,68 million head), occupying an area of approximately 162 million hectares of pasture (ABIEC, 2020). The livestock gross domestic product (GPD) contributes with 8.7% to the total Brazilian GDP. Despite its great relevance to national and international economy, livestock in Brazil has often been perceived negatively by public opinion for its impact on the deforestation process and its contribution to the emission of greenhouse gases (GHG; Tonato et al., 2013). In addition, despite the overall improvement in productivity over the last decades, grazing systems with low technological level and productive indexes are still common (Romanzini et al., 2020), which results in pastures that are often degraded or below their production potential (Machado et al., 2011).

The concepts of sustainable intensification focus on the awareness of climate change and food shortage risks and is an important tool that aims to increase the productivity of the beef production chain. In addition, it also aims to contribute to a gradual and proportional reduction of the environmental impact (Tedeschi et al 2015). Grazing management combined with fertilization is an auxiliary tool to improve animal performance, increase stocking rates, meat production per unit of area, improve carcass and meat quality as well as to reduce the background time to slaughter (Berndt and Tomkins 2013). Another intensification strategy is feedlot, in which an increase in the proportion of concentrate and physically effective fiber in the diet is adopted leading to higher energy intake, nutritional value, feed efficiency, meat quality and a decrease in methane and carbon monoxide emissions (Marcondes et al., 2011).

Unfortunately, adoption of sustainable intensification might incur in controversies, which are often based on incomplete information or lack of sound science (Tedeschi et al., 2015). Moreover, inconsistencies in the estimation and consolidation of emission and sequestration values of greenhouse gases related to Brazilian livestock have been reported. These problems are mainly related to limitations in experimental protocols and the use of emission factors generated in temperate climates (Tonato et al., 2013). Thus, in order to identify alternatives that

minimize their environmental impacts it is crucial to develop reliable scientific information that quantifies more accurately the environmental impact of cattle production in tropical systems.

Therefore, the hypothesis of this work is that sustainably intensified systems (i.e. systems which adopt grazing management, pasture fertilization and supplementation) are a viable strategy for mitigating climate change and food shortage. Therefore, the objective of this study was to evaluate the environmental and productive impact of beef cattle intensification process of *Urochloa brizanta* cv. Marandu grazing systems during background and finishing phase.

5. References

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil, 2020. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>

AQUINO, B. F. O uso de fertilizantes e corretivos agrícolas e os impactos sobre o meio ambiente. In: xxxii congresso brasileiro de ciencia do solo. Sociedade brasileira de

ciência do solo. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza. xxxii congresso brasileiro de ciencia do solo, 2009.

BABER, J. R.; SAWYER, J. E.; WICKERSHAM, T. A. Estimation of human-edible protein conversion efficiency, net protein contribution, and enteric methane production from beef production in the United States. **Translational Animal Science**, v.2, n.4, p.439-450, 2018.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIK, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.110–118, 2015

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; DELEVATTI, L. M.; KOSCHECK J. F. W.; ROMANZINI, E. P.; FERRARI, A. C.; RENESTO, D. M.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Influence of post-weaning managementsystem during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, v.153, p.23-31, 2017.

BARROS, A. L. M.; PEREIRA, E. M.; HAUSKNECHT, J. C. O'F.V.; FERNANDES JR, J. S.; FERNANDES, M.H. M. R. Estratégias de intensificação em pecuária de corte: da pecuária extensiva à adubação de pastagens e integração lavoura-pecuária. In: Simpósio sobre manejo de pastagem: a empresa pecuária baseada em pastagens, 26, 2011, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba:FEALQ. p.29-50, 2011

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.48, p.21–27, 2008.

BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.954-968, 2012.

BERNDT, A.; TOMKINS, N. W. Measurement and mitigation of methane emissions from beef cattle in tropical grazing systems: a perspective from Australia and Brazil. **Animal**, v. 7, p. 363-372, 2013.

BLASER, R. E. Symposium on forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. **Journal of Animal Science**, v.23, n.1, p.246-253, 1964.

BRAZ, S. P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J.; JANTALIA, C. P.; GUIMARÃES, A. P.; DOS SANTOS, C. A.; ... & BODDEY, R. M. Soil carbon stocks under productive and degraded Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. **Soil Science Society of America Journal**, v.77, n.3, p.914-928, 2013,

CAPPER, J., BERGER, L.; BRASHEARS, M.; JENSEN, H. Animal feed vs. human food: Challenges and opportunities in sustaining animal agriculture toward 2050. 2013 **Economics Technical Reports and White Papers**, 2013.

CARDOSO, A. S.; BERNDT, A.; LEYTEM, A.; ALVES, B. J.; DE CARVALHO, I. D. N.; DE BARROS SOARES, L. H.; BODDEY, R. M. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 143, 2016.

CEZAR, I. M; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R.L. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentare no abate. Campo Grande: **EMBRAPA**, 2005 (Documentos.nº 151)

CHEEKE, P. R. Contemporary issues in animal agriculture. **Interstate Publishers, Inc.**, PO Box 50., 1998.

COHN, A.; BOWMAN, M.; ZILBERMAN, D.; O'NEILL, K. The viability of cattle ranching intensification in Brazil as a strategy to spare land and mitigate greenhouse gas emissions. In: CCAFS (Ed.). **Working Paper Series**. Copenhagen: CCAFS, p. 43, 2011

CORRÊA, D.C.C.; CARDOSO, A.S.; SOUZA, N.C.S.; TONIELLO, A.D.; REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C. Effect of nitrogen source and level on ammonia volatilization in marandu grass pasturelands. In Proceedings of the 2nd International Conference on Forages, 2., 2018. **Proceedings...** Lavras, UFLA, p. 225-226, 2018.

CORSI, M. Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum* Jacq. Ames, 1984. Thesis (Ph. D) - The Ohio State University, 1984.

DALLANTONIA. E. E. Associação de aditivos na suplementação de bovinos terminados a pasto no período das águas. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Jaboticabal. 2017.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.D.S.; BARBERO, R.P.; LEITE, R.G.; ROMANZINI, E.P.; RUGGIERI, A.; REIS, R.A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, Londres, v. 9, 2019.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

DUMORTIER. J.; HAYES. D. J.; CARRIQUIRY. M.; DONG. F.; DU. X.; ELOBEID. A.; FABIOSA. J. F.; MULIK. K. Modeling the effects of pasture expansion on emissions from land-use change. **Center for Agricultural and Rural Development** (CARD) at Iowa State University. 2010.

ERTL, P., ZEBELI, Q., ZOLLITSCH, W., KNAUS, W. Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion ratio. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 2, p. 1225-1233, 2015.

FAO, 2009. **Press release**, 19 June 2009.

GERBER, P. J.; MOTTET, A.; OPIO, C. I.; FALCUCCI, A.; TEILLARD, F. Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. **Meat science**, v. 109, p. 2-12, 2015.

GERBER, P.J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. **Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

GILL, M. Converting feed into human food: the multiple dimensions of efficiency [Internet]. In: Makkar HPS, Beever D editors. **Proceedings...** FAO Animal Production

and Health, No. 16; 2012 Nov 27; Bangkok. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies; p. 1–13, 2013

GOMES, L.M.; ONGARATTO, F.; VELLUDO, I.M.; AZENHA, M.V.; MALHEIROS, E.B.; RUGGIERI, A.C. Morfogênese e número de folhas de capim marandu manejado sob distintas alturas de dossel. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia (Zootec) 29º., 2019, Uberaba. **Anais...** Congresso Brasileiro de Zootecnia (Zootec) 29º, 2019.

HART, K.J.; MARTIN, P.G.; FOLEY, P.A.; KENNY, D.A.; BOLAND, T.M. Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. **Journal Animal Science**, v.87, n.10, p.3342- 3350, 2009.

HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. Essex: Longman Scientific and Technical, 1989. 292 p.

HERRERO, M.; HAVLIK, P.; VALIN, H.; NOTENBAERT, A.; RUFINO, M.C.; THORNTON, P.K.; BLUMMEL, M.; WEISS, F.; GRACE, D.; OBERSTEINER, M. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 52, p. 20888-20893, 2013

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.

JANZEN, H. H. What place for livestock on a re-greening earth?. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 783-796, 2011.

JENKINSON, D. S. The impact of humans on the nitrogen cycle, with focus on temperate agriculture. **Plant Soil**, v.228, p.3-15, 2001

KOSCHECK, J. F. W., ROMANZINI, E. P., BARBERO, R. P., DELEVATTI, L. M., FERRARI, A. C., MULLINIKS, J. T., ... & REIS, R. A. How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation?. **Animal Production Science**, v. 60, n. 9, p. 1201-1209, 2020.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M.H.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. **European Journal of agronomy**, Amsterdam, v. 28, n. 4, 2008.

LEMAIRE, G.; MEYNARD, J. M. Diagnosis on the nitrogen status in crops. **Springer: Verlag**, cap. 1, p. 3–44, 1997.

MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R; GUIMARÃES JR., R.; LOPES, F.C.F.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M.M.; MORENZ, M.J.M. 2011 Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 92 p, 2011 (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 147).

MARCONDES, M. I., VALADARES FILHO, S. D. C., OLIVEIRA, I. M. D., VALADARES, R. F. D., PAULINO, M. F., PRADOS, L. F. Exigências de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília**, v. 40, n. 10, p. 2235-2243, 2011.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 33, n. 6, 2004.

MCTIC - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 2020. Disponível em <http://educaclima.mma.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Estimativas-Anuais-5-2020.pdf>

MCTIC. Estimativas anuais da emissão de gases do efeito estufa no Brasil, 4ª edição. **Ministério da ciência, tecnologia, inovações e comunicações – mctic**. Brasil, 2017.

MOSS, A. R.; JOUANY, J. P.; NEWBOLD, C. J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie*, v.49, p.231-253, 2000.

MOSS, Angela R. Methane: global warming and production by animals. **Chalcombe Publications**, 1993

MOTT, G.O. Grazing pressures and the measurement of pastures production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, **Proceedings...** Reading: p.606-611, 1960

MOTTET, A., DE HAAN, C., FALCUCCI, A., TEMPIO, G., OPIO, C., GERBER, P. On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. **Global Food Security**, v. 14, p. 1-8, 2017.

OLIVEIRA, A. A. **Manejo do pasto de capim-marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos nelore**. 2014. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; WILLIAMS, J.H.H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.1-14. 1988.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L.C. Sustentabilidade de pastagens – Manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. **PUBVET**. Londrina. v. 4. n. 24., 2010.

PRIMAVESI, O., CORRÊA, L. D. A., PRIMAVESI, A. C., CANTARELLA, H., ARMELIN, M. J. A., SILVA, A. D., FREITAS, A. D. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. **Coastcross: eficiência e perdas**. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2001.

REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, A.A. et al. Manejo da pastagem, diferimento e estratégias de suplementação na engorda de bovinos no pasto. In: X Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. Anais... Campo Grande:MS, p.20-39, 2011.

REIS, R.R.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, A.A.; AZENHA, M.V.; CASAGRANDE, D.R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, p. 642-655, 2012.

ROMANZINI, E. P.; BARBERO, R. P.; REIS, R. A.; HADLEY, D.; MALHEIROS, E. B. Economic evaluation from beef cattle production industry with intensification in Brazil's tropical pastures. **Tropical Animal Health and Production**, 2020.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, v. 1, 2006.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J.S.S.; OLIVEIRA, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.38, n.2, p.301-309, 2003.

SAN VITO. E.; LAGE. J. F.; DALLANTONIA. E. E.; MESSANA. J. D.; REIS. R. A.; NETO. A. J.; FRIGHETTO. R. T. S.; BERCHIELLI. T. T. Performance and methane emissions of grazing Nellore bulls supplemented with crude glycerin. **Journal of Animal Science**, 2016.

SANTANA, E.A.R. (2017) Composição morfológica e valor alimentício de capimmarandu e comportamento de bovinos nelore em sistemas integrados de produção agropecuária. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

SANTOS E.R.; CARVALHO B.R.; RODRIGUES, P.M.; BASSO, K.C.; DE CARVALHO, A.N. Características estruturais do capim-marandu diferido com alturas e doses de nitrogênio variáveis. **Archivos de zootecnia**, v. 67, n.259, p.420-426, 2018.

TEDESCHI, L. O., MUIR, J. P.; RILEY, D. G.; FOX, D. G. The role of ruminant animals in sustainable livestock intensification programs. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 22, n. 5, p. 452-465, 2015.

THORNTON, P. K.; HERRERO, M. Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 46, p. 19667-19672, 2010.

TONATO, F., MUNIZ, A. W.; BARIONI, L. G.; FREUA, M. C. Balanço de carbono em sistemas de produção de bovinos nos tropicos. In: I SIMBOV – I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2013.

VAN LINGEN, H. J.; NIU, M.; KEBREAB, E.; VALADARES FILHO, S. C.; ROOKE, J. A.; DUTHIE, C. A., ... & HRISTOV, A. N. Prediction of enteric methane production, yield and intensity of beef cattle using an intercontinental database. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 283, p. 106575, 2019.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 476p., 1994.

YONA, L., CASHORE, B., JACKSON, R. B., OMETTO, J., BRADFORD, M. A. Refining national greenhouse gas inventories. **Ambio**, p. 1-6, 2020.