



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**



**PPGAA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BALSAS-CESBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE -  
PPGAA**

**RAABE ALVES SOUZA**

**DESEMPENHO DO SISTEMA AGROSSIVILPATORIL SOB ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**

Souza, Raabe Alves de.

Desempenho do sistema agrossilvopastoril sob adubação nitrogenada/ Raabe Alves de Souza. – São Luís, 2021.

70 f

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Cavalcante Muniz.

Coorientadora: Profa. Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário.

1.Análise econômica. 2.Eucalipto. 3.Marandu. 4.Nitrogênio. I.Título.

CDU: 631.84

**RAABE ALVES SOUZA**

**DESEMPENHO DO SISTEMA AGROSSIVILPATORIL SOB  
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA/CESBA/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Luciano Cavalcante Muniz  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Valéria  
Xavier de Oliveira Apolinário

Aprovada em: 31/07/2021

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Luciano Cavalcante Muniz Orientador  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



---

**Membro 1**

Dr. Joaquim Bezerra Costa  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



---

**Membro 2**

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

2021

*A Deus por sua misericórdia!  
Aos meus pais Anselmo e Raimunda, por sempre me incentivarem*

**DEDICO**

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

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus, por ter me dado coragem, perseverança e força de vontade, me proporcionando chegar a este momento e por me guiado todo esse tempo.

Aos meus pais, Anselmo e Raimunda pelo amor, apoio, compreensão, por todos os sacrifícios feitos para a chegada desse momento e por terem me ensinado a lutar por meus sonhos.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Luciano Muniz, por ter me dado mais uma oportunidade, pela orientação e pelo apoio neste trabalho, pela ajuda e incentivo sempre que lhe era possível.

A minha coorientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Valéria Apolinário, por compartilhar comigo seu conhecimento, pela dedicação, paciência e competência no suporte técnico científico. Muito obrigada pela grande contribuição na minha formação profissional e pelo exemplo.

A banca composta por Dr. Joaquim Costapelo exemplo de pessoa a profissional, por ter sempre acreditado em mim e me guiado para seguir o caminho de adquirir mais conhecimento.

Prof<sup>o</sup> Dr. Alexandre Mello pelas contribuições e avaliações deste trabalho.

As minhas amigas Maria Karoline e Thais Santos, pelo apoio, por estarem comigo nos momentos ruins e bons, por serem muitas vezes meu porto seguro e darem força para continuar.

Ao grupo GINTEGRA por todo aporte para a realização desde trabalho, em especial, agradeço a Andressa Costa, Mônica Macário, Samuel Bringel, Érika Corrêa, Victor Gabriel e Gislayne Barcellos, e aos demais colegas do grupo que contribuíram direta e indiretamente.

Ao de laboratório de Nutrição Animal (LANA), aos laboratórios de Cultura de Tecidos, Fitopatologia e de Pós-colheita (LAPOC), em especial ao amigo Luís Carlos, pelo suporte, amizade e ao laboratório de Solos da UEMA.

Aos professores Dr. William Mochel e a Dr<sup>a</sup>. Ana Herrera pelo apoio, conselhos e suporte durante a condução desse trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Muniz, Seu Ronaldo e Dona Neide, e Fazenda Feitosa, Seu João, que nos deram muito suporte e auxílio nas avaliações em campo.

A minha amiga Isabel Amália, por sempre me incentivar, me apoiar e me dá forças para não desistir e conquistar esse título.

A Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMPBRAPA – COCAIS) e o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA).

Muito obrigado!

## RESUMO

Sistemas integrados de produção atualmente são explorados para intensificar a atividade pecuária, bem como recuperar e preservar pastagens. Objetivou-se neste estudo avaliar o desempenho do sistema agrossilvopastoril sob adubação nitrogenada por meio da produção de forragem, composição química, desempenho animal, estoque de carbono nas árvores e viabilidade econômica. A pesquisa desenvolveu-se nos anos de 2019 e 2020 na Unidade de Referência Tecnológica (URT) de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim/MA, Brasil. O trabalho foi realizado na Unidade de Referência Tecnológica (URT) de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim/MA, Brasil. O delineamento experimental foi casualizado em blocos em uma área de 3,0 ha estabelecida em pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu, formada em consórcio com milho (*Zea mays* L.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.), com três repetições, cada bloco com área de 1 ha que foram subdivididos em quatro piquetes de aproximadamente 0,255 ha considerando os tratamentos experimentais 0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em cada parcela foram mantidos com bezerros anelados com peso inicial médio de 180 kg peso corporal em lotação contínua e carga variável. As áreas experimentais foram manejadas com lotação contínua e carga variável "put and take", para o ajuste da lotação em função da massa de forragem e peso corporal (PC), objetivando uma oferta em torno de 2 kg MS forragem verde kg PC<sup>-1</sup>, com disponibilidade de bebedouro e saleiro. Os animais experimentais consistiram de bezerros mestiços anelados, de peso corporal inicial em torno de 180 kg, os quais foram pesados a cada 28 dias, após jejum prévio de oito horas. Foram utilizados dois grupos de novilhos que possuíam peso médio de 200 kg em 2019 e 180 kg em 2020, sendo dois animais "tersters" que permaneceram fixos nas parcelas, e um número variável de animais de "ajuste" de acordo com a oferta de forragem que era ajustada a cada 28 dias. As adubações com uréia foram parceladas em quatro doses iguais durante o período chuvoso, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2019 e no ano de 2020, nos meses de abril, maio, junho e julho, distribuído a lanço. No capim marandu foram avaliados a massa total de forragem (MST), porcentagem de forragem verde, senescente e composição bromatológica determinando os conteúdos de matéria seca (MS), cinzas (CIN), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). E para o desempenho animal foram mensurados o ganho médio diário de peso (GMD), ganho médio diário por área (GMA) e taxa de lotação (TL). No componente arbóreo foram selecionadas 10 árvores por piquete, para a determinação diâmetro na altura do peito (DAP) dos fustes, diâmetro na base (DB), e estimativa de biomassa aérea total, fração (folhas e fuste), volume de plantas (V), Teores de Cinzas e Carbono (C). Na avaliação econômica foi avaliado o cálculo do custo de produção, composto por: Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e Custo Total (CT). Como medida de resultado econômico foram realizados os seguintes cálculos: Renda Bruta (RB); Margem Bruta (MB), Margem Líquida (ML), Renda Líquida (RL) e Ponto de Nivelamento (PN), além dos indicadores econômicos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício Custo (RBC). Para a massa de forragem foi observado efeito entre os meses de avaliação ( $P < 0,05$ ), maior valor de massa de forragem verde seca foi observado em janeiro com média de 9,9 ton ha<sup>-1</sup> e menor nos meses de julho e agosto com média de 2,0 ton ha<sup>-1</sup>. O maior ganho diário ocorreu no mês de janeiro com 0,61 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e GMA com 3,5 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. As TL foram de 4,2, 4,09, 4,07 e 3,87 UA<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos 0, 100, 200 e 400 N kg/ha/ano. Os maiores teores de PB foram encontrados nos tratamentos de 200 e

400 kg N/ha/ano para a forragem verde (14,0 e 14,5 g kg<sup>-1</sup> N) e para a forragem seca (10,5 e 10,4 g kg<sup>-1</sup> N, respectivamente). Os teores de cinzas variaram de 14,4 a 14,8 g kg<sup>-1</sup>. O FDN foi maior com 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (64,28 g kg<sup>-1</sup>). A dose que apresentou valor máximo de viabilidade econômica foi a de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentando melhores valores para VPL considerando a TMA de 19%, 27% e 40%; de TIR com 103,59% e de RBC de R\$ 2,04. A adubação não diferiu na produção de forragem e ganho de peso animal. Entretanto os melhores resultados no teor de proteína bruta e cinzas foram na dose 200kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, não existindo incrementos de produção acima deste nível. O uso da adubação nitrogenada com a dose 100 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentou-se como uma alternativa economicamente viável. A prática da adubação melhora a composição química da forrageira e consequentemente da produtividade do sistema.

**Palavras-Chave:** Análise econômica, Eucalipto, Marandu, Nitrogênio

## ABSTRACT

Integrated production systems are currently being explored to intensify livestock activities, as well as recover and preserve pastures. The objective of this study was to evaluate the performance of the agroforestry system under nitrogen fertilization through forage production, chemical composition, animal performance, carbon stock in trees and economic viability. The research was carried out in 2019 and 2020 at the Technological Reference Unit (TRU) of Integration Crop Livestock Forest (ICLF) of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Cocais unit, located in the municipality of Pindaré-Mirim/MA, Brazil. The work was carried out at the Technological Reference Unit (URT) of Integration Crop Livestock Forest (ILPF) of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Cocais unit, located in the municipality of Pindaré-Mirim/MA, Brazil. The experimental design was randomized in blocks in an area of 3.0 ha established in *Urochloa brizantha* cv Marandu pasture, intercropped with corn (*Zea mays* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), with three replications, each block with an area of 1 ha which were subdivided into four paddocks of approximately 0.255 ha considering the experimental treatments 0, 100, 200 and 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In each plot they were kept with ringed calves with an average initial weight of 180 kg body weight in continuous stocking and variable load. The experimental areas were managed with continuous stocking and variable load "put and take", to adjust stocking as a function of forage mass and body weight (BW), aiming at an offer around 2 kg DM green forage kg BW<sup>-1</sup>, with availability of drinking fountain and salt shaker. The experimental animals consisted of crossbred calves Zebu, initial body weight around 180 kg which were weighed every 28 days after the eight-hour fasting. There were used two groups of calves that had an average weight of 200 kg and 180 kg in 2019 and 2020, being two "testers" animals that remained fixed in the plots, and a variable number of "adjustment" animals according to the forage offer that was adjusted every 28 days. Fertilization with urea was divided into four equal doses during the rainy season, in the months of May, June, July and August 2019 and in 2020, in the months of April, May, June and July, distributed by broadcast. In Marandu grass, total forage mass (MST), percentage of green and senescent forage and chemical composition were evaluated by determining dry matter (DM), ash (CIN), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contents. And for animal performance, the average daily weight gain (DWG), average daily gain per area (ADG) and stocking rate (SR) were measured. In the arboreal component, 10 trees were selected per paddock, to determine diameter at breast height (DBH) of the bole, diameter at the base (DB), and estimate of total aerial biomass, fraction (leaves and bole), plant volume (V), Ash and Carbon Contents (C). In the economic evaluation, the calculation of the production cost was evaluated, consisting of: Effective Operating Cost (EOC), Total Operating Cost (TOC) and Total Cost (TC). As a measure of economic result, the following calculations were performed: Gross Income (GI); Gross Margin (GM), Net Margin (NM), Net Income (NI) and Leveling Point (LP), in addition to the economic indicators: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Benefit-Cost Ratio (BCR). For the forage mass, an effect was observed between the months of evaluation ( $P < 0.05$ ), the highest value of dry green forage mass was observed in January with an average of 9.9 ton ha<sup>-1</sup> and lower in the months of July and August with an average of 2.0 t on ha<sup>-1</sup>. The greatest daily gain occurred in January with 0.61 kg UA<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> and GMA with 3.5 kg UA<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The TL were 4.2, 4.09, 4.07 and 3.87 AU<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> in treatments 0, 100, 200 and 400 N kg/ha/year. The highest CP contents were found in the treatments of 200 and 400 kg N/ha/year for green forage (14.0 and 14.5 g kg<sup>-1</sup> N) and for dry forage (10.5 and 10.4 g kg<sup>-1</sup> N, respectively). Ash contents ranged from 14.4

to 14.8 g kg<sup>-1</sup>. NDF was higher with 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (64.28 g kg<sup>-1</sup>). The dose that presented the maximum value of economic viability was 100 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> showing the best values for NPV considering the TMA of 19%, 27% and 40%; IRR with 103.59% and RBC of R\$ 2.04. Fertilization did not differ in forage production and animal weight gain. However, the best results in terms of crude protein and ash were at a dose of 200kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, with no increments in production above this level. The use of nitrogen fertilization with a dose of 100 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> presented itself as an economically viable alternative. The practice of fertilization improves the chemical composition of the forage and consequently the productivity of the system.

**Keywords:** Economic analysis, Eucalyptus, Marandu, Nitrogen

## LISTAS DE SIGLAS

C- Carbono  
CIN- Cinzas  
CO – Custo de Oportunidade  
COE – Custo Operacional Total  
COT – Custo Operacional Total  
CT – Custo Total  
CV – Coeficiente de variação  
DAP – Diâmetro na altura do peito  
DB – Diâmetro da base  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FDA – Fibra em detergente ácido  
FDN – Fibra em detergente neutro  
GMD – Ganho de peso diário  
GPA – Ganho por área  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ILF - Integração Lavoura- Floresta  
ILP - Integração Lavoura-Pecuária  
ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta  
IPF - Integração Pecuária-Floresta  
MB – Margem Bruta  
ML – Margem Líquida  
MO – Matéria Orgânica  
MS – Matéria seca  
N - Nitrogênio  
N<sub>2</sub> - Nitrogênio Atmosférico  
NH<sub>3</sub> - Amônia  
NH<sub>4</sub> - Amônio  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - Nitrato  
NO<sub>2</sub> - Nitrito  
N<sub>2</sub>O – Óxido nítrico  
PB – Proteína Bruta  
PIB – Produto Interno Bruto  
PN – Ponto de Nivelamento  
PV – Peso Vivo  
R<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação  
RB – Receita Bruta  
RL – Receita Líquida  
TIR – Taxa Interna de Retorno  
TL – Taxa de Lotação  
TMA – Taxa Mínima de Atratividade  
Ton - Tonelada  
URT – Unidade de referência tecnológica  
VPL – Valor Presente Líquido

## LISTAS DE FIGURAS

### Capítulo 2: **Produção de Forragem e do Animal sob Adubação Nitrogenada em Sistema Agrossilvipastoril**

<b>Figura 1.</b> Gráfico de precipitação mensal (mm) de 2019a 2021 e do período de coleta de forragem e solos no município de Pindaré-Mirim, MA .....	38
<b>Figura 2.</b> Massa de forragem do capim marandu em sistema agrossilvipastoril em diferentes ciclos de avaliação .....	42
<b>Figura 3.</b> Porcetagem de folhas verdes e sescentes do capim marandu em sistema agrossilvipastoril em diferentes ciclos de avaliação.....	44
<b>Figura 4AB.</b> Ganho médio diário e por área em sistema agrossilvipastoril sob diferentes em diferentes ciclos de avaliação. ....	45
<b>Figura 5AB.</b> Teores de cinza na forragem verde (A) e senescente (B) em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio. ....	47
<b>Figura 6A.</b> Teores de proteína bruta na forragem verde (A) em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio.....	49
<b>Figura 6B.</b> Teores de proteína bruta na forragem senescente (B) em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio .....	50
<b>Figura 7.</b> Teores de FDN na forragem verde em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio. ....	51

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2: **Produção de Forragem e do Animal sob Adubação Nitrogenada em Sistema Agrossilvipastoril**

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm, em maio de 2019 .....	39
<b>Tabela 2.</b> Interação doses de nitrogênio x ciclos de pastejo para os teores PB em forragem verde ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ ).....	48
<b>Tabela 3.</b> Interação doses de nitrogênio x ciclos de pastejo para os teores PB em forragem seca ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ ).....	48

### Capítulo 3: **Viabilidade Econômica da Contribuição da Adubação Nitrogenada em Sistema Agrossilvipastoril**

<b>Tabela 1.</b> Atividades que compõe os custos gerais com implantação e execução do experimento no sistema agrossilvipastoril com uso de diferentes doses de nitrogênio.....	64
<b>Tabela 2.</b> Custos de produção da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano.....	65
<b>Tabela 3.</b> Medidas de resultados econômicos da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano.....	66
<b>Tabela 4.</b> Indicadores econômicos da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano.....	67
<b>Tabela 5.</b> Valores encontrados no cálculo do VPL da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano.....	68

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
	CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
2.	Sistemas Agrossilvipastoril.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
3.	Efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
4.	O desempenho animal em pastagens tropicais.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
5.	Produção de Eucalipto em sistemas agrossilvipastoril.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
6.	Viabilidade econômica em sistema agrossilvipastoril.....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
	REFERÊNCIAS.....	26
	CAPÍTULO 2: PRODUTIVIDADE ANIMAL E DE FORRAGEM EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	34
1.		
	Introdução.....	<b>Erro</b>
	<b>! Indicador não definido.</b>	
2.	Material	e
	Métodos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.	Resultados	e
	Discussão.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.		
	Conclusão.....	<b>Err</b>
	<b>o! Indicador não definido.</b>	
	REFERÊNCIAS.....	51
	CAPÍTULO 3: VIABILIDADE ECONÔMICA DA CONTRIBUIÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA	EM
		SISTEMA

AGROSSILVIPASTORIL.....	15
1. Introdução.....	55
<b>Indicador não definido.</b>	<b>Erro!</b>
2. Materiais e Métodos.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
3. Resultados e discussão.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.3</b>	
4. Conclusão.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
REFERÊNCIAS.....	69
5. Conclusões finais.....	71

## 1.0 INTRODUÇÃO

O Brasil lidera o ranking de maior rebanho comercial de bovinos no mundo em torno de 214,69 milhões de cabeças e de maior exportador de carne dessa espécie, com aproximadamente 10,2 milhões de toneladas de carne (Abiec, 2019), onde a produção brasileira de carne bovina tem como base alimentar de forma mais econômica as pastagens. Porém atualmente, a produção pecuária baseada em pastagens é amplamente centrada na monocultura sistemas que frequentemente quando mal manejados promovem a degradação das pastagens e o solo, que leva à produção de forragens de baixa qualidade com menor potencial de sequestro de carbono (Pontes et al. 2018).

Logo, o sistema agrossilvipastoril, que integra atividades agrícola, pecuária e florestal na mesma área, sob cultivo consorciado, de sucessão ou rotação (Balbino et al. 2012), tem sido muito utilizada para renovar e recuperar pastagens degradadas, além disso, adoção desse sistema é considerado uma tecnologia que pode contribuir para a segurança alimentar global, devido à sinergia estabelecida entre solo, plantas e animais (Salton et al. 2014). Além disso, a demanda contemporânea por produtos de ambientes que proporcionam a diversificação de fonte de renda do produtor, aumenta a relevância de uso dessa modalidade de sistema (Yates et al. 2007).

A escolha da espécie florestal para ser implantada em sistemas agrossilvipastoril é essencial para êxito da atividade. Para isso, é necessário analisar a aceitabilidade pelo mercado e adaptação da espécie ao ambiente (Melotto et al. 2012). Borghi et al. (2020) afirmam, que o componente florestal, no sistema, neutraliza a emissão de carbono para a atmosfera, por meio do sequestro e fixação na estrutura arbórea.

Uma das alternativas de capim para uso em sistemas agrossilvipastoril é o Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), que ocupa atualmente a maior parte das áreas de pastagens cultivadas no Brasil (Júnior et al. 2017). A espécie apresenta tolerância ao sombreamento e à cigarrinha das pastagens, e destaca pela elevada resposta à adubação e produção, podendo atingir produtividade de 13 ton/ha/ano (Medica e Reis, 2017; Valadares Filho et al. 2018).

Embora a redução de produtividade nos sistemas que envolvem produção vegetal, como na fonte de alimentos volumosos para animais, ocorre com o passar dos anos, tornando-se importante a reposição de nutrientes para evitar a diminuição da produtividade. O nitrogênio (N) é o nutriente mais requerido na adubação de gramíneas forrageiras, por ser necessário durante o desenvolvimento vegetal, pois é um essencial

constituente de aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios, clorofilas, entre outros compostos (Marschner, 2012).

O uso estratégico da adubação de pastagens com N pode potencializar o acúmulo de forragem, principalmente no período de maior ocorrência de chuvas, pois aumenta a taxa de crescimento de gramínea (Teixeira et al. 2011) o que pode refletir diretamente no aumento da produção de carne e elevação da capacidade de suporte dos pastos (Santos e Fonseca, 2016). A adubação nitrogenada em forrageiras, tende a elevar qualidade nutricional (Cabral et al. 2016), resultando em maiores teores de proteína e melhor digestibilidade (Santini et al. 2016).

Contudo, na região do Trópico Úmido, há uma baixa disponibilidade de N e conteúdo de matéria orgânica do solo, que contribuem para baixa eficiência do uso da adubação nitrogenada, fator que muitas vezes, indiretamente, compromete a sustentabilidade do sistema de produção (Moura et al. 2013). Dentre os adubos químicos pode-se destacar os nitrogenados, um dos principais limitantes na produtividade das pastagens (Factori et al. 2017), sendo requerido em grandes quantidades pelas plantas.

Para compor o componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril, o eucalipto tem se destacado como uma das principais espécies utilizadas, em função de suas características de crescimento rápido (Oliveira Neto et al. 2013), de adaptação a diferentes ambientes e condições climáticas (Silva et al. 2017), a versatilidade de uso de sua madeira, podendo ser aproveitada para construção de cercas, galpões, entre outros, na propriedade, ou utilizada no mercado para produção de papel, celulose, carvão (Albuquerque et al. 2017) e mais recentemente no mercado de madeira serrada.

O sistema agrossilvipastoril por ser uma prática planejada, obtém-se benefícios das interações biológicas entre os componentes do sistema, possibilitando o aumento de renda da propriedade (Paciulo et al. 2011). Contudo, saber as aplicações técnicas de planejamento financeiro nesse sistema serve como ferramenta eficiente e confiável para dar suporte às tomadas de decisões (Magalhães et al. 2014) e conhecimento dos custos e receitas da atividade (Cordeiro e Silva, 2010).

Desse modo, a hipótese deste trabalho é que o uso da adubação nitrogenada aumenta a produtividade do sistema agrossilvipastoril.

Neste contexto, com este trabalho objetivou-se avaliar o desempenho do sistema agrossilvipastoril sob adubação nitrogenada por meio da produção de forragem, composição química, desempenho animal, estoque de carbono nas árvores e a viabilidade econômica.

## **CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.0 Sistemas Agrossilvipastoris**

Atualmente, dentre diversos modelos que podem ser explorados a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e/ou agrossilvipastoris (Costa et al. 2018), representa uma abordagem que visa aliar produção sustentável com a preservação dos agroecossistemas (Balbino et al. 2011), a valorização do homem e a viabilidade econômica (Barcellos et al. 2011). O arranjo desse sistema pode ser como: integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-floresta (ILF), integração pecuária-floresta (IPF) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) (Silva et al. 2018). Esse sistema contribui para melhorar o ambiente e qualidade das pastagens (Trecenti, 2010), permite reduzir a idade de abate dos animais (Zimmer et al. 2011), evitar a abertura de novas áreas, maior eficiência do uso da terra, maior sequestro de carbono e promover o desenvolvimento socioeconômico regional (Kichel et al. 2019).

Embora sempre a literatura destaque inúmeras vantagens do uso dos sistemas integrados de produção, ainda é necessário maximizar os estudos e pesquisas referentes ao manejo de fertilidade, plantas espontâneas, pragas, doenças e das culturas e criações presentes no sistema, afim de buscar uma harmonia e a máxima produção dos elementos integrantes (Silva Filho et al. 2014).

De acordo com os dados divulgados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, conduzido por Manzatto et al. (2020), a expansão da implantação de sistema agrossilvipastoril foi de 5,83 milhões de ha, alcançando 12,62 milhões de ha com adoção do sistema. Estima-se que na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) represente 15% da área nacional que adotou o uso do sistema, sendo o Maranhão responsável por 69.087 ha (Rede ILPF, 2016).

### **3.0 Efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem**

O nitrogênio é depois da água, o elemento que mais influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, é o elemento exigido em maior quantidade pelas plantas, geralmente representa 20 a 40 g kg<sup>-1</sup> da massa seca dos tecidos vegetais (Taiz et al. 2017). É o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de forrageiras, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, sendo responsável por características estruturais da planta, como o tamanho de folha, a

densidade de perfilho e folhas por perfilho, além de características morfogênicas, entre elas, as taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliar (Santos et al. 2012).

No entanto apesar de toda sua importância e essencialidade o uso de adubação nitrogenada ainda é muito baixa. Atualmente são utilizados apenas 5kg de N por ha/ano (Dubeux et al. 2005), quantidade muito abaixo das exigências do sistema para maximizar o potencial de produção da forrageira e desempenho do sistema. Além de existir limitações em algumas fontes de adubo nitrogenado utilizadas, como é o caso da ureia que apresenta alta volatilização refletindo em muitas perdas, principalmente da amônia ( $\text{NH}_3$ ) (Fernandes et al. 2015).

As perdas de N aplicado na forma de ureia podem chegar a 68% do total aplicado, em diversas condições de manejo (Rochette et al. 2013). Santos et al. (2016), observaram que as perdas de N por volatilização do uso de amônia ( $\text{NH}_3$ ) são afetadas por fatores climáticos e ambientais e favorecidas nas condições do verão, nas quais predominam altas temperaturas e umidade. No trópico úmido esse processo está presente nos períodos de maior precipitação pluvial, principalmente em solos de baixa condutividade hidráulica (Moura et al. 2013).

Um dos principais processos envolvidos na perda de N, são a lixiviação e a desnitrificação. Na lixiviação, a perda de N na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) decorre da predominância de cargas negativas na camada superficial do solo e da baixa interação química do  $\text{NO}_3^-$  com os minerais do solo, porém na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) a lixiviação é reduzida pela adsorção deste cátion no complexo de cargas negativas do solo. Os fatores que influenciam a lixiviação de N estão relacionados com manejo inadequado do solo, tais como: fontes e forma de aplicação, classe do solo e precipitação pluvial, determinando o nível da eficiência de N aplicado (Xu et al. 2012).

A desnitrificação é o processo pelo qual o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) passam para as formas gasosas como óxido nítrico (NO), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ou nitrogênio atmosférico ( $\text{N}_2$ ) mediado por bactérias em condições anóxicas. Portanto, a eficiência do uso de nutrientes é o principal fator que influencia o manejo no trópico úmido devido à baixa capacidade de enraizamento das plantas no solo e altas taxas de perda de nutrientes.

Diante disso, é de suma importância escolher uma forrageira que se adapte a essas condições. Dentre as diversas gramíneas forrageiras tropicais, o gênero *Urochloa* se destaca por ter aproximadamente 85% das pastagens cultivadas no Brasil (Oliveira, 2018). O marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) teve sua origem na África tropical,

no Zimbábue, em regiões vulcânicas e, por isso, são exigentes em solos férteis (Custódio et al. 2011). Procedente da Estação Experimental de Forrageiras de Marandellas, no Zimbábue, em 1967 foram enviadas amostras do material vegetal ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, situado no município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul (Andrade, 2019), sendo lançado como cultivar pela EMBRAPA em 1984 (Lucena, 2011). Em condições ideais de cultivo e manejo, a cultivar apresenta produtividade de cerca de 13 toneladas por hectares de massa seca (MS) por ano, bem como uma média de 11,34% de proteína bruta (PB), 65,55% de fibra em detergente neutro (FDN) e 37,40% de fibra em detergente ácido (FDA) e essa cultivar tem como principais características positivas (Valadares Filho et al. 2018), a resistência às cigarrinhas-das-pastagens (exceto às do gênero *Mahanarva*) (Corrêa, 2002). Koscheck et al. (2020) verificaram que sistema de pastejo manejados sob lotação contínua e carga variável em pastos de capim marandu, que a altura de manejo ideal é de 25 cm, para manter elevados ganhos individuais e por área. A *U. Brizantha* é uma das espécies com melhores resultados quando cultivada na condição de sombreamento moderado com a redução de 25 a 35% da luminosidade, sendo a produção de massa de forragem semelhante ou maior que a pleno sol (Soares et al. 2009).

Como ponto negativo de maior expressão, aponta-se a síndrome da morte súbita do capim-Marandu ocorrem geralmente em época de chuva mais intensas, e em locais que apresenta capacidade de baixa drenagem de água (Dias Filho et al. 2019), tornam-se mais susceptíveis ao ataque de fungos que em virtude da ação de *Pythium* spp, *Fusarium* *Rhizoctonia* estes, por sua vez, colonizam a base da planta, (ponto de encontro da raiz com o colmo) e leva a morte repentina da planta (Ribeiro et al. 2016).

O crescimento do capim marandu é influenciado pelo clima, onde ocorrem variações das taxas de aparecimento, mortalidade e florescimento dos perfilhos bem como das características estruturais do pasto ao longo das estações anuais (Santos et al. 2011). Sofre grande influência do clima e dos níveis pluviométricos durante o ano e diante de todas as características favoráveis houve e há variadas pesquisas sobre a cultivar. Pelo efeito do nitrogênio, o nutriente acelera a senescência da planta forrageira quando não colhida no momento adequado (Paciullo et al. 2016).

O uso do N em pastagens de capim marandu, tende a proporcionar aumento linear na produção da biomassa, tanto a altura do dossel (Silva Filho et al. 2014). A biomassa e massa seca da forragem tem seu maior desenvolvimento favorecido por uma

maior absorção de nutrientes, em consequência da existência do maior volume de raízes. Segundo Magalhães et al. (2015), o nitrogênio pode melhorar o valor nutritivo do capim marandu, pois confere aumento nos teores de proteína bruta e propicia diminuição nos teores de FDN e FDA das folhas.

Estudos conduzidos com o capim-marandu manejados a 25 cm de altura e adubados com 180 kg N/ha sendo a fonte utilizada ureia, evidenciaram alta produção de folhas, acarretando baixos valores de componentes da fração fibrosa (FDNi em torno de 16%), altos valores de carboidratos não fibrosos (CNF em torno de 18,9%), valores de fibra em detergente neutro livre de cinzas e proteína (FDNcp) de 56% e valores de PB de 13,5% (Delevatti et al., 2019).

#### **4.0 O desempenho animal em pastagens tropicais**

O setor da agropecuária exerce papel importante no Produto Interno Bruto (PIB) do brasileiro, representando em 2019, 23,71% do PIB total do país. A pecuária é responsável por 21,4% do PIB do agronegócio, o que demonstra a relevância do setor (Cepea, 2020).

Apesar dos expressivos dados da agropecuária brasileira, a produção de forragem no Brasil é explicitamente cultivada de forma extensiva e das quase 80 milhões de hectares no país (Crusciolet al. 2014), grande parte delas apresentam algum nível de degradação, entre 50% a 70% (Dias Filho, 2011). Diversos motivos fizeram chegar esse nível tão alto de degradação entre eles o baixo investimento do produtor, refletindo em baixo rendimento forrageiro.

O desempenho individual é influenciado pela quantidade, qualidade e forma como a forragem é ofertada ao animal e de seu potencial genético (Emerenciano Neto et al. 2018), além das características fenológicas e estruturais da forrageira, como a altura, densidade da biomassa vegetal, razão folha: colmo, proporção de inflorescência e de material morto (Lemos et al. 2012).

As variações de 60 a 90% no desempenho de animais em pastejo poderiam ser explicadas pela oferta de forragem, levando em consideração uma mesma espécie forrageira, numa escala de baixa a alta massa de forragem (Sollenberger e Vanzant 2011). No entanto, a produtividade animal, o ganho por área, variam em função do desempenho individual dos animais e taxa de lotação dos pastos utilizados (Difante et al. 2010). Deve-se considerar a qualidade e a capacidade produtiva da forrageira, pois as concentrações

dos nutrientes importantes para a produção animal são inversamente proporcionais ao crescimento vegetal, assim conforme a forrageira cresce, o conteúdo de parede celular aumenta e, conseqüentemente, a digestibilidade é reduzida (Hoffmann et al. 2014).

Além de maximizar a produção de matéria seca das gramíneas forrageiras, quando aplicado, o N é assimilado pela planta e se associa às cadeias de carbono, promovendo o aumento dos constituintes celulares e conseqüentemente incremento do vigor da rebrota e da produção de massa seca das plantas, sob condições climáticas favoráveis (Bernadi et al. 2018). A partir da utilização da prática de adubação de pastagens, têm-se alcançado maiores índices de desempenho dos animais em função da maior oferta de forragem, em quantidade e qualidade (Dupas et al. 2016).

Durante o período de águas, animais mantidos em pastagens adubadas com 180 kg de N/ha, na forma de ureia, manejadas sob interceptação luminosa de 95% e sem suplementação, podem apresentar ganho médio superior a 800 g/dia (Delevatti et al. 2019; Hoffmann et al. (2021). O aumento na adubação nitrogenada de 50 kg/ha para 100 kg/ha e de 200 kg/ha para 300 kg/ha, acarretou respectivamente em 1,9 e 1,2 kg de peso vivo a mais por hectare, para cada quilograma adicional de N aplicado, ou seja, aumentou-se o ganho por área (Euclides et al. 1999).

## **5.0 Produção de Eucalipto em sistemas agrossilvipastoril**

O gênero *Eucalyptus* foi descoberto pelos ingleses na Austrália, em 1788 e algumas publicações fazem referência também à Nova Zelândia, à Tasmânia e a outras ilhas da Oceania. A disseminação de sementes no mundo começou no início do século XIX. O primeiro país a introduzir o eucalipto na América do Sul foi o Chile em 1823 e, posteriormente, Argentina e o Uruguai por volta de 1850, países como Portugal, Espanha e Índia começaram o seu plantio. As primeiras mudas chegaram ao Brasil em 1868, sendo que a introdução do gênero tomou impulso no início do século XX e nos dias atuais o gênero *Eucalyptus* possui cerca de 600 espécies já descritas no mundo (Finkenauer, 2013).

O gênero *Eucalyptus* então passou a ser a espécie florestal mais plantada no mundo e teve seu plantio intensificado no Brasil, sendo usado durante algum tempo nas ferrovias e mais tarde como poste para eletrificação das linhas. A cultura ganhou destaque no Brasil, a planta se adaptou muito bem ao clima e ao solo brasileiro. No Brasil se produz uma árvore em até sete anos, enquanto que na Europa ela gasta mais de vinte

anos para chegar à idade de corte(Caiçara, 2013). O mesmo autor, destaca que além das condições naturais bem favoráveis, o Brasil possui disponibilidade de mão de obra no meio rural, bem como considerável domínio tecnológico nas atividades ligadas à formação de florestas e produção madeireira.

No Brasil, dos 350 milhões de metros cúbicos de madeira consumidos por ano, 100 milhões já provêm de plantios florestais, a maior parte de eucalipto. O seu plantio é uma atividade produtiva que ainda tem muito espaço para crescer em nosso país, onde o eucalipto é dez vezes mais produtivo do que outras árvores utilizadas em países de clima frio para, produzir celulose (Fonseca, 2011).

A área plantada com árvores no Brasil atingiu 7,74 milhões de hectares em 2014, crescimento de 1,8 % na comparação a 2013. Os plantios de árvores de eucalipto representaram 71,9 % desse total e as árvores de pinus, 20,5%. Acácia, teca, seringueira e paricá estão entre as outras espécies plantadas no Brasil (Ibá, 2015).

Além disso, esse gênero apresenta rápido crescimento, e tem sido bastante utilizado para compor sistemas de ILPF ou agrossilvopastoris (Macedo et al. 2010). A sua adoção neste tipo de sistema de cultivo, ocorre devido ao grande número de genótipos/fenótipos disponíveis; adaptação às condições climáticas brasileiras; multiplicidade de usos em produtos madeireiros e não madeireiros; rápido crescimento e elevada produtividade e o domínio tecnológico, já que é a espécie florestal mais estudada no Brasil (Cezana et al. 2012).

O Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), lançado em julho de 2010 pelo Governo Federal, teve como objetivo evitar até 2020, a emissão de 133 a 166 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, por meio da consolidação de várias práticas agrícolas e florestais (Cna, 2012). Destaca-se, neste contexto, a ILPF (Balbino et al. 2011) e o plantio de florestas para diferentes finalidades, a exemplo da produção de biomassa em rotações curtas para fins de produção de energia (Couto et al. 2011), em razão da elevada capacidade de sequestro de C desses sistemas.

O termo biomassa é aplicado para o total de matéria orgânica, morta ou viva, tanto acima quanto abaixo do solo, existente nos organismos (animais ou vegetais) de uma determinada comunidade. Em florestas, a biomassa viva inclui tronco, galhos, raízes, cascas, sementes e folhagens; a biomassa morta inclui serrapilheira, galhos e troncos caídos, além da biomassa morta abaixo do solo; a biomassa total é a soma de todos esses componentes. Biomassa florestal é o componente arbóreo e fitomassa de todos os componentes vegetais da comunidade, expressa em massa de matéria seca por

unidade de área. A biomassa total de um povoamento florestal depende da idade, condições edafoclimáticas e histórico de uso (Emprapa, 2014).

O acúmulo de biomassa florestal difere entre os ecossistemas, e essa variação pode ser em função dos fatores ambientais e dos próprios fatores inerentes a planta, bem como da composição florística e das condições edafoclimáticas de cada ecossistema. Os principais fatores que determinam a quantidade de biomassa produzida são: espécie, material genético, atributos químicos e físicos do solo, disponibilidade hídrica, disponibilidade de nutrientes, espaçamento entre as plantas, luz, temperatura, idade das árvores, desramas e desbastes aplicados. A biomassa pode variar intensamente conforme a variação na disponibilidade destes recursos no sítio florestal, que influencia na taxa fotossintética das plantas, na alocação do carbono, na produção de folhas, respiração entre outros (Viera et al. 2015).

A agropecuária, apesar de ter elevada participação na emissão de GEE's, também tem a capacidade de remover CO<sub>2</sub> liberado para a atmosfera através da integração de árvores e arbustos nesses ambientes, pois os sistemas como os integrados potencializam o sequestro de carbono e conseqüentemente reduzem a emissão de GEE's, atuando como mecanismos de desenvolvimento limpo (Cordeiro et al. 2011). Assim, os sistemas integrados tendem a ser mais complexos, porém, com efeitos sinérgicos maiores, ao potencializar os fatores bióticos e abióticos capazes de incrementar os rendimentos dos componentes integrados de forma significativa, quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados separadamente (Salton et al. 2015).

O cultivo de eucalipto, como qualquer outra atividade econômica, contribui para a produção de bens necessários para a sociedade, mas depende do uso de recursos naturais, gera resíduos em seus processos de produção e perdas na qualidade ambiental (Santarosa et al. 2014). Contudo, a silvicultura, dependendo das práticas de manejo adotadas, pode contribuir para amenizar os impactos ambientais e sociais a partir da provisão de serviços ecossistêmicos ou da redução no requerimento de recursos naturais em seus processos (Silva et al. 2019).

As mudanças no ambiente associadas à silvicultura de eucalipto afetam uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, incluindo produção de fibras, qualidade e disponibilidade de água, qualidade do solo, sequestro e estoque de C, serviços de polinização, dispersão de sementes, controle de pragas e doenças, biodiversidade, mudança e degradação do habitat e proteção contra distúrbios (Payn et al. 2015).

## 6.0 Viabilidade econômica em sistema agrossilvipastoril

A análise econômica de sistemas integrados de produção agropecuária é muito importante para o produtor rural, uma vez que propicia melhor entendimento dos custos e receitas da atividade (Cordeiro e Silva, 2010), proporcionando acurácia no planejamento. Entretanto, apesar da importância da dimensão econômica para a tomada de decisão, a maioria dos artigos sobre integração lavoura pecuária abordam principalmente aspectos agrônômicos, poucos tem sido disponibilizados com foco no aspecto econômico (Martha Júnior et al. 2012), o mesmo ocorre nos sistemas de integração lavoura pecuária floresta, sendo o número de trabalhos publicados inferior aos de sistemas de integração lavoura pecuária.

Ao se realizar a análise dos indicadores de viabilidade de uma atividade, precisa primeiramente, projetar as receitas, custos, despesas, investimentos iniciais e encontrar os fluxos de caixa futuros para então começar a realizar os cálculos de indicadores econômicos e financeiros. Por meio deles serão indicadas a rentabilidade, a expectativa de lucros, o tempo necessário e a própria viabilidade do projeto. Os principais indicadores são: Taxa Mínima de atratividade (TMA); Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR) (Reis, 2018).

Os indicadores econômicos VPL e a TIR levam em consideração a taxa de desconto denominada de taxa mínima de atratividade (TMA). A TMA representa a rentabilidade mínima para o investimento ser atrativo, comparando com outras oportunidades de investimentos com riscos menores disponíveis no mercado (Reis, 2018). O VPL é a diferença entre o investimento inicial e os benefícios líquidos de caixa gerados pelo projeto (Carreira e Santos, 2017). A TIR é definida pelo cálculo de todo o investimento pelas entradas de caixa subtraídas às saídas, interpretada através de comparação com a TMA, que estabelece a viabilidade do projeto quando a TIR for igual ou maior à TMA (Santos Filho et al. 2016).

A Relação Benefício Custo (RBC) consistente como método para definir as decisões para alcançar, de forma estratégica, dados relevantes acerca de resultado desejável e não desejável. Assim sendo, é possível fazer a mensuração destes elementos de modo comparativo, tendo desta forma o controle para que o custo não exceda os benefícios (Dias, 2014).

Trivelin (2020) comparando os custos operacionais entre os sistemas de agropastoris e agrossilvipastoris, constatou que com o acréscimo do eucalipto no sistema,

o custo aumentou 14% no sistema com 196 árvores por hectare, e de 33% no sistema com 448 árvores por hectare. Neste acréscimo nos custos, 55% foram de insumos e 38% para operações manuais, concluindo que com acréscimo do componente florestal no sistema de integração, o custo de implantação e operacional aumentam conforme maior a densidade de árvores na área de produção.

Oliveira et al. (2015) demonstraram resultados econômicos de um sistema de integração lavoura pecuária floresta, com uma densidade arbórea de 700 árvores por hectare, implantando na fazenda Santa Brígida no município de Ipameri GO. O projeto foi conduzido com dois anos de culturas anuais, cinco anos de bovinocultura de corte, as árvores foram cortadas no sétimo ano com a finalidade de madeira. O resultado do VPL foi de R\$126.919,72 a uma TIR de 54,24%.

Fornecer os produtores com informações técnico-econômicas consistentes são extremamente importantes para a tomada de decisão ao escolher investir em um sistema integrado. Há de se lembrar que mudar a mentalidade e as práticas dos produtores, da especialização da produção à diversificação, combinando culturas, pecuária e silvicultura, é uma tarefa difícil. Logo, é importante obter os indicadores acima mencionados para contribuir com o aprimoramento do debate e auxiliar na tomada de decisão do produtor baseada em dados bio-econômicos e não apenas em percepções ou intuição (Pereira et al. 2018).

## REFERÊNCIAS

ABIEC (2019) Associação Brasileira Das Indústrias Exportadoras De Carnes. Perfil da pecuária no Brasil.

Albuquerque CJB, Silva SM, Luz JMQ, Zandonadi, CH (2017) Consortium of eucalyptus with forage sorghum in semiarid of Minas Gerais State. *Ciência Rural*, 47.

Andrade JCA (2019) Manejo do pastejo para o capim-marandu em sistemas silvipastoris com adubação nitrogenada. Tese (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.

Balbino LC, Barcellos ADO, Stone LF (2011) Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Embrapa Cerrados, Brasília

Balbino LC, Cordeiro LAM, Oliveira PD, Kluthcouski J, Galerani PR, Vilela L. (2012). Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE).

Barcellos AO, Medrado MJS, Grise MM, Skorupa LA, Rocha WSD (2011) Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. In: Balbino, L. C.; Barcellos, A De O.; Stone, L. F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa 23-37.

Bernardi A, Silva AWL, Baretta D (2018) Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 70(2):545-553.

Borghetti E, Gontijo Neto MM, Resende AV, Simão EP, Abreu SC, Giehl J, Santana DP, Alvarenga RC, Campanha MM, Resende RMS (2020) **Intensificação Agropecuária no Cerrado: Implantação de Sistema ILPF com as culturas do sorgo forrageiro, capim marandu e eucalipto na região central de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.

Cabral CEA, Cabral LS, Bonfim-Silva EM, Carvalho KDS, Kroth BE, Cabral CHA (2016) Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. *Comunicata Scientiae* 7(1):66.

Caiçara, Sementes (2013) Espécies de Eucalipto. História do Eucalipto. Disponível em: <<http://www.worldseedsbrasil.com.br>>.

CEPEA (2016) Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada. PIB agronegócio. Acesso em: 06 jan. 2017.

Cezana DP, Chichorro JF, Martins LT, Cotta TR, Silva JL (2012) Efeitos de diferentes classes de altura e intensidades de desrama artificial sobre o crescimento de um híbrido de eucalipto. *Floresta*, Curitiba, 42(1):137-144.

Cordeiro AS, Silva ML (2010) Análise técnica e econômica de sistemas agrossilvipastoris. In: NETO, S. N. et al. (Org.). Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: SIF-UFV 167-189.

Cordeiro LAM, Assad ED, Franchini JC, Sá JCDM, Landers JN, Amado TJC, Rodrigues Renato AR, Rolof G, Bley Júnior C, Almeida HG, Mozzer GB, Balbino LC, Galerani PR, Evangelista BA, Pellegrino GQ, Mendes Tiago A, Amaral DD, Ramos E MI, Ralisch R (2011) O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Brasília: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 75 Disponível em:[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Abc/8.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/8.pdf)

Couto L, Nicholas I (2011) Short rotation eucalypt plantations for energy in Brazil. Disponível em:[http://ieabioenergytask43.org/wpcontent/uploads/2013/09/IEA\\_Bioenergy\\_Task43\\_PR2011-02.pdf](http://ieabioenergytask43.org/wpcontent/uploads/2013/09/IEA_Bioenergy_Task43_PR2011-02.pdf)

Crusciol CAC, Nascente AS, Mateus GP, Pariz CM (2014) Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. *Eur J Agron* 58:53-62.

Custódio CC, Ambiel AC, Rodrigues DZ, Agostini EAT, Factor VD, Pavanelli LE (2011) Peliculização de sementes intactas e escarificadas de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stap – *Pesqu Agropecu Trop* 41:314-321.

Delevatti LM, Romanzini EP, Koscheck JFW, Araujo TLR, Renesto DM, Ferrari AC, Barbero RP, Mulliniks JT, Reis RA (2019) Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. *Animal Feed Sci Technol* 247:74-82.

Dias Filho, MB (2011) Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém, PA.

Dias-Filho MB, Andrade CM (2019) Convivendo com a síndrome da morte do braquiário na Amazônia. In: Pedreira B, Pereira D, Holschuch S, Cavalli J (2019) Recuperação de Pastagens Degradadas na Amazônia. Brasília, Embrapa 128-151.

Dias, J (2014) Aprenda a usar a Análise Custo-Benefício na avaliação de projetos. Disponível em: <<http://blogdaengenharia.com/aprenda-usar-analise-custo-beneficio-naavaliacao-de-projetos/>>. Acessado em: 07 de junho de 2021. Difante GS, Euclides VPB, Nascimento Júnior D, Silva SC, Barbosa RA, Torres Junior RAA (2010) Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. Rev Bras Zootec 39:33-41.

Dupas E, Buzetti S, Rabelo FHS, Sarto A, Cheng NC, Filho MCMT, Galindo FS, Dinalli RP, De Niro GR (2016) Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. Australian J Crop Sci 10(9):1330.

Emerenciano Neto JV, Difante GS, Lana AMQ, Medeiros HR, Aguiar EM, Montagner DB, Souza JS (2018) Forage quality and performance of sheep in Massai grass pastures managed at pre-grazing canopy heights. South African J Ani Sci 48(6):1073-1081.

Euclides VPB, Macedo MCM, Oliveira MP (1999) Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. Anais... Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Porto Alegre.

EMBRAPA (2014) Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121558/1/Doc.-266.pdf>

Fonseca BC (2011) Eucalipto – dele tudo se aproveita. Disponível em: <<http://fazendacampoalegre.blogspot.com.br>>. Acessado em: 15 jul. 2020.

Factori MA, Gomes Silva PC, Gonçalves DM, Neto S, Neto AS, Maratti CHZ, Tiritan CS (2017) Produtividade De Massa De Forragem E Proteína Bruta Do Capim Mombaça Irrigado Em Função Da Adubação Nitrogenada. ColloquAgrar 13(3).

Finkenauer E(2021) Floresta de Eucalipto. O eucalipto: origem e aplicações. Disponível em: . Acessado em: 01/07/2021.

Hoffmann A, Moraes EHBK, Mousquer CJ, Simioni TA, Gomer FJ, Ferreira VB, Silva HM (2014) Produção de bovinos de corte no sistema de pastosuplemento no período da seca. Nativa 2(2):119-130.

Hoffmann A, Cardoso AS, Fonseca NVB, Romanzini EP, Siniscalchi D, Berndt A, Ruggieri AC, Reis RA (2021) Effects of supplementation with corn distillers' dried grains on animal performance, nitrogen balance, and enteric CH<sub>4</sub> emissions of Nelore fed a hightropical forage diet. *Animal: An International J Anin Biosci*

IBA (2015) Indústria brasileira de árvores. Disponível em:<[http://www.iba.org/shared/iba\\_2015.pdf](http://www.iba.org/shared/iba_2015.pdf)>. Acessado em: 01/07/2021

Júnior MRR, Canaver AB, Rodrigues AB, Neto FJD, Spers RC (2017) Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas a diferentes tipos de adubação (Química e Orgânica). *Rev Unimar Ciên* 24:1- 2.

Lemos BJM, Souza FM, Oliveira AP, Menezes RG, Silva RM (2012) Terminação de bovinos a pasto. *PUBVET, Londrina* 6(32).

Kichel, AN, Bungenstab, DJ, Zimmer, A.H, Soares, CO, Almeida, RG. (2019) Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE).

Koscheck JFW, Romanzini EP, Barbero RP, Delevatti LM, Ferrari AC, Mulliniks JT, Mousquer CJ, Berchielli TT, Reis RA (2020) How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? *Ani Production*.

Magalhães JA, de Souza Carneiro MS, Andrade AC, Pereira ES, Rodrigues BHN, de Lucena Costa N, Townsend CR (2015) Bromatologic composition the Marandu grass under effect of different irrigation and nitrogen fertilization. *Semina: Ciên Agrár* 36(2):933-942.

Magalhães JGDS, Silva MLD, Salles TT, Rego LJS (2014) Análise econômica de sistemas agroflorestais via uso de equações diferenciais. *Rev Árvore* 38:73-79.

Martha Jr GB, Alves E, Contini E (2012) Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agricul Syst* 110:173-177.

Marschner, H (2012) Mineral nutrition of higher plants. London: Academic651 .

Medica JA, Reis N.S., R., S. M (2017) Caracterização Morfológica em Pastos de Capim-Marandu Submetidos a Frequências de Desfolhação e Níveis de Adubação. *Ciên Ani Bras* 01-13.

Moura EG, Sena VG, Corrêa MS, Aguiar ACF (2013) The importance of an alternative for sustainability of agriculture around the periphery of the Amazon rainforest. *RecentPatentsFoodNutrAgricul* 5:70-78.

Oliveira GNS, Silva GF (2018) Aspectos tóxicos da *Brachiaria* em animais de produção. Simpósio de Tcc, 14, Seminário de IC da faculdade Icesp. Anais...1477-1484.

Oliveira PD, Freitas RJ, Kluthcouski J, Ribeiro AA, Cordeiro LAM, Teixeira LP, Balbino LC (2015) Evolução de sistemas de integração lavoura pecuária floresta (iLPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. *Embrapa Cerrados*

Oliveira Neto SND, Salles TT, Leite HG, Ferreira GB, Melido RCN (2013) Treemodeling and economic evaluation of agroforestry systems in southeastern Brazil. *Silva Lusitana*, 21(1), 43-60.

Payn T, Carnus JM, Smith PF, Kimberley M, Kollert W, Liu S, Orazio C, Rodriguez L, Silva LN, Wingfield MJ (2015) Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecol Management* 352:57-67 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.021>.

Pereira KA, Anésio AHC, Lobo UGM, Oliveira AR, Campos JCD (2018) Parâmetros anatômicos, morfológicos e fisiológicos de forrageiras cultivadas em sistema agrossilvipastoril: Uma revisão. *Rev Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4):1333-1355.

Pereira MDA, Costa FP; Almeida RG (2018) Viabilidade econômica da introdução de eucalipto em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. In: *Embrapa Gado de Corte- Artigo em anais de congresso. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração Sociologia Rural. Anais... Campinas.*

Pontes LS, Barros RS, Savian JV, Berndt A, Moletta JL, Porfírio SV, Bayer C, Carvalho PCF (2018) Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: the effect of shade and nitrogen fertilization. *Agric Ecosyst Environ* 253:90–97.

Rochette P, Angers DA, Chantigny MH, Gasser MO, Macdonald JD, Pelster DE, Bertrand N (2013) NH<sub>3</sub> volatilization, soil NH<sub>4</sub><sup>+</sup> concentration and soil pH following subsurface banding of urea at increasing rates. *Canadian J Soil Sci* 83:261-268.

Ribeiro Júnior NG, Ariano AP, Silva IV (2016) Death of pastures syndrome: tissue changes in *Urochloa hybrida* cv. Mulato II and *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *RevBrasBiolo*.

Salton JC, Mercante FM, Tomazia M, Zanatta JA, Concenço G, Silva WM, Retore M (2014) Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. *Agric Ecosyst Environ* 190:70–79. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.023>

Salton JC, Oliveira P, Tomazi M, Richetti A, Balbino LC, Flumignam D, Mercante FM, Marchão RL, Concenço G, Scorza Junior RP, Asmus GL (2015) Benefícios da adoção da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: Cordeiro LAM, Vilela L, Kluthcouski J, Marchão RL (Eds.) *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF Embrapa, 35-51 p.

Santini JMK, Perin A, Coaguila DN, Valderrama M, Galindo FS, Santos CG, Silva VM, Buzetti S (2016) Adubação nitrogenada na implantação de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés no cerrado: Características nutricionais - Parte 2. *Rev Bras Engenharia de Biosistemas* 10(2):140-153.

Santarosa E, Penteadó JFJ, Goulart ICGR (2014) Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1010933>>.

Santos e Fonseca (2016) Adubação de pastagens em sistemas de produção animal. Viçosa: Ed. UFV 311

Santos MR, Fonseca DM, Gomes VM, Silva SP, Silva GP, Reis M (2012) Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim braquiária. *Ciênc Ani Bras* 13:49-56.

Silva AR, Rodrigues Filho JA, Carvalho EJM, Santiago AV, Veloso CAC, Martinez GB (2021) Estoque de carbono e mitigação de metano produzido por bovinos em sistema integração pecuária-floresta (IPF) com eucalipto no Sudeste Paraense. *Brazilian J Development* 7(4).

Silva LN, Freersmith P, Madsen P (2019) Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations. *New Forests* 50:153-168. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9644-6>.

Silva FS, Kipert TA, Paraíso JMN, Carvalho APS, Mombach MA, Torres RC, Rodrigues RAR, Pereira DH, Pedreira BC, Cabral LS (2018) Desempenho e emissão de metano entérico de bovinos em sistemas integrados de produção. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, Rondonópolis. Anais... Rondonópolis, MT 1-4.

Silva Filho AS, Mousquer CJ, Castro WJR, Siqueira JVM, Oliveira VJ, Machado RJT (2014) Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetido a diferentes doses de ureia. *Rev Bras Higiene e Sanidade Animal* 8(1):172-188. <http://doi.org/10.5935/1981-2965.20140012>.

Sales A, Silva AR, Velos CAC, Carvalho EJM (2015) Desenvolvimento inicial do eucalipto em monocultivo e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, 4., 2015, Belém, PA. Anais. Belém, PA: UEPA, 2015.

Sollenberger LE, Vanzant ES (2011) Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. *Crop Sci* 51:420-432.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre, Artmed 888.

Teixeira FA, Bonomo P, Pires AJV, Silva FF, Fries DD, Hora DS (2011) Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. *Acta Scient Anim Sci* 33(3):241-248.

Trecenti R (2010) Integração lavoura-pecuária-floresta e o programa agricultura de baixo carbono. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte* 31(257):44-45.

Trivelin GA, Andrighetto C, Mateus GP, Luz PA, Bernardes EM, Lupatini GC, Sampaio H (2020) Animal production and economic viability of integrated crop livestock systems.

Valadares Filho SC, Machado PAS, Chizzotti ML, Amaral HF, Magalhães KA, Rocha VRJ, Capelle ER (2018) Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0.

Viera M, Schumacher M, Caledira M (2014) Biomassa e exportação de nutrientes pela colheita do eucalipto. IN: *Silvicultura do Eucalipto no Brasil*. Editora: UFSM

Vieira Rosana Faria (2017) *Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas*. Brasília, DF: Embrapa.

Xu G, Fan X, Miller AJ (2012) Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology* 63:153-182. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042811-105532

Yates C, Dorward P, Hemery G, Cook P (2007) The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. *Agric Ecosyst Environ* 69:13–28. <https://doi.org/10.1007/s10457-006-9015-8>

Zimmer AH, Almeida RG, Vilela L, Macedo MCM, Kichel NA (2011) Uso da iLP na melhoria da produção animal. In: *Simpósio de Produção Animal a pasto. Anais... Maringá Sthampa* 39-79.

## CAPÍTULO 2 – PRODUTIVIDADE ANIMAL E DE FORRAGEM EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA

### RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais limitante ao crescimento das plantas, sendo relevante identificar quais os níveis que promovem máxima produção animal/ha. Objetivou-se avaliar a produção de forragem do capim marandu, composição química e desempenho animal em sistema Agrossilvipastoril sob adubação nitrogenada. O trabalho foi realizado na Unidade de Referência Tecnológica (URT) de Integração Lavoura Pecuária Flotesta (ILPF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim/MA, Brasil. O delineamento experimental foi casualizado em blocos em uma área de 3,0 ha estabelecida em pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu, formada em consórcio com milho (*Zea mays* L.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.), com três repetições, cada bloco com área de 1 ha que foram subdivididos em quatro piquetes de aproximadamente 0,255 ha considerando os tratamentos experimentais 0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em cada parcela foram mantidos com bezerros anelados com peso inicial médio de 180 kg peso corporal em lotação contínua e carga variável. As áreas experimentais foram manejadas com lotação contínua e carga variável "put and take", para o ajuste da lotação em função da massa de forragem e peso corporal (PC), objetivando uma oferta em torno de 2 kg MS forragem verde kg PC<sup>-1</sup>, com disponibilidade de bebedouro e saleiro. Os animais experimentais consistiram de bezerros mestiços anelados, de peso corporal inicial em torno de 180 kg, os quais foram pesados a cada 28 dias, após jejum prévio de oito horas. Foram utilizados dois grupos de novilhos que possuíam peso médio de 200 kg em 2019 e 180 kg em 2020, sendo dois animais "tersters" que permaneceram fixos nas parcelas, e um número variável de animais de "ajuste" de acordo com a oferta de forragem que era ajustada a cada 28 dias. Para avaliação do desempenho animal e ajuste da lotação de acordo com a oferta de forragem os animais eram pesados a cada 28 dias, após jejum prévio de 8h. No capim marandu foram avaliados a massa total de forragem (MST), porcentagem de forragem verde, senescente e composição bromatológica determinando os conteúdos de matéria seca (MS), cinzas (CIN), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). E para o desempenho animal foram mensurados o ganho médio diário de peso (GMD), ganho médio diário por área (GMA) e taxa de lotação (TL). Para a massa de forragem foi observado efeito entre os meses de avaliação ( $P < 0,05$ ), maior valor de massa de forragem verde seca foi observado em janeiro com média de 9,9 ton ha<sup>-1</sup> e menor nos meses de julho e agosto com média de 2,0 ton ha<sup>-1</sup>. O maior ganho diário ocorreu no mês de janeiro com 0,61 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e GMA com 3,5 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. As TL foram de 4,2, 4,09, 4,07 e 3,87 UA/ha, nos tratamentos 0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os maiores teores de PB foram encontrados nos tratamentos de 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a forragem verde (14,0 e 14,5 g kg<sup>-1</sup> N) e para a forragem seca (10,5 e 10,4 g kg<sup>-1</sup> N, respectivamente). Os teores de cinzas variaram de 14,4 a 14,8 g kg<sup>-1</sup>. O FDN foi maior com 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (64,28 g kg<sup>-1</sup>). A adubação não diferiu na produção de forragem e ganho de peso animal. Entretanto os melhores resultados no teor de proteína bruta e cinzas foram na dose 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, não existindo incrementos de produção acima deste nível. O uso da adubação é uma alternativa que precisa de estudos mais aprofundados, visando encontrar o manejo mais adequado para melhorar a composição química da forrageira e conseqüentemente da produtividade do sistema.

**Palavras-chaves:** Capim marandu, Composição química, Massa de forragem, Nitrogênio

## ABSTRACT

Nitrogen is the most limiting nutrient for plant growth, and it is important to identify which levels promote maximum animal production/ha. The objective of this study was to evaluate the forage production of marandu grass, chemical composition and animal performance in an Agrosilvopastoral system under nitrogen fertilization. The work was carried out at the Technological Reference Unit (TRU) of Integration Crop Livestock Flotesta (ICLF) of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Cocais unit, located in the municipality of Pindaré-Mirim/MA, Brazil. The experimental design was randomized in blocks in an area of 3.0 ha established in pasture of *Urochloa brizantha* cv Marand, formed in intercropping with corn (*Zea mays* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), with three replications, each block with an area of 1 ha, which were subdivided into four paddocks of approximately 0.255 ha considering the experimental treatments 0, 100, 200 and 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In each plot they were kept with ringed calves with an average initial weight of 180 kg body weight in continuous stocking and variable load. The experimental areas were managed with continuous stocking and variable load "put and take", for the adjustment of stocking as a function of forage mass and body weight (BW), aiming at an offer around 2 kg DM green forage kg BW<sup>-1</sup>, with availability of water cooler and salt shaker. Two groups of steers that had an average weight of 200 kg in 2019 and 180 kg in 2020, with two "testers" animals that remained fixed in the plots, and a variable number of "adjustment" animals according to the forage supply that was adjusted every 28 days. To assess animal performance and adjust stocking according to the forage offer, the animals were weighed every 28 days, after fasting for 8 hours. In marandu grass, total forage mass (TFM), percentage of green and senescent forage and chemical composition were evaluated by determining dry matter (DM), ash (ASH), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contents. And for animal performance, the average daily weight gain (DWG), average daily gain per area (ADG) and stocking rate (SR) were measured. For the forage mass, an effect was observed between the months of evaluation ( $P < 0.05$ ), the highest value of dry green forage mass was observed in January with an average of 9.9 ton ha<sup>-1</sup> and lower in July and August with an average of 2.0 ton ha<sup>-1</sup>. The greatest daily gain occurred in January with 0.61 kg UA<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> and GMA with 3.5 kg UA<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The TL were 4.2, 4.09, 4.07 and 3.87 AU/ha, in treatments 0, 100, 200 and 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The highest CP contents were found in the treatments of 200 and 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for green forage (14.0 and 14.5 g kg<sup>-1</sup> N) and for dry forage (10.5 and 10.4 g kg<sup>-1</sup> N, respectively). Ash contents ranged from 14.4 to 14.8 g kg<sup>-1</sup>. NDF was higher with 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (64.28 g kg<sup>-1</sup>). Fertilization did not differ in forage production and animal weight gain. However, the best results in terms of crude protein and ash were at a dose of 200 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The use of fertilization is an alternative that needs further studies, aiming at find the most suitable management to improve the chemical composition of the forage and consequently the productivity of the system.

**Keywords:** Marandu grass, Chemical composition, Forage mass, Nitrogen

## 1. Introdução

Aproximadamente 90% da produção nacional de bovinos de corte caracterizam-se por seu desenvolvimento exclusivamente em pastagens, das quais, as forrageiras tropicais representam um dos recursos alimentares mais práticos e econômicos para a produção animal (Carvalho e Zen, 2017). Sendo assim, o Brasil é um dos países de maior potencial de produção pecuária a pasto, determinada, principalmente, por suas condições climáticas e vasta extensão territorial (Serafim e Galbiatti, 2012).

Em sua grande maioria, são caracterizados pelo baixo uso de inovações tecnológicas, falhas no manejo, o planejamento inadequado, a escolha da espécie inapropriada para o objetivo ocasiona em degradação das pastagens, que são de diferentes níveis e interferem negativamente na produtividade e na sustentabilidade (Towsend et al. 2013) e a lucratividade (De Souza Ramos et al. 2017). Com objetivo de recuperar ou reformar as pastagens degradadas, o sistema agrossilvipastoril é um conjunto de estratégias que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais em sinergia na mesma área, sob cultivo consorciado, de sucessão ou rotação (Balbino et al., 2012), utilizando diversas espécies forrageiras como sugestão para exploração.

A *Urochola brizantha* cv. Marandu é uma forrageira que se destaca para o uso em sistema integrado, devido seu alto desempenho em diferentes níveis de sombreamentos (Pereira et al. 2018). A cultivar apresenta em torno de 13 ton/ha/ano de MS, bem como um média de 11,34% de proteína bruta (PB), 65,55% de fibra insolúveis em detergente neutro (FDN) e 37,40% de fibra insolúveis em detergente ácido (FDA) (Valadares Filho et al. 2018).

A capacidade produtiva da forrageira e a qualidade também deve ser levada em consideração, pois as concentrações totais dos nutrientes mais relevantes na produção animal têm sido inversamente proporcionais ao crescimento vegetal, ou seja, ao passo que a forrageira vai crescendo, o conteúdo de parede celular tende a aumentar e, conseqüentemente, há uma redução na digestibilidade (Hoffmann et al. 2014).

A produtividade de uma pastagem é resultado da combinação do desempenho individual dos animais e da taxa de lotação utilizada (Difante et al.2010). Assim a reposição de nutrientes deve ser realizada buscando a persistência do pasto, visto que a fertilização das plantas tem como principais resultados aumento da produção de massa seca e melhoria da qualidade nutricional da forragem, o que refletirá diretamente na

capacidade suporte do sistema, permitindo o uso de maiores taxas de lotação (Paciullo et al. 2017).

O nitrogênio (N) é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, responsável por características estruturais da planta (tamanho de folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho), além de características morfogênicas (taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliar) (Santos et al. 2012). Este nutriente aumenta a emissão de folhas, a densidade de perfilhos, reduz o filocrono e acelera a senescência da planta forrageira quando não colhida no momento adequado (Paciullo et al. 2016; Martuscello et al. 2019). Diante disso, a adubação nitrogenada deve estar sempre associada ao manejo do pastejo para evitar perdas de forragem.

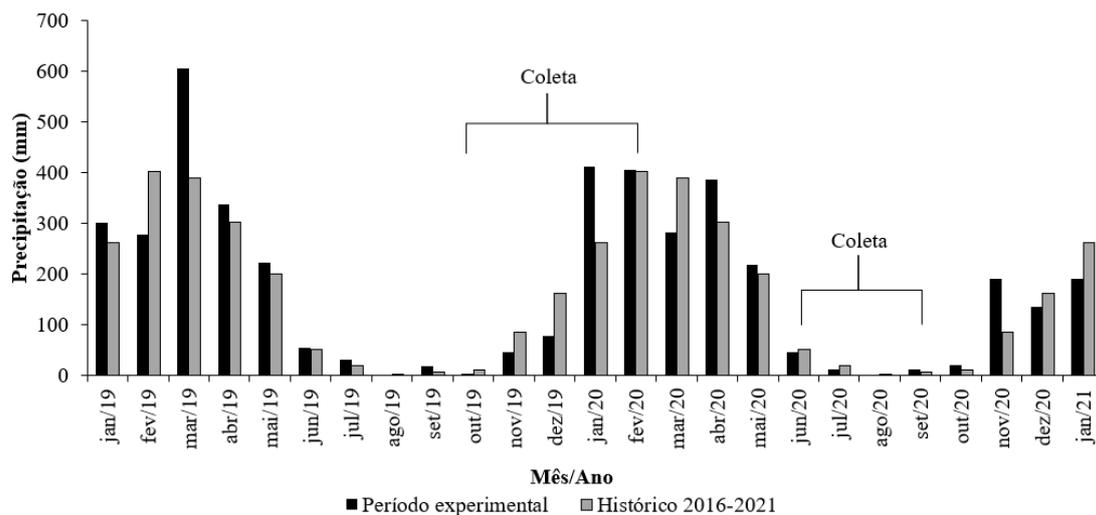
Assim com o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de forragem, composição química e o desempenho animal em sistemas agrossilvipastoris com capim marandu e eucalipto sob adubação nitrogenada.

## **2. Material e Metodos**

### **Histórico da área**

A área com o sistema agrossilvipastoril foi implantada em fevereiro de 2016, na Unidade de Referência Tecnológica - URT em Integração Lavoura Pecuária Flotesta (ILPF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais em Pindaré Mirim – MA, BR, localizada entre as coordenadas geográficas 3° 46' 9.12'' S de latitude, 45° 30' 1.44'' W de longitude e 33m ao nível do mar.

Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima local é do tipo Aw (quente e úmido) caracterizado por apresentar um clima tropical chuvoso com nítida estação seca e com uma média de precipitação de 2.100 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 1). Com temperatura mínima de 23°C, máxima de 37°C e temperatura média de aproximadamente 27°C (INMET 2021).



**Figura 1.** Gráfico de precipitação mensal (mm) de 2019a 2021 e do período de coleta de forragem e solos no município de Pindaré-Mirim, MA.

O solo foi classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (Garcia 2015), com variações no relevo de suave-ondulado a ondulado, sendo recoberto originalmente por vegetação de Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (Rocha et al. 2020). O sistema foi implantado em 3,5 hectares em consórcio e sucessão de milho, eucalipto e capim marandu. O solo foi corrigido aos 90 dias antes do plantio do milho, em novembro de 2015, pelo método de saturação por bases, com uma dose de 1,0 ton ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 80%).

A incorporação do calcário foi realizada toda área total com aração, gradagem e nivelamento, até 20 cm de profundidade. Foi utilizado o sistema Santa Fé (Cobucci et al. 2007) para o plantio do capim marandu consorciado com o milho híbrido KWS 9304. Em Fevereiro de 2016 a semeadura foi realizada de forma simultânea, com 20 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de milho e de capim, respectivamente, utilizando-se espaçamento de 0,6m x 0,3m para o milho e a pastagem na entrelinha utilizando-se a terceira caixa da plantadeira.

Aos 70 dias após o plantio do milho, foi realizado o transplântio das mudas de eucalipto, provenientes do viveiro do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, no espaçamento de 3m x 2m e 28m entre fileiras duplas, distribuídas em renques. Foram utilizados dois clones de eucalipto (MA-2000 e MA-2001), distribuídos de forma aleatória nas fileiras e provenientes da polinização controlada entre as espécies *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*.

Em 2017 não houve aplicação de calcário no solo, e o cultivo do milho e capim foi realizado na forma de plantio direto em sulco sobre a palhada de 2016, com a mesma

quantidade de sementes e o mesmo espaçamento do ano anterior. As adubações de 2016 e 2017 para as culturas do milho ocorreram da seguinte maneira: adubação de plantio = 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (04 - 30 - 10 + Zn); 1ª adubação de cobertura = 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (36 - 00 - 30), com quatro folhas totalmente desenvolvidas; e a 2ª adubação de cobertura = 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (36 - 00 - 30), com oito folhas totalmente desenvolvidas.

No ano de 2018, a área se manteve em pousio até o mês de novembro do mesmo ano, quando iniciaram-se os ciclos de pastejo contínuo, com a entrada do primeiro lote de animais com dez garrotes anelados, peso médio de 250 kg e taxa de lotação de 3 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, que permaneceram até abril de 2019. Nesse ano, não houve adubação com NPK no capim, assim como aplicação de calcário na área.

### Início e manejo da área experimental

O experimento foi iniciado em maio de 2019, em 3,0 ha, cuja área com pasto foi dividida com cerca elétrica, em doze piquetes de aproximadamente 0,25 ha. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições. Cada piquete correspondeu a um tratamento, sendo assim quatro tratamentos:

(I) controle, sem adubação nitrogenada; (II) aplicação de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), (III) aplicação de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; (IV) aplicação de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Antes das avaliações do experimento, foi realizada coleta de solos na camada de 0-20 cm, que foi analisada quanto as características químicas seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (2017), sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm, em maio de 2019.

MO	Ph	P	K	Ca	Mg	Na	SB	Al	H	CTC	V
g kg <sup>-1</sup>	CaCl	mg dm <sup>-3</sup>	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							%	
4,0	4,8	10,7	5,4	21,3	20,7	9,4	56,8	0,0	20,7	77	73

P: fósforo (Mehlich-I); K<sup>+</sup>: potássio; Ca<sup>+2</sup>: cálcio; Mg<sup>+2</sup>: magnésio; Na<sup>+</sup>: sódio; Al<sup>+3</sup>: alumínio; H<sup>+</sup>: hidrogênio; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

As adubações com uréia foram parceladas em quatro doses iguais nos meses de maio, julho, agosto e setembro de 2019 e no ano de 2020 em abril, maio, junho e julho distribuído manualmente a lanço, um dia após a saída dos animais de cada piquete e de

acordo com o ciclo apresentado pela gramínea.

O método de pastejo utilizado foi lotação contínua, com carga variável "put and take", conforme metodologia proposta por Mott e Lucas (1952), para o ajuste da lotação em função da massa de forragem e peso corporal (PC), objetivando uma oferta em torno de 2 kg MS forragem verde/kg PC<sup>-1</sup>, com disponibilidade de bebedouro e saleiro onde o ajuste dos animais nas parcelas foi adaptado conforme recomendação de Sollenberger et al. (2005), por meio da oferta de forragem. Foram utilizados um grupo de bovinos novinhos anolados com peso médio de 200 kg no ano de 2019 e 180 kg no ano de 2020, sendo dois animais "tersters" que permaneceram fixos nas parcelas, e de animais de "ajuste" de acordo com a oferta de forragem que era realizada a cada 28 dias ou quando o capim chegasse na altura de saída (20 cm), juntamente com a pesagem dos animais após jejum prévio de oito horas.

#### **Avaliação da Massa de Forragem**

A massa de forragem da gramínea foi determinada a cada 28 dias (intervalo de avaliação), utilizando-se adaptação do método de dupla amostragem (Haydock e Shaw, 1975). A medida direta utilizada foi a colheita da forragem em seis pontos/parcela, que correspondeu às estimativas de massa de forragem disponível, sendo coletados dois pontos de nota máxima, dois de nota intermediária e dois de nota mínima por meio do corte das plantas 5 cm ao solo, delimitadas por um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>. A altura da pastagem nesses pontos foi realizada com auxílio de régua graduada. Além das medidas diretas, também foram realizadas 30 medidas indiretas aleatórias em cada parcela, por meio de notas visuais, sendo essas medidas correlacionadas com a massa de forragem estimada segundo a metodologia de Pedreira (2002).

Em seguida foram realizadas equações de regressão para cada subparcela, associando a massa de forragem com a média das medidas obtidas com altura ou nota (média de 30 pontos/subparcela) que proporcione a determinação da massa de forragem em cada parcela considerando, os maiores valores de R<sup>2</sup>.

#### **Avaliação da composição química**

As amostras colhidas para a calibração da massa de forragem foram pesadas, e separada sem material verde e senescente, logo em seguida, submetidas à pré-secagem, em estufa de ventilação forçada, a 65 °C, até o peso constante, e pesadas após a saída da estufa,

para obtenção do peso seco. Após realização da pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm para análise da composição química determinando os conteúdos de Matéria Seca (MS), Cinzas (CIN), Proteína bruta (PB) descrita por Silva e Queiroz (2011) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) pelo método de Van Soest et al. (1991), em autoclave, conforme relatado por Pell e Schofiel (1993).

### **Avaliação do desempenho animal**

Durante o período que antecedia a entrada dos animais na área experimental, o rebanho foi submetido à pesagem e controle de endo e ectoparasitas. Foram disponibilizados sal mineral e a água para consumo “ad libitum” nos piquetes experimentais. O ganho médio diário (GMD,  $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais “testers”, dividido pelo número de dias de pastejo do ciclo. Os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos de aproximadamente 8 horas em cada avaliação. A taxa de lotação foi calculada em unidade animal (UA) por hectare. O ganho de peso vivo por área (GPV,  $\text{kg de PV ha}^{-1}$ ) foi obtido pela multiplicação da TL dos animais testers pelo número de dias de pastejo (Schons, 2015).

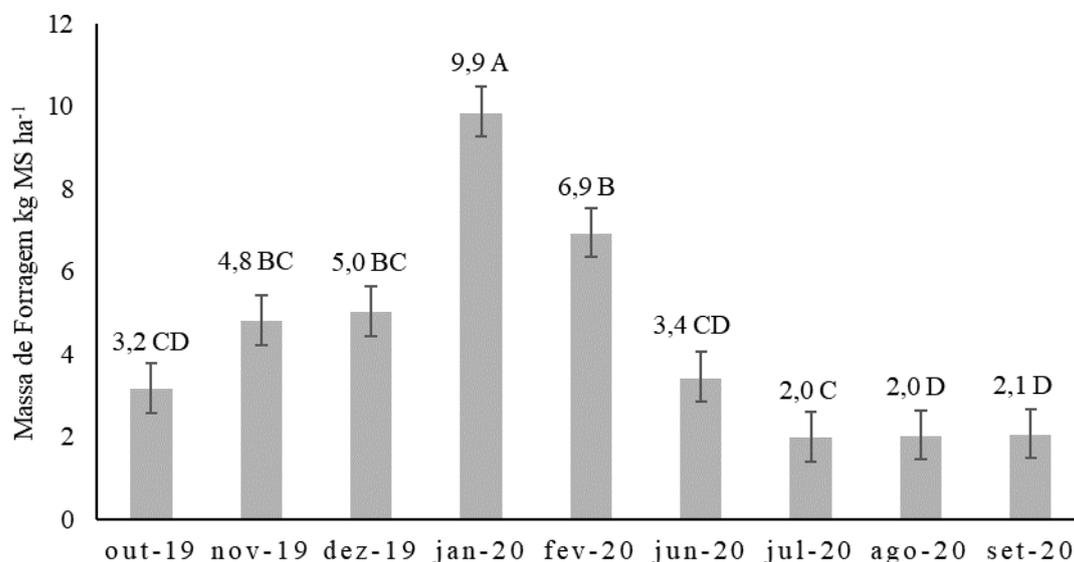
### **Análise estatística**

Para todos os dados, foram testadas as premissas para a análise de variância, sendo normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância dos erros (teste de Bartlett). Posteriormente, foram realizadas análises de variância, utilizando o procedimento Proc Mixed do SAS (software SAS University Edition), para as variáveis, utilizando-se o teste de Tukey, quando o teste F foi significativo ( $P < 0,05$ ). Foram considerados como fatores fixos o tratamento e os cortes ou avaliações (com procedimento de medidas repetidas), e como fator aleatório, o bloco.

## **3.0 Resultados e Discussão**

Para a massa de forragem foi observado efeito entre os meses de avaliação ( $P < 0,05$ ). O maior valor de massa de forragem verde seca (MFVS), foi observada em janeiro de 2020 com média de  $9,9 \text{ kg MS ha}^{-1}$  ( $P < 0,05$ ), coincidindo com as maiores precipitações (Figura 1) e o menor valor de MFVS foi observado nos meses de julho e

agosto com de média 2,0 kg MS ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Esses resultados são explicados por haver maior precipitação pluvial nos primeiros meses do ano, contribuindo para maior produção de forragem e os últimos meses caracterizados com menor precipitação.



**Figura 2.** Massa de forragem do capim marandu em sistema agrossilvopastoril em diferentes ciclos de avaliação. Letras diferentes e maiúsculas para a massa de forragem indicam diferença significativa entre os ciclos de avaliação ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A massa de forragem não foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelas doses de N. Geralmente existe um aumento na produtividade da forragem quando adicionam-se mais nitrogênio, porém, quando isso não acontece é possível que a área não tenha recebido suprimento de enxofre para maximizar a resposta da forrageira, principalmente em áreas degradadas, com baixo teor de matéria orgânica, onde, normalmente, os teores de enxofre-sulfato encontram-se com baixa disponibilidade no solo (Bonfim-da-Silva e Monteiro, 2006). Mattos e Monteiro (2003) relataram que, em pastagem degradada de capim *Urochloa*, o enxofre contribui de forma efetiva na recuperação da planta forrageira, aumentando a produção e melhorando o seu valor nutritivo

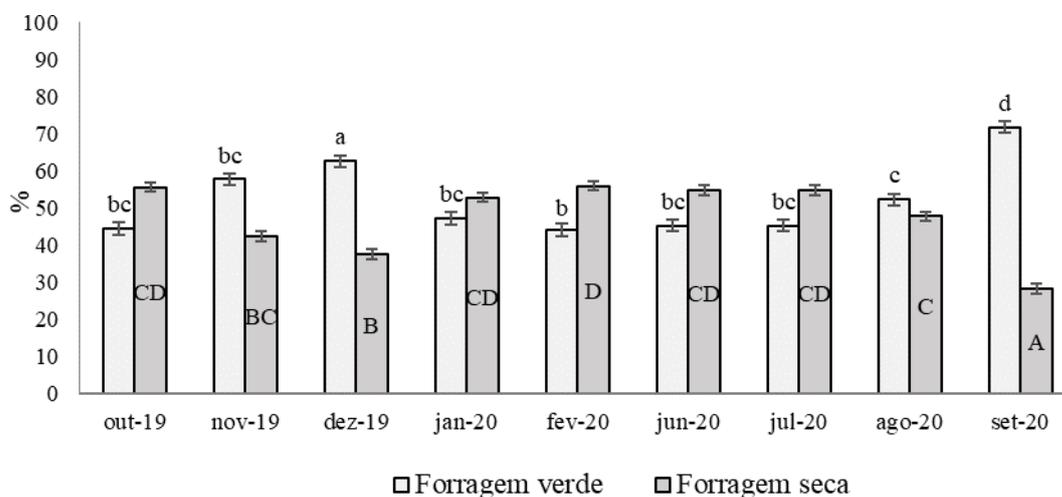
Provavelmente, a ausência de diferenças entre tratamentos foi ocasionada pela volatilização de nitrogênio (ureia). As altas temperaturas observadas e a falta de umidade do solo, logo após a aplicação da ureia, pode ter limitado as respostas ao nitrogênio, prejudicando a produção de massa seca. Sob condições de elevada temperatura, ausência de precipitação pluvial imediatamente após a adubação e altas taxas de evaporação de água do solo, as perdas por volatilização podem atingir até 80% do nitrogênio aplicado na forma de ureia, comprometendo a produtividade da planta forrageira (Costa et al. 2010).

O período de adubação ocorreu no final do período chuvoso. Esse manejo adotado pode não ter contribuído para a eficiência de utilização do N pela planta, interferindo assim na produção da forrageira. Uma vez que a disponibilidade de água, é uma das condições para aumentar a mineralização e a utilização eficiente de N (Mendes et al. 2015). Costa et al. (2016), demonstrou em seus estudos que a eficiência na utilização do nitrogênio é obtida relacionando-se a produção de matéria seca com dose de nitrogênio aplicada, quanto maior a dose menor a eficiência de utilização. Estudos evidenciam o aumento da produção a medida que se aumenta a dose de nitrogênio, entretanto, a eficiência da adubação nitrogenada é inversamente proporcional ao acréscimo das doses de nitrogênio (Bernardi et al. 2018).

Foram observadas diferenças significativas para frações de forragem verde e seca entre os ciclos de avaliação ( $P < 0,05$ ) (Figura 3). A alta percentagem apresentou de folhas senescentes foi de janeiro/2020 (56%) período onde apresentou maior massa de forragem, e diminuiu para 28,2% (setembro/2020), conseqüentemente alterando a qualidade de alimento produzido. Em períodos secos geralmente o teor de N diminui, o marandu com manejo adotado não apresentou níveis abaixo dos exigidos pelos microrganismos ruminais, para o adequado funcionamento do rúmen.

A menor porcentagem de folhas verdes foi em fevereiro/2020 (44,1%), onde houve melhores condições de umidade o crescimento é mais acelerado, onde a planta pode atingir mais rápido o crescimento vegetativo e acelera a senescência da planta forrageira, comparado com a mesma planta com pouca umidade. A maior proporção foi de 71,7% encontrada em setembro/2020 onde apresentou menor produção de massa de forragem onde provavelmente a planta apresentava pouca altura, com pouco alongamento, com quantidade de material senescente menor, além disso, com pouca umidade, pode gerar um atraso na rebrota. Quando a oferta de folha verde é limitante, o animal passa a ingerir folha seca e colmo, reduzindo a qualidade da dieta ingerida (Delevatti et al, 2019). Dessa forma, o animal consome o alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão havendo, assim, limite de destruição ruminal que determina a

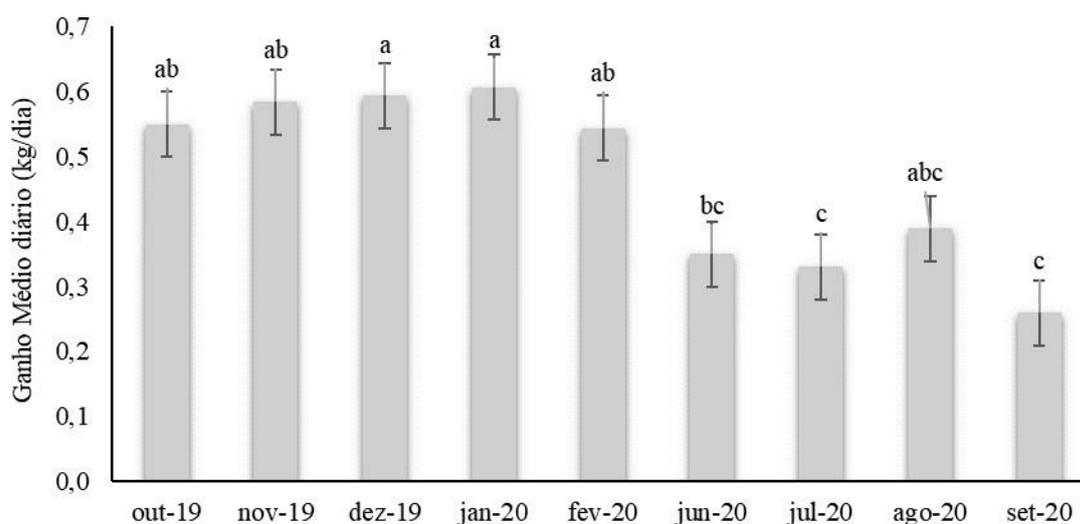
interrupção do consumo e, conseqüentemente, diminui o aporte energético, bem como dos demais nutrientes (Macedo Jr et al. 2007).



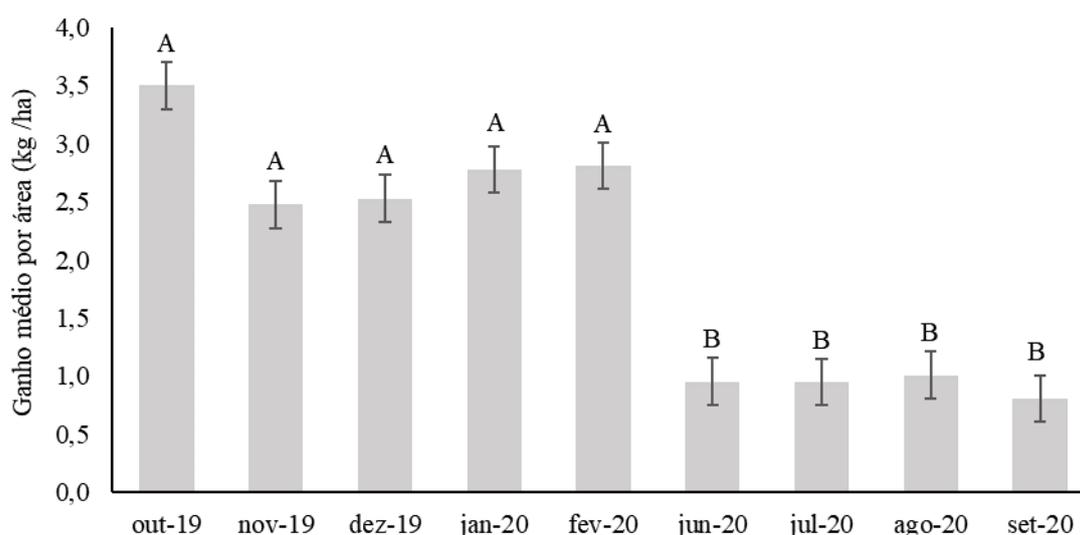
**Figura 3.** Porcetagem de folhas verdes e sescentes do capim marandu em sistema agrossilvipastoril em diferentes ciclos de avaliação Letras diferentes e maiúsculas para a massa de forragem indicam diferença significativa entre os ciclos de avaliação ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Para o ganho médio diário (GMD) e ganho médio por área (GMA) não houve diferença entre os tratamentos, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os meses de avaliação (Figura 4A e 4B). O ganho médio diário (Figura 4A) variou de 0,259 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em setembro/2020 a 0,606 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em janeiro/2020. Houve um maior GMD nas avaliações nos meses de janeiro/2020 (0,606 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), apesar da menor relação massa verde/seca do mês de setembro/2020 (Figura 3) obteve maiores ganhos em janeiro de 2020 período que maior índice de chuvas (Figura 1). Em setembro a porcentagem de forragem senescente (28,3%) foi menor que a verde, mas com a menor produção de forragem contribuindo para a perda de peso dos animais. Delevatti et al. (2019) avaliaram a produção de forragem, e os ganhos de peso por animal e por área; estes autores reportaram GMD de 0,939; 0,985; 0,879 e 0,967 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente nos animais recriados em pastos com 0, 90, 180 e 270 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>

A)



B)



**Figura 4 AB.** Ganho médio diário e por área em sistema agrossilvopastoril sob diferentes em diferentes ciclos de avaliação. Letras diferentes indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A taxa de lotação média (TL) foi de de 4,2, 4,09, 4,07 e 3,87 UA/ha nos tratamentos de 0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Nos meses de janeiro/2020 apresentou a maior taxa de lotação com de 4,7 UA/ha pois foi o período que considerado o período de chuvoso na região que e no mês de junho/ 2020 a menor taxa de lotação com 2,7 UA/ha, apesar de ser o mês de transição entre período de chuva e o período seco. Tendo em vista o preço atual da arroba do boi US\$ 61,60 (Scolt consultoria,2021), comparado com o preço da ureia US\$ 328 (IndexMundi, 2021) seria viável o uso da ureia no sistema refletindo em aumentos de três vezes da taxa de lotação comparado com a média

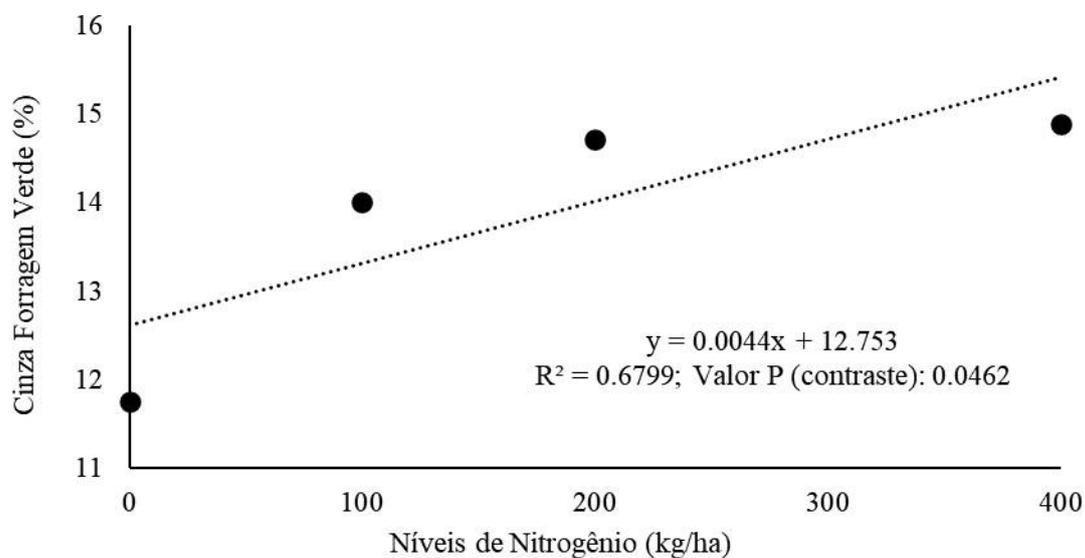
nacional. Embora não tenha sido observado diferenças nos níveis de doses de nitrogênio utilizados, foram encontradas taxa de lotação média de 4 UA/ha.

Esses valores de taxa de lotação foram superiores à taxa média nacional de lotação no Brasil é de 1,3 UA (Cardoso et al. 2016). Os resultados mais altos que a média nacional também são reflexos da adoção do sistema integrado de produção na modalidade agrossilvipastoril com a adubação permitindo intensificar o sistema, uma vez que são usados menos de 5 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Dubeux et al. 2005) em manejos convencionais.

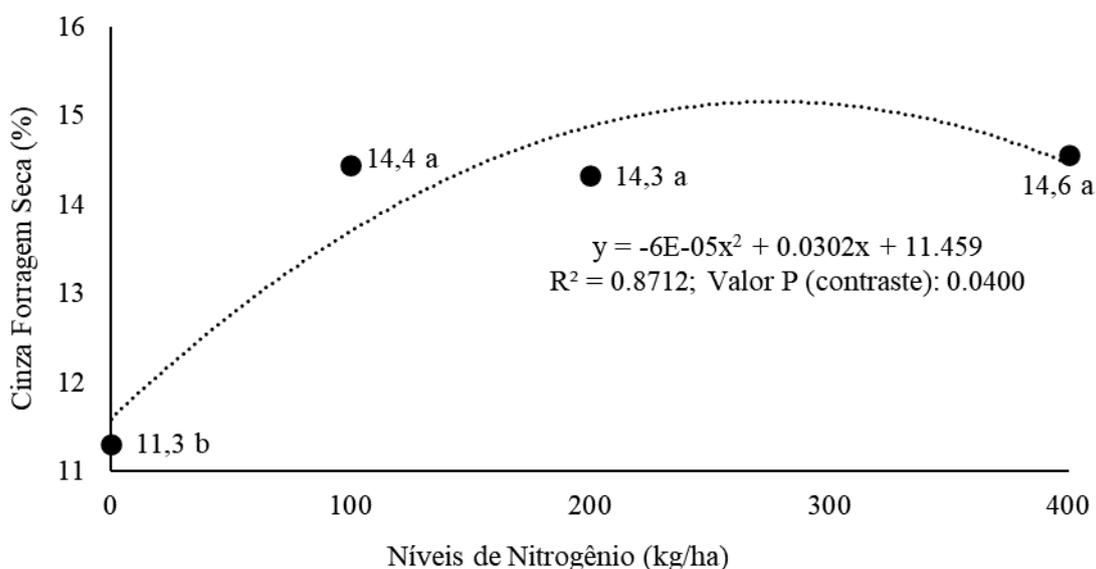
Para o ganho médio por área (GMA) (Figura 4B), o ganho médio por área houve variação de 0,810 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (setembro/2020) e 3,5 kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (outubro/2019). No presente estudo os resultados mostram que é possível aumentar a média nacional da taxa de lotação em quatro vezes e a produtividade três vezes, aderindo o sistema agrossilvipastoril com capim marandu. Tendo em vista que GMA nacional a pasto é 0,27 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Cardoso et al. 2016),

Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) das diferentes doses de nitrogênio nos teores de CIN nas frações secas do capim marandu. Na dose de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> ocorreu o maior pico nos teores de CIN (14,55 g kg<sup>-1</sup>) na forragem senescente (Figura 5B) apresentando comportamento quadrático dos dados. Houve aumento linear na forragem verde maiores teores foram nas doses de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (14,88 g kg<sup>-1</sup>) (Figura 5A). Os valores encontrados foram maiores que os relatados por Reis et al. 2013 realizaram um estudo com diferentes doses de adubação nitrogenada (0, 50, 70 e 100 N ha<sup>-1</sup> aplicação<sup>-1</sup>) no capim Marandu submetido a sombreamento artificial, e a média para dos teores de CIN foi de 8,82 kg<sup>-1</sup>.

A)



B)



**Figura 5.** Teores de cinza na forragem verde (A) e senescente (B) em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio.

A determinação dos teores de cinzas ou matéria mineral fornece uma indicação da concentração dos nutrientes minerais da gramínea. Nesse experimento, os teores de matéria mineral na forragem verde e seca foram influenciados pelas doses de N ( $P < 0,05$ ). Ressalta-se que, com a maturidade das plantas verifica-se, comumente, queda nos teores dos minerais, em decorrência do efeito de sua diluição na matéria seca produzida. Segundo Rodrigues Jr. et al. (2015), o teor de cinza em capim Marandu também pode diminuir consequência da redução na relação folha/colmo, aumento de folha senescente e diversidade na absorção e redistribuição mineral nos órgãos da planta, levando à

diminuição da concentração dos minerais na planta.

Para a variável PB, tanto da forragem verde quanto a senescente, houve efeito da interação entre tratamento x e ciclos de avaliação ( $P > 0,05$ ). (Tabela 2 e 3)

Tabela 2. Interação doses de nitrogênio x ciclos de pastejo para os teores PB em forragem verde ( $\text{g kg}^{-1}$  MS)

Níveis de nitrogênio ( $\text{kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )	Ciclos de pastejo								
	out- 19	nov- 19	dez- 19	jan- 20	fev- 20	jun- 20	jul- 20	ago- 20	set- 20
0	81,7 Babc	78,3 Bbc	122,0 Aa	75,0 Bbc	93,7 Aabc	55,3 Bbc	45,7 Bc	46,7 Bc	110,0 Bab
100	124, 0 ABa	131,7 ABa	150,3 Aa	11,4 ABa	124,7 Aa	137,7 Aa	150,7 Aa	147,3 Aa	129,0 Aa
200	156, 3 Aa	126,0 ABa	146,3 Aa	15,0 Aa	146,3 Aa	118,0 Aa	149,0 Aa	156,3 Aa	118,0 Aa
400	169, 0 Aa	148,3 Aa	167,3 Aa	11,6 Aba	130,0 Aa	166,7 Aa	133,3 Aa	121,3 Aa	151,7 Aa

Mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para cada variável, não diferem significativamente ( $P > 0,05$ )

Tabela 3. Interação doses de nitrogênio x ciclos de pastejo para os teores PB em forragem verde ( $\text{g kg}^{-1}$  MS)

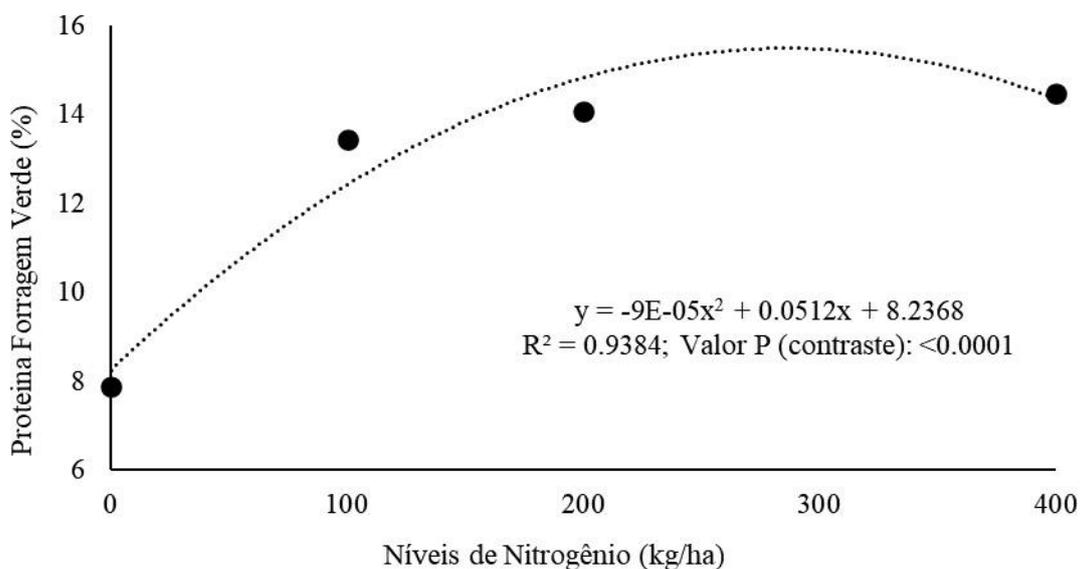
Níveis de nitrogênio ( $\text{kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )	Ciclos de pastejo								
	out- 19	nov- 19	dez- 19	jan- 20	fev- 20	jun- 20	jul- 20	ago- 20	set- 20
0	91,7 Ba	114,3 Aa	74,0 Aa	61,0 Ca	61,3 Aa	65,0 Aa	95,7 Aa	96,7 Aa	93,7 Aa
100	128, 3 Abab	114,0 Aabc	87,0 Abc	157,3 Aa	66,0 Ac	73,7 Abc	111,7 Aabc	100,7 Aabc	97,7 Abc
200	151, 0 Aa	100,5 Aab	95,0 Aab	139,0 ABa	51,7 Ab	97,0 Aab	117,7 Aa	101,3 Aab	98,0 Aab
400	142, 7 Aa	133,0 Aab	82,0 Abc	106,7 BCab c	67,0 Ac	99,7 Aab	80,7 Abc	104,7 Aabc	125,0 Aab

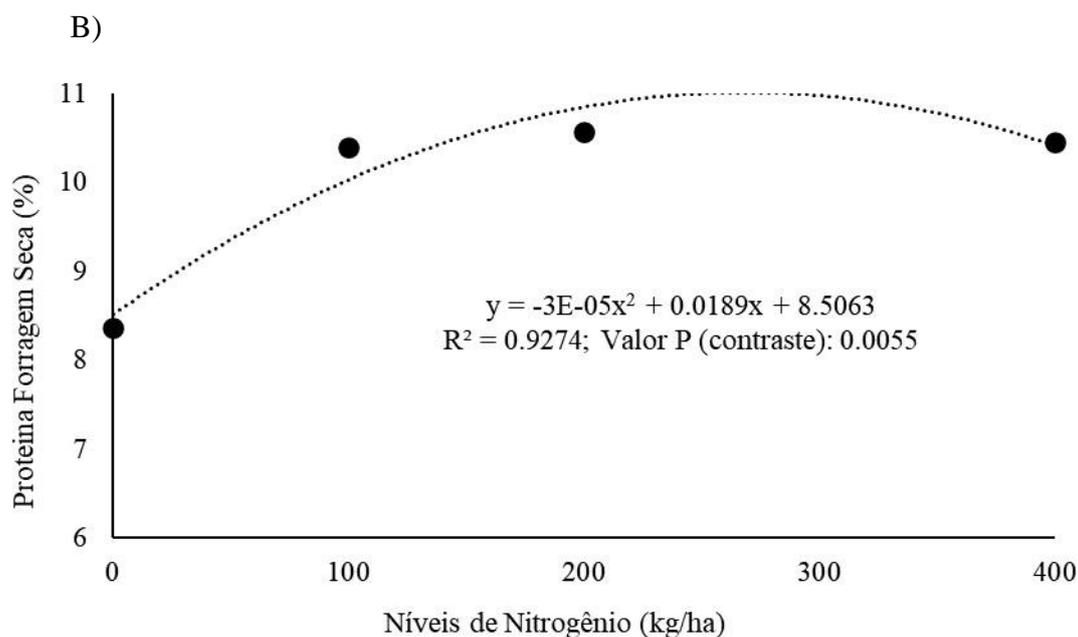
Mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para cada variável, não diferem significativamente ( $P > 0,05$ )

Ocorreu diferença para o teor de proteína bruta (PB) entre os níveis de nitrogênio do capim marandu ( $P < 0,05$ ) na fração verde e senescente (Figuras 6A e 6B). A dose de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentou maior teor de PB para a forragem verde (14,48 g kg<sup>-1</sup>) e para a forragem senescente para a dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (10,56 g kg<sup>-1</sup> N), não existindo diferenças acima deste nível. Doses acima de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> refletiram em gastos com insumo no valor R\$ 84,00 ao mês no custo total.

Com maior incremento de nitrogênio notou-se o aumento nos teores de proteína, pode ser devido à maior presença de aminoácidos livres, que mantêm N em sua estrutura, assim como de pequenos peptídeos no tecido da planta em resposta ao maior aporte de N no solo. Garcia et al. (2011) relataram teor no capim Mombaça de 12,2 g kg<sup>-1</sup> de PB, trabalhando com 50 kg ha<sup>-1</sup> N, enquanto Vanzela et al. (2006) observaram teor de 13,8g kg<sup>-1</sup> de PB com dose de 100 kg N/corte, porém esse teor caiu para 9,7 g kg<sup>-1</sup> de PB quando as doses por aplicação caíram para 25 kg e 50 kg de N/corte.

A)



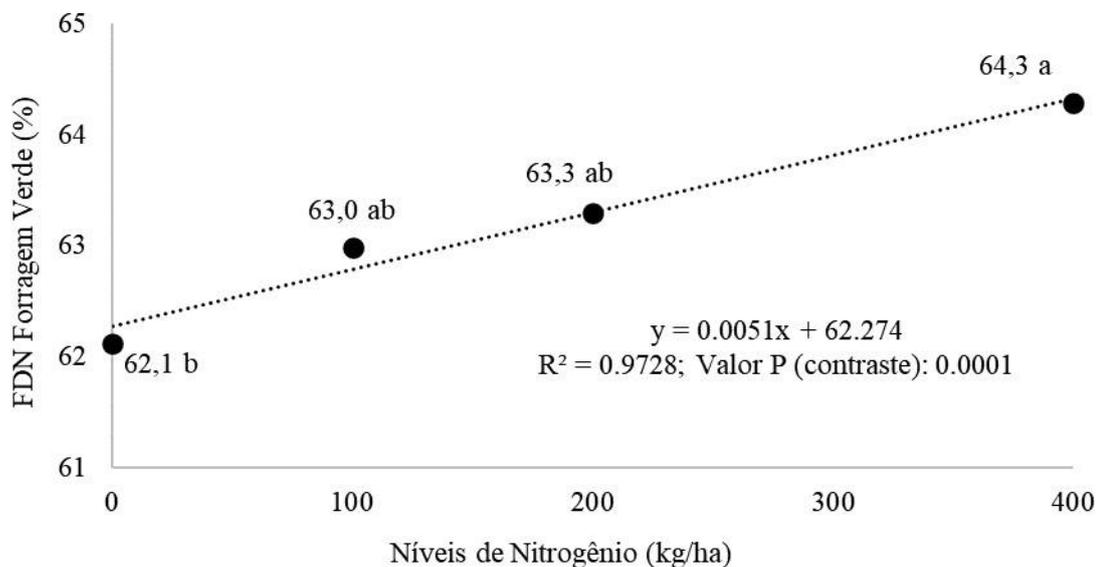


**Figura 6.** Teores de proteína bruta na forragem verde (A) e senescente (B) em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de nitrogênio.

Os valores encontrados acima de  $8 \text{ g kg}^{-1} \text{ N}$  (Figuras 7AB) permitem uma melhora no status de energia e proteína fornecida ao gado, mantendo um funcionamento adequado do rúmen e conseqüentemente melhorando o consumo de forragem e digestibilidade, pois o valor de PB presente nas forrageiras deve ser de no mínimo  $7 \text{ g kg}^{-1}$  (Detman, 2010).

Embora não tenha observado aumento na massa de forragem (Figura 2), ocorreu aumento nos teores N e cinzas na fração verde até a dose de 200 e 400  $\text{kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Essa melhoria da composição química da dieta dos animais na modalidade de agrossilvipastoril, tende a proporcionar diretamente redução na emissão de gases por meio de uma alimentação mais rica em nutrientes para atender a flora ruminal e necessidade dos animais (Almeida et al. 2015).

As doses de N influenciaram nos teores de FDN na forragem verde ( $P < 0,05$ ). Ocorreu um efeito linear para os teores de FDN foi onde na dose de 400  $\text{kg N/ha/ano}$  ( $64,28 \text{ g kg}^{-1}$ ), observou-se os maiores valores. Provavelmente, o nitrogênio promoveu desenvolvimento foliáceo, e conseqüentemente, alongamento do caule para sustentação da parte aérea, causando antecipação da maturidade (Magalhães et al. 2015). Fernandes (2011), observou valores maiores com a aplicação de 100  $\text{kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  ( $68,60 \text{ g kg}^{-1}$ ).



**Figura 7.** Teores de FDN na forragem verde em sistema agrossilvopastoril sob diferentes doses de nitrogênio.

#### 4.0 Conclusão

A adubação não diferiu na produção de forragem e ganho de peso animal. Entretanto os melhores resultados no teor de proteína bruta e cinzas foram na dose 200 kg de N ha ano<sup>-1</sup>, não existindo incrementos de produção acima deste nível.

O uso da adubação é uma alternativa para o produtor melhorar a composição química da forrageira e conseqüentemente da produtividade do sistema. Estudos mais aprofundado sempre são necessários para encontrar o manejo mais adequado para uso da adubação em sistemas.

## REFERÊNCIAS

- Almeida L, Spadetto R, Guerson Y, Siqueira J, Barioni G (2015) Dinâmica da emissão de gases do efeito estufa na produção animal e aspectos mitigadores no sistema agropecuário pelo monitoramento do perfil metabólico animal. *Tópicos especiais em Ciência Animal III*, Cap, 4,51.
- Balbino LC, Cordeiro LAM, Oliveira PD, Kluthcouski J, Galerani PR, Vilela L. (2012). Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- Bernardi A, Silva AWL, Baretta D (2018) Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. *Arq Bras Med Vet Zootec* 70(2):545-553.
- Bonfim Da Silva EM, Monteiro FA (2006) Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. *Rev Bras Zootec* 35:1289-1297
- Cardoso AS, Berndt A, Leytem A, Alves BJ, de Carvalho IDN, de Barros Soares LH, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricul Syst* 143:86-96.
- Carassai IJ, Carvalho PCF, Cardoso RR, Flores JPC, Anghinoni I, Nanbinger C, Freitas FK, Macari S (2011) Atributos físicos sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. *Pesqui Agropecu Bras* 46:1284-1290.
- Costa KAP, Faquim V, Oliveira IP (2010) Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. *Arq Bras Med Vet Zootec* 62( 1):192-199.
- Costa NL, Townsend CR (2002) Desempenho agrônômico de gramíneas forrageiras tropicais sob sombreamento de eucaliptos na Amazônia Ocidental. In: Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais: sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida. Ilhéus. Anais... Ilhéus: CEPLAC.
- Dubeux Jr JCB (2005) Management strategies to improve nutrient cycling in grazed Pensacola bahiagrass pastures. Tese, University of Florida
- Delevatti LM, Romanzini EP, Koscheck JFW, Araujo TLR, Renesto DM, Ferrari AC, Barbero RP, Mulliniks JT, Reis RA (2019) Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. *Animal Feed Sci Technol* 247:74-82
- Detmann E, Souza MD, Valadares Filho SDC, Queiroz AD, Berchielli TT, Saliba EDO, Azevedo JAG (2012) Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema 214.
- Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC (2010) Otimização Do Uso De Recursos Forrageiros Basais. In: Vii Simpósio De Produção De Gado De Corte E Iii Simpósio Internacional De Produção De Gado De Corte, Viçosa. Anais...UFV 191- 240.
- Difante GS, Euclides VPB, Nascimento Júnior D, Silva SC, Dias Filho MB (2010) Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém, PA.
- Garcia US (2015) Avaliação dos atributos físicos, químicos e estoque de carbono do solo

em diferentes ambientes em matas de babaçu, no estado do maranhão. Monografia, Universidade Estadual do Maranhão

Garcia CS, Fernandes AM, Fontes CAA, Vieira RAM, Santana NF, Pimentel VA (2011) Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. *Rev Bras Zootec* 40(2):403-410.

Haydock KP, Shaw NH (1975) The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian J Experimental Agricul AnimHusbandry* 15:663-670.

INMET (2020) Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos 2016 2021. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera\\_serie\\_txt\\_mensal.php?&mRelEstacao=82376&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/01/2010&mRelDtFim=31/12/2019&mAtributos=,,,,,,1,,,,1,,](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=82376&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/01/2010&mRelDtFim=31/12/2019&mAtributos=,,,,,,1,,,,1,,) Acessado em 23 março de 2021.

Köppen W (1948) *Climatologia: con us estudio de los climas de la tierra*. México: Fondode Cultura Economica.

Lunardi R, Carvalho PCF, Trein CR, Costa JA, Cauduro GF, Barbosa CMP, Aguinaga AAQ (2008) Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. *Ciên Rur* 38(3):795-801.

Macedo Jr GL, Zanine AM, Borges I, Perez JRO (2007). Qualidade da fibra para a dietade ruminantes. *Ciên Anin* 17(1):7-17.

Magalhães JA, de Souza Carneiro MS, Andrade AC, Pereira ES, Rodrigues BHN, de Lucena Costa N, Townsend CR. (2015). Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. *Semina: Ciên Agrár* 36(2):933-941.

Manço MX (2015) Produtividade Animal e Valor Nutricional da Forragem em Pastos de Capim Marandu Submetidos a Alturas Variáveis e sob Lotação Contínua. Nova Odessa – SP.

Mattos WT, Monteiro FA (2003) Produção e nutrição de capim-braquiária em função de doses de nitrogênio e enxofre. *Bol Ind Ani* 60:1-10.

Mott GO, Lucas HL (1952) The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: *International Grassland Congress, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings...* Pennsylvania: State College Press 1380-1385.

Paciullo DSC, Fernandes PB, Gomide CADM, Castro CRTD, Sobrinho FDS, Carvalho CABD (2011) The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *Rev Bras Zootec* 40(2):270-276.

Paciullo DSC, Gomide CAM, Castro CRT (2017) Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. *Grass Forage Sci* 72(3):590-600.

Pell AN, Schofiel P (1993) Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *J Dairy Sci* 76:1063-107

Rodrigues Jr CT, Carneiro, MSS Magalhães, JA Pereira ES, Rodriguez BHN, Costa NL, Pinto MSC, Andrade AC, Pinto AP, Fogaça FHS, Castro KNC (2015) Produção e

composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização.

Serafim RS, Galbiatti JA (2012) Efecto de la aplicación de la agua residual porcina en el pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Rev Colomb Cien Ani Sincelajo* 4(1):185-203.

Sollenberger LE, Moore JE, Allen VG, Pedreira CGS (2005) Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Sci* 45:896-900.

Townsend CR, Passos AMA, Godinho VPC, Marcolan AL, Utumi AM, Botelho FJE, Teixeira JF, Oliveira SJM, Araújo LV, Teixeira CAD, Costa JNM (2013) ILPF como alternativa sustentável de recuperação de pastagem degradada em Porto Velho, Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia.

Valadares Filho SC, Machado PAS, Chizzotti ML, Amaral HF, Magalhães KA, Rocha VRJ, Capelle ER (2018) Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0.

Vanzela, LS, Hernandez FBT, Gargantini PE, Lima RC (2006). Qualidade de forragem de capim mombaça sob irrigação na Região oeste do estado de São Paulo. CONIRD 2006 – XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem – Goiânia – 25 a 30/07/2006.

Van Soest PJ, Robertson J, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74(10):3583-3597.

### **CAPITULO 3 – VIABILIDADE ECONÔMICA DA CONTRIBUIÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL.**

#### Resumo

A viabilidade econômica de um empreendimento rural é uma estratégia que auxilia o produtor na tomada de decisão por meio de cálculos e previsões. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de um sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de adubação nitrogenada. O delineamento experimental foi casualizado em blocos, em uma área de 3,0 ha estabelecida em pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu, formada em consórcio com milho (*Zeamays L.*) e eucalipto (*Eucalyptus ssp.*), com três repetições, cada bloco com área de 1 ha que foram subdivididos em quatro piquetes de aproximadamente 0,255 há. Os tratamentos experimentais adotados foram 0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em cada parcela foram mantidos bezerros anelados com peso inicial médio de 180 kg de peso corporal em lotação contínua e carga variável "put and take". Para a análise econômica, foi realizado o cálculo dos custos de produção: custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT); foram calculados os valores das medidas de resultado econômico: renda bruta (RB); margem bruta (MB); margem líquida (ML); renda líquida (RL), e ponto de nivelamento (PN); e também foram calculados os indicadores econômicos: taxa interna de retorno (TIR), relação benefício-custo (RBC), e o valor presente líquido (VPL). O tratamento que se mostrou como mais viável economicamente foi 100N, com os melhores resultados obtidos para o VPL, considerando a TMA de 19%, 27% e 40%, para a TIR com 103,59% e também ao considerar a RBC, apresentando valor de R\$ 2,04. Dessa forma, o uso da adubação nitrogenada pode ser sim considerado como uma alternativa viável economicamente para os produtos rurais em projetos com sistemas agrossilvipastoris. Palavras-chave: sistemas integrados, indicadores econômicos, tomada de decisão.

## CHAPTER 2 – ECONOMIC FEASIBILITY OF THE CONTRIBUTION OF NITROGEN FERTILIZATION IN AGROSSILVIERAL SYSTEM.

### Abstract

The economic viability of a rural enterprise is a strategy that helps the producer in decision making through calculations and forecasts. The objective of this work was to evaluate the economic viability of an agrosilvopastoral system under different doses of nitrogen fertilization. The experimental design was randomized in blocks, in an area of 3.0 ha established in *Urochloa brizantha* cv Marandu pasture, intercropped with corn (*Zeamays* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), with three replications, each block with area of 1 ha that were subdivided into four paddocks of approximately 0.255 ha. The experimental treatments adopted were 0, 100, 200 and 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In each plot, calves with an average initial weight of 180 kg of body weight were kept in continuous stocking and variable load "put and take". For the economic analysis, the calculation of production costs was performed: effective operating cost (COE), total operating cost (TOC) and total cost (CT); the values of economic outcome measures were calculated: gross income (RB); gross margin (MB); net margin (ML); net income (RL), and leveling point (PN); and economic indicators were also calculated: internal rate of return (IRR), benefit-cost ratio (RBC), and net present value (NPV). The treatment that proved to be the most economically viable was 100N, with the best results obtained for the NPV, considering the TMA of 19%, 27% and 40%, for the IRR with 103.59% and also when considering the RBC, presenting value of R\$ 2.04. Thus, the use of nitrogen fertilization can be considered an economically viable alternative for rural products in projects with agroforestry systems.

**Keywords:** *integrated systems, economic indicators, decision maki*

## 1. INTRODUÇÃO

Uma alternativa para recuperação de áreas degradadas é a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária, que podem se adequar tanto ao tamanho da propriedade, quanto ao nível tecnológico da propriedade. Por conta das diferentes combinações de atividades que podem compor os sistemas, a sua adoção possibilita ainda ajustes de acordo com o objetivo do produtor (GONTIJO NETO et al. 2014).

Além do manejo correto do pastejo dentro do sistema agrossilvipastoril, a reposição de nutrientes deve ser realizada buscando a persistência do pasto, visto que a fertilização das plantas tem como principais resultados o aumento da produção de massa seca e a melhora da qualidade nutricional da forragem, o que refletirá diretamente na capacidade suporte do sistema permitindo o uso de maiores taxas de lotação (PACIULLO et al. 2017).

O nitrogênio depois da água é o elemento que mais influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas. Além disso, é o elemento exigido em maior quantidade pelas plantas, geralmente representa 20 a 40 g kg<sup>-1</sup> da massa seca dos tecidos vegetais (TAIZ et al. 2017).

Dessa forma, a adoção de sistemas integrados de produção pode ser uma alternativa ao possibilitar maior diversificação econômica das atividades, redução de custos e aumento de produtividade em relação aos sistemas tradicionais (CORDEIRO et al. 2010). Dessa forma, o objetivo do trabalho é analisar a viabilidade econômica de diferentes dosagens de adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área

A área com o sistema agrossilvipastoril foi implantada em fevereiro de 2016, na Unidade de Referência Tecnológica em Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (URT-ILPF), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais, em Pindaré-Mirim, MA. A URT-ILPF fica localizada entre as coordenadas geográficas 3° 46' 9.12'' S de latitude, 45° 30' 1.44'' W de longitude e 33m ao nível do mar. Segundo a

classificação de Koppen (1948), o clima local é do tipo Aw (quente e úmido) caracterizado por apresentar um clima tropical chuvoso com nítida estação seca e com uma média de precipitação de 2.100 mm ano<sup>-1</sup> (Figura 1). A temperatura mínima é de 23°C, com máxima de 37°C e temperatura média de aproximadamente 27°C (INMET 2021).

O solo foi classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (GARCIA 2015), com variações no relevo de suave-ondulado a ondulado, sendo recoberto originalmente por vegetação de Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (ROCHA et al., 2020). O sistema foi implantado em 3,5 hectares com consórcio e sucessão de milho, eucalipto e capim-marandu. O solo foi corrigido aos 90 dias antes do plantio do milho, em novembro de 2015, pelo método de saturação por bases, com uma dose de 1,0 ton ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 80%).

A incorporação do calcário foi realizada toda área total com aração, gradagem e nivelamento, até 20 cm de profundidade. Foi utilizado o sistema Santa Fé (COBUCCI et al., 2007) para o plantio do capim marandu consorciado com o milho híbrido KWS 9304. Em fevereiro de 2016 a semeadura foi realizada de forma simultânea, com 20 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de milho e de capim-marandu, respectivamente. O espaçamento utilizado foi de 0,6m x 0,3m para o milho e a pastagem na entrelinha. Aos 70 dias após o plantio do milho, foi realizado o transplante das mudas de eucalipto, provenientes do viveiro do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), no espaçamento de 3m x 2m e 28m entre fileiras duplas, distribuídas em renques. Foram utilizados dois clones de eucalipto (MA-2000 e MA-2001), distribuídos de forma aleatória nas fileiras e provenientes da polinização controlada entre as espécies *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*. No ano de 2017 não houve aplicação de calcário no solo e o cultivo do milho e capim foi realizado na forma de plantio direto em sulco sobre a palhada de 2016, sob as mesmas condições do ano anterior. As adubações de 2016 e 2017 para as culturas do milho ocorreram da seguinte maneira: adubação de plantio = 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (04-30-10 + Zn); 1ª adubação de cobertura = 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (36-00-30), com quatro folhas totalmente desenvolvidas; e a 2ª adubação de cobertura = 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (36-00-30), com oito folhas totalmente desenvolvidas.

No ano de 2018 a área se manteve em pousio até o mês de novembro quando iniciaram-se os ciclos de pastejo contínuo, com a entrada do primeiro lote de animais com dez garrotes anelados, peso médio de 250 kg e taxa de lotação de 3 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os animais permaneceram na área até abril de 2019. Em 2019 não houve adubação com NPK no capim e nem aplicação de calcário na área.

## Avaliação econômica

### Custos de produção

Os custos de produção foram determinados seguindo a metodologia descrita por Matsunaga et al., (1976) e Lopes et al., (2004). A definição de todos os custos é uma etapa relevante dentro do processo de avaliação se um projeto será ou não lucrativo. Serão apresentadas a seguir as definições de cada um dos custos calculados e as respectivas variáveis que a compõe.

- Custo operacional efetivo (COE): é proveniente dos desembolsos monetários realizados durante o processo produtivo, ou seja, tudo o que foi desembolsado para o pagamento dos custos fixos e variáveis.

- Custo operacional total (COT): é proveniente do somatório do COE, remuneração do produtor e depreciação de instalações e benfeitorias, sendo expresso pela equação:

$$\text{COT} = \text{COE} + \text{Depreciação} + \text{Remuneração do produtor}$$

- Depreciação: é o custo necessário para substituir os bens quando eles se tornam inúteis pelo desgaste físico ou obsolescências. Onde a depreciação é valor inicial subtraído pelo valor final, dividido pela vida útil dos bens avaliados, sendo expressa pela equação:

$$\text{Depreciação} = \frac{V_f - V_i}{u}$$

- Custo total (CT): é proveniente do somatório do COT e custo de oportunidade (CO). O CO foi calculado referente ao valor que poderia ser obtido caso o dinheiro fosse investido em uma caderneta de poupança com rendimento de 2,75% ao ano, ou seja, foi calculado 2,75% em cima do COE mais o aluguel da área por ano. O CO é igual a remuneração pelo rendimento em caderneta de poupança somado ao aluguel da área, sendo expresso pela equação:

$$\text{CT} = \text{COT} + \text{CO}$$

### Medidas de resultado econômico

Após a identificação dos custos de produção, foram calculados os valores responsáveis por medir a eficiência econômica das diferentes doses de adubação para o ano agrícola de

2019/2020, conforme a metodologia de Silva et al., (2018). Serão apresentadas a seguiras definições de cada umas das medidas de resultado econômico calculados e as respectivas variáveis que as compõe.

- Receita bruta (RB): foi obtida multiplicando-se a produção total de cada tratamento pelo valor do produto pago no momento da sua venda, sendo expresso pela equação:

$$RB = \text{Produção por hectare} * \text{Preço do produto no momento da venda}$$

No presente trabalho foram consideradas três diferentes fontes de renda para o produtor. A primeira foi proveniente da venda dos animais, considerando o preço da arroba no período (R\$ 235,00). A segunda foi proveniente do aluguel da área para pastejo de animais de outros produtores, considerando o valor padrão usado na região de R\$40,00/cabeça. Já a terceira fonte de renda foi proveniente das estacas de eucalipto obtidas pela produção da espécie florestal.

- Margem bruta (MB): foi calculada subtraindo da RB os COE da produção. A receita bruta total avaliada foi referente a renda com a venda dos animais, do aluguel da área e venda da estaca do eucalipto para servir como carvão para produção de tijolos, sendo expresso pela equação:

$$MB = RB - COE$$

- Margem líquida (ML): foi calculada subtraindo da RB dos COT da produção, sendo expresso pela equação:

$$ML = RB - COT$$

- Renda Líquida (RL): foi calculada subtraindo a RB dos CT da produção, sendo expresso pela equação:

$$RT = RB - CT$$

- Ponto de nivelamento (PN): é o nível de produção no qual o valor das vendas se igualaao CT. O PN representa o nível de produção no qual a exploração não apresenta lucro nem prejuízo. O PN pode ser obtido dividindo-se o CT pelo preço do produto no mercado, sendo expresso pela equação:

$$PN = \frac{CT}{Pr}$$

Indicadores econômicos

Para completar a avaliação econômica foram utilizados ainda alguns indicadores econômicos que permitem uma visão mais abrangente sobre a viabilidade ou não da

atividade, baseada na metodologia descrita por Noronha (1987). Dessa forma, de posse de todas os valores calculados, o produtor pode identificar quais as melhores estratégias para a tomada de decisão em seu projeto de investimento. A relação benefício-custo (RBC) é um indicador que relaciona os benefícios de um projeto, expressos em termos monetários, e o seus custos, também expressos em termos monetários. Dessa forma, pode ser identificado qual a escolha ideal para a realização de um projeto. A RBC é calculada conforme equação a seguir:

$$RBC = \frac{\sum_{j=0}^n R_j / (1 + i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j / (1 + i)^j}$$

onde:

$R_j$ - Receitas oriundas do final dos dois anos  $j$ ;

$C_j$  - Custo do final dos dois anos  $j$ ;

$i$  - Taxa de desconto;

$n$  - Vida útil do projeto.

Após calculada, a RBC pode ser interpretada das três seguintes formas:

Se a  $RBC = 0$ , significa que o valor presente dos fluxos de benefícios e de custos descontados à mesma taxa são iguais;

Se a  $RBC > 0$ , significa que os benefícios superam os custos;

Se a  $RBC < 0$ , significa que os custos superam os benefícios.

Outro indicador econômico utilizado para realizar análises de viabilidade econômica de projetos é a taxa interna de retorno (TIR). A TIR usa o fluxo de caixa de um projeto de investimento para entender se este é um investimento que trará lucro ou não. Isso é feito por meio da comparação do investimento inicial e suas despesas futuras com o retorno potencial que ele pode trazer. A TIR pode ser calculada conforme a equação a seguir:

$$TIR = j, \text{ tal que } \sum_{i=0}^n \frac{(B_i - C_i)}{(i+j)^i} = 0$$

onde:

$B_i$  - Benefício no ano  $i$  (entradas);

$C_i$  - Custos no ano  $i$  (saídas);

$j$  - Taxa de desconto;

$i$  - período (ano); e

$n$  - Número de períodos do projeto ( $i = 0, \dots, n$ ).

Ainda sob a perspectiva de avaliar a viabilidade ou não de um projeto, será utilizado neste trabalho o valor presente líquido (VPL). O VPL é um indicador usado para calcular o somatório de todos os fluxos de caixa futuro trazidos a valor presente. Para uso desse método, é necessária a definição de uma taxa de desconto ( $i$ ) pela qual os valores futuros serão descontados. O VPL pode ser calculado conforme a equação abaixo:

$n$

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{(B_i - C_i)}{(i + j)^i}$$

onde:

$B_i$ : Benefícios no ano  $i$  (entradas);

$C_i$ : Custos no ano  $i$  (saídas);

$j$ : Taxa de desconto;

$i$ : Período (ano); e

$n$ : Número de períodos do projeto ( $i = 0, \dots, n$ ).

A atividade que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável. Quanto maior for o VPL encontrado melhor será o resultado do investimento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Custos de produção

Para que se possa proceder com a avaliação econômica do sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de adubação nitrogenada, primeiro foi realizado o levantamento de todos os custos de produção envolvidos nas atividades produtivas. Os custos relacionados a implantação do sistema foram coletados durante os anos de 2019 e 2020, e estão descritos na Tabela 1 de forma mais detalhada.

Observou-se que os custos de produção sofreram variação de acordo com o nível de adubação adotada. Ao analisar a variação nos custos com insumos, equipamentos de infra-estrutura ou mão de obra, observou-se a ocorrência de variação apenas nos gastos com fertilizante e mão de obra. Isso aconteceu pelos tratamentos 100N, 200N e 400N representarem uma alternativa de adubação nitrogenada complementar em comparação ao tratamento 0N que representa a testemunha sem nenhuma aplicação de ureia. Os valores gastos foram R\$ 45,28 (100N), R\$ 84,00 (200N) e R\$ 167,89 (400N), respectivamente. O preço médio considerado para a ureia no ano de avaliação foi de R\$ 1.156,92/ton. As aplicações do fertilizante interferem ainda diretamente nos custos com mão de obra necessária para realização do manejo das respectivas áreas, representando um custo superior em R\$ 33,33 de 100N, 200N e 400N em relação a 0N.

Observou-se dessa forma que os custos referentes a adubação nitrogenada contribuíram de forma discreta aos custos totais ao comparar os tratamentos em que houve aplicação com o tratamento 0N, representando uma diferença de cerca de 1%. Em se mantendo baixos os custos, a utilização do nitrogênio em pastagens se torna uma alternativa para melhoria do desempenho de sistemas produtivos, uma vez que diversos estudos destacam a relevância do nitrogênio com um dos responsáveis pela aceleração no crescimento das plantas e no incremento da capacidade de suporte da pastagem, além do crescente aumento no seu uso nas últimas décadas (LEMAIRE; HODGSON; CHABBI, 2011; SANTOS et al., 2012; SUBBARAO et al., 2013).

Tabela 1. Atividades que compõe os custos gerais com implantação e execução do experimento no sistema agrossilvipastoril com uso de diferentes doses de nitrogênio.

Descrição	Tratamentos			
	0N	100N	200N	400N
Vacinação	R\$ 198,20	R\$ 198,20	R\$ 198,20	R\$ 198,20
Herbicida	R\$ 116,33	R\$ 116,33	R\$ 116,33	R\$ 116,33
Cerca elétrica	R\$ 1.780,35	R\$ 1.780,35	R\$ 1.780,35	R\$ 1.780,35
Cerca convencional (eucalipto)	R\$ 3.173,33	R\$ 3.173,33	R\$ 3.173,33	R\$ 3.173,33
Cerca convencional (sabiá)	R\$ 1.743,33	R\$ 1.743,33	R\$ 1.743,33	R\$ 1.743,33
Cocho	R\$ 584,00	R\$ 584,00	R\$ 584,00	R\$ 584,00
Caixa d'água	R\$ 882,98	R\$ 882,98	R\$ 882,98	R\$ 882,98
Mão de obra	R\$ 4.982,67	R\$ 5.016,00	R\$ 5.016,00	R\$ 5.016,00
Fertilizante (ureia)	R\$ 0,00	R\$ 45,28	R\$ 84,00	R\$ 167,89
Sal mineral	R\$ 1.536,00	R\$ 1.536,00	R\$ 1.536,00	R\$ 1.536,00
Estaca de eucalipto	R\$ 110,88	R\$ 110,88	R\$ 110,88	R\$ 110,88
Animais	R\$ 3.281,44	R\$ 3.281,44	R\$ 3.281,44	R\$ 3.281,44
Custo total	R\$ 18.389,51	R\$ 18.468,13	R\$ 18.506,85	R\$ 18.590,74

Fonte: Dados da pesquisa (2019/2020).

A partir da soma de todos os desembolsos realizados ao longo dos dois anos de avaliação (Tabela 1), obtivemos o custo operacional efetivo. O COE, descrito na tabela 2, representa os gastos com a cerca convencional (com estaca de eucalipto e sabiá), cerca elétrica, sal mineral, fertilizante e a aquisição dos animais. Dentre os tratamentos avaliados, o que se apresentou como a opção de menor custo total para o produtor foi o tratamento 0N. Isso ocorreu pela ausência dos custos com aplicação e compra do fertilizante. Já nos tratamentos com diferentes doses de adubação, os custos foram maiores a medida que se aumentou a dose de adubação 100N para 200N e 400N.

O maior custo gerado pelo aumento no uso dos fertilizantes evidencia que a identificação do nível ótimo de uso dos insumos agrícolas é algo muito importante no planejamento rural. Segundo Reetz (2017), a utilização de doses excessivas de fertilizantes, por exemplo, podem conduzir a ineficiência do seu uso, perdas econômicas e problemas ambientais como a toxidez para as culturas.

Tabela 2: Custos de produção em sistema agrossilvipastoril sob diferentes doses de adubação nitrogenada ao longo de dois anos produtivos.

Descrição	Tratamentos			
	0N	100N	200N	400N
Custo Operacional Efetivo (R\$/ha/ano)	R\$ 22.460,97	R\$ 22.539,58	R\$ 22.578,30	R\$ 22.662,19
Depreciação de instalações e benfeitorias (R\$/ha/ano)	R\$ 80,36	R\$ 80,36	R\$ 80,36	R\$ 80,36
Remuneração do produtor	R\$	R\$	R\$	R\$

(R\$/ha/ano)		1.045,00	1.045,00	1.045,00	1.045,00
Custo Operacional	Total	R\$	R\$	R\$	R\$
(R\$/ha/ano)		23.084,96	23.163,57	23.202,29	23.286,19
Custo de oportunidade		R\$	R\$	R\$	R\$
(R\$/ha/ano)		3.034,46	3.036,03	3.036,80	3.038,48
		R\$	R\$	R\$	R\$
Custo Total (R\$/ha/ano)		26.119,42	26.199,60	26.239,10	26.324,67

Fonte: Dados da pesquisa (2019/2020).

No entanto, considerar só os custos de produção para a tomada de decisão não é o suficiente. Dessa forma, no próximo tópico serão consideradas outras variáveis relacionadas as receitas geradas pelas diferentes estratégias de adubação para propiciar uma melhor tomada de decisão.

### Medidas de resultado econômico

A medida que se consegue identificar o maior número de informações possíveis sobre custos e receitas sobre um projeto de investimento, maiores serão as chances de sucesso no empreendimento (REZENDE e OLIVEIRA, 2001). A tabela 3 representa as medidas dos resultados econômicos, referentes aos anos de 2019 e 2020, levando em conta os custos de produção.

A produtividade animal sofreu variação de acordo com a dose de adubação adotada. O tratamento 100N foi o que apresentou a maior produtividade, com 211,40 kg, seguido por 0N (201,20 kg), 400N (193,33 kg) e 200N (192,47 kg). Observou-se assim, que a adubação nitrogenada a partir do tratamento 200N não surtiu efeito positivo na produtividade, gerando inclusive, um resultado inferior ao tratamento com 0N, o que já foi observado no trabalho de Reetz (2017). Por isso, se faz importante identificar a dose ótima de adubação para gerar um melhor resultado nos sistemas produtivos, conforme já foi constatado em outros trabalhos (CHAGAS E BOTELHO, 2005; MARTUSCELLO et al., 2005; MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

A receita bruta (RB) gerada pelo eucalipto e pelo aluguel da área foi igual para todos os tratamentos. Nesse dois casos, observou-se que mesmo em pousio a área pode estar gerando uma receita de R\$ 1.920,00/mês, no caso do aluguel do pasto, ou então através da venda das estacas de eucalipto, em caso de consórcio com outra atividade produtiva, o que pode gerar receita de R\$ 1.740,00, conforme já foi evidenciado por Paciullo et al.,(2009).

Devido aos diferentes rendimentos da pecuária, a receita bruta com a venda dos animais também sofreu variação e apresentou o mesmo comportamento que a produtividade, como melhor tratamento sendo 100N gerando um valor de R\$ 49.679,00,

seguido por 0N, 400N e 200N, respectivamente. Esse comportamento foi observado porque o tratamento 100N possibilitou a criação de maior quantidade de animais, e conseqüentemente, a maior taxa de lotação.

Todos os tratamentos obtiveram margem bruta positivas. O tratamento 100N foi o que apresentou a maior MB, com R\$ 30.799,42, valor cerca de 23% superior ao encontrado em 0N, e 45% e 44% superior a 200N e 400N, respectivamente. Desta forma, considerando somente este indicador, nota-se a possibilidade da utilização desse nível de adubação para aumentar a produtividade dentro da empresa rural e ainda cobrir todos os efetivos desembolsos monetários realizados pelo produtor, o que caracteriza o tratamento 100N como viável. Por sua importância nas análises de viabilidade, a MB é um dos indicadores mais utilizados na avaliação econômica do setor agropecuário (OLIVEIRA E COUTO, 2019). Dentre as doses avaliadas, todas apresentaram uma ML positiva, mas a que proporcionou a melhor margem foi a dose de 100kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, apresentando o valor de R\$ 30.799,42, onde permite ao produtor a capacidade de sustentabilidade econômica em longo prazo, assegurando a reposição da infraestrutura necessária para continuar produzindo (OLIVEIRA E COUTO, 2019). Em relação ao ponto de nivelamento (PN), todos os tratamentos apresentaram valores acima do mínimo a ser produzido, ou seja, todos os tratamentos forma positivos gerando lucro.

Tabela 3: Medidas de resultados econômicos da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano, na URT de ILPF da EMBRAPA, unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim – MA.

Descrição	Tratamentos			
	0N	100N	200N	400N
Produtividade animal (@)	201,20	211,40	192,47	193,33
Produtividade eucalipto (m <sup>3</sup> /há)	14,50	14,50	14,50	14,50
Receita bruta m <sup>3</sup> eucalipto (R\$/ha/ano)	R\$ 1.740,00	R\$ 1.740,00	R\$ 1.740,00	R\$ 1.740,00
Receita bruta aluguel da área (R\$/ha/ano)	R\$ 1.920,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.920,00
Receita bruta pecuária (R\$/ha/ano)	R\$ 47.282,00	R\$ 49.679,00	R\$ 45.229,67	R\$ 45.433,33
Receita bruta total (R\$/ha/ano)	R\$ 50.942,00	R\$ 53.339,00	R\$ 48.889,67	R\$ 49.093,33
Margem bruta (R\$/ha/ano)	R\$ 28.481,03	R\$ 30.799,42	R\$ 26.311,37	R\$ 26.431,14
Margem líquida (R\$/ha/ano)	R\$ 27.857,04	R\$ 30.175,43	R\$ 25.687,37	R\$ 25.807,15
Renda líquida (R\$/ha/ano)	R\$ 24.822,58	R\$ 27.139,40	R\$ 22.650,57	R\$ 22.768,67
Ponto de nivelamento	111,15	111,49	111,66	112,02

Fonte: Dados da pesquisa (2019/2020).

### Indicadores econômicos

Após identificados os custos de produção e as principais medidas que avaliam o resultado econômico das diferentes doses de adubação nitrogenada, foram calculados os indicadores econômicos taxa interna de retorno (TIR), relação benefício-custo (RBC) e valor presente líquido (VPL). Na tabela 4 temos a TIR e RBC para todos os tratamentos, referentes ao ano de 2019 e 2020. Em relação à TIR, o tratamento com adubação na dose 100N obteve o maior retorno com 104%, seguido pelos tratamentos 0N (95%), 200N (86%) e 400N (86%), respectivamente. De posse desse resultado, entende-se que o tratamento 100N é o que apresenta a maior atratividade para sua implantação, segundo Almeida et. al., (2014).

Ao analisar a RBC, também se observou o mesmo comportamento que na TIR, como o tratamento 100N apresentando a maior RBC, cerca de 2,04, seguido por 0N (1,95), 200N (1,86) e 400N (1,86), respectivamente. Esse resultado expressa que para cada R\$ 1,00 investido, foi possível gerar retorno de até R\$ 2,04 (100N) ao valor presente por meio dos fluxos de caixa futuros, aumentando-se de maneira proporcional à extensão do horizonte de análise, tendo um bom retorno ao produtor. A RBC em todos os tratamentos foi maior que 0, significando que os benefícios superam os custos, conforme já foi encontrado também por Marques (2017) ao avaliar economicamente sistemas de produção integrados.

Tabela 4: Indicadores econômicos da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha por ano. URT de ILPF da EMBRAPA, unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim – MA.

Indicadores	Tratamentos			
	0N	100N	200N	400N
Taxa de retorno do empreendedor – em %	95%	104%	86%	86%
Relação Benefício/Custo	1,95	2,04	1,86	1,86

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Já na tabela 5 foi calculado o VPL para todos os tratamentos com diferentes taxas de juros. As taxas de juros adotadas foram 6%, 19%, 27 e 40%. Observou-se que apenas no cenário com uma taxa de 6% o tratamento 100N não apresentou VPL superior aos demais, nesse caso sendo o maior VPL o encontrado no tratamento 0N, com variação 6% inferior. Para todas as outras taxas de juros adotadas, o VPL do tratamento 100N foi superior aos demais, o que permite inferir que a associado aos resultados dos demais indicadores

calculados (TIR e RBC), o tratamento 100N se configura com a alternativa mais viável e rentável economicamente dentre todas as opções analisadas.

Tabela 5: Valores encontrados no cálculo do VPL da adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, de acordo com as doses aplicadas em R\$/ha/ano, na URT de ILPF da EMBRAPA, unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim – MA.

	Taxa de juros	Tratamentos			
		de 0N	100N	200N	400N
VPL (6%)	0,06	21.939,07	20.667,38	16.430,40	16.536,97
VPL (19%)	0,19	13.613,36	15.547,46	11.769,03	11.854,60
VPL (27%)	0,27	11.110,51	12.917,72	9.374,81	9.449,61
VPL (40%)	0,40	7.653,44	9.285,40	6.067,81	6.127,71

Fonte: Dados da pesquisa (2019/2020)

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao comparar os tratamentos com e sem adubação nitrogenada sob a ótica do seu desempenho econômico, ficou evidente que o tratamento que teve melhor resultado foi aquele que utilizou a dose com 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Os resultados também permitem afirmar que há uma limitação no quanto a dosagem da adubação pode contribuir benéficamente para a melhoria do resultado do sistema produtivo em termos de rendimento e desempenho econômico, e por isso, mais estudos devem ser realizados a fim de identificar o ponto ótimo na dosagem e outras formas de manejo que possam contribuir com um melhor resultado para os sistemas agropecuários.

## REFERÊNCIAS

- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. Grassland productivity and ecosystem services. Cabi: Wallingford, 312p. 2011.
- SANTOS, M. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; SILVA, G. P.; REIS, M. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, v. 13, n. 1, p.49-56, 2012.
- SUBBARAO, G. V.; NAKAHARA, K.; ISHIKAWA, T.; ONO, H.; YOSHIDA, M.; YOSHIHASHI, T.; ZHU, Y.; ZAKIR, H. A. K. M.; DESHPANDE, S. P.; HASH, C. T.; SAHRAWAT, K. L. Biological nitrification inhibition (BNI) activity in sorghum and its characterization. *Plant and Soil*. v. 366, p. 243-259, 2013.
- CHAGAS, L. A. de C. e BOTELHO, S. M. M. Teor de proteína bruta e produção de massa seca do capim braquiária sob doses de nitrogênio. *Biosci J*, 21: 35-40, 2005.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M.G. (Editores). *Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens*. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, p.117-144, 2007.
- MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34,p. 1475-1482, 2005.
- PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiaria em monocultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.
- MARQUES, Maria de Nazaré Caetana et al. Análise financeira de sistemas de produção integrados no nordeste do Pará. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 1, p. 157-169, 2017.
- Almeida VVSD, Silva RR, Queiroz ACD Oliveira AC, Silva FFD, Abreu G, Souza SOD (2014) Economic viability of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing crossbred calves. *Rev Bras Zootec* 43: 382-389.
- Bezerra EB, Barreto LP (2011) Análises químicas e bioquímicas em plantas. UFRPE, Recife Cordeiro AS, Silva ML (2010) Análise técnica e econômica de sistemas agrossilvipastoris. In: NETO, S. N. et al., (Org.). *Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta*. Viçosa: SIF-UFV 167-189.
- Dias J (2014) Aprenda a usar a Análise Custo-Benefício na avaliação de projetos. Disponível em: <<http://blogdaengenharia.com/aprenda-usar-analise-custo-beneficio-naavaliacao-de-projetos/>>. Acessado em: 07 de junho de 2019.
- Gontijo Neto MM, Viana MCM, Alvarenga RC, Santos EA, Simao EP, Campanha MM (2014) Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. *Boletim de indústria animal, Nova Odessa* 71(2):183-191.

Lopes MA, Lima ALR, Carvalho FDM, Reis RP, Santos ÍC, Saraiva, FH (2004) Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). *Ciênc e agrotecnol* 28(4):883-892.

Matsunaga M, Bemelmans PF, Toledo PD, Dulley RD, Okawa H, Pedroso IA (1976) Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo* 23:123-139.

Nicodemo MLF, da Silva VP, Thiago LDS, Gontijo Neto MM, Laura, VA (2004). *Sistemas silvipastoris-introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004.

Oliveira ERD, Couto, VRM (2018). Productive and Economic Viability of Raising Beef Cattle in the Savanna of the Brazilian State of Goiás I. *Rev Econo Sociol Rur* 56:395-410.

Paciullo DSC, Gomide CDM, Castro CD, Maurício RM, Fernandes PB, Morenz MJF (2017) Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. *Grass and forage Science*, 72(3), 590-600. Santos MR, Fonseca DM, Gomes VM, Silva SP, Silva GP, Reis M (2012) Correlações entre características morfológicas e estruturais em pastos de capim braquiária. *Ciênc Ani Bras* 13:49-56.

Porfírio Da Silva V (2001) Arborização De Pastagens Como Prática De Manejo Ambiental E Estratégia Para O Desenvolvimento Sustentável Do Brasil-Pecuário. *J Chemical Information Modeling* 53(6):1689-1699.

Reetz, HF (2017) *Fertilizantes e o seu uso eficiente*. São Paulo: ANDA.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre, Artmed 888.

## 5. Conclusões finais

A adoção da adubação nitrogenada é uma alternativa que necessita de estudos mais aprofundado dentro de sistemas integrados de produção, o seguinte trabalho demonstrou a importância de encontrar um “ manejo ideal” para se avaliar parâmetros de produção de forragem que possam impactar de forma positiva na composição química e desempenho animal com ou sem adubação, gerando assim maior produtividade e produtos de qualidade de forma sustentável ao consumidor que cada dia está mais exigente.

Apesar de não ter sido realizadas avaliações mais aprofundadas na produção do eucalipto, o estudo apontou a importância do componente arbóreo para a questão de se adotar meios de se produzir sem impactar o meio ambiente por meio da adoção dos sistemas integrados e reforça que estes sistemas podem contribuir para a redução dos GEEs. Mudado assim a perspectiva que o agronegócio é o “vilão” do meio ambiente tanto reproduzindo pelas mídias.

Além disso, o fornecimento de conhecimentos sobre os custos e lucros da adoção desses sistemas aos produtores, pois permitiu a diversificação e ainda uma forma de planejamento das atividades através de uma análise econômica dentro da sua propriedade.

Contudo, o objetivo real deste estudo foi alcançado produzindo informações que contribuirão para adoção desses sistemas, a fim de garantir maior produtividade com a intensificação do uso de adubação nitrogenada sem abertura de novas áreas, de maneira sustentável e economicamente viável para os produtores rurais no Maranhão.

