

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS OESTE – SEDE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

VANESSA REUEL ALVES SILVA

**DESENVOLVIMENTO FORRAGEIRO E FLORESTAL EM SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

São Luís de Montes Belos

2020

VANESSA REUEL ALVES SILVA

**DESENVOLVIMENTO FORRAGEIRO E FLORESTAL EM SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Oeste – Sede São Luís de Montes Belos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Área de concentração: Desenvolvimento Rural Sustentável

Linha de Pesquisa: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos

Co-orientadora: Prof. Dra. Clarice Backes

São Luís de Montes Belos

2020

VANESSA REUEL ALVES SILVA

**DESENVOLVIMENTO FORRAGEIRO E FLORESTAL EM SISTEMAS DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA - FLORESTA**

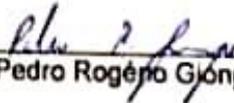
Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Oeste, para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em: 23 de março de 2020.

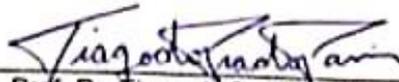
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos - UEG



Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo - UEG



Prof. Dr. Tiago do Prado Paim - IF Goiano

Primeiramente a Deus
Aos meus Familiares
Aos meus Amigos

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, e pela oportunidade de concluir mais essa etapa em minha vida.

Aos meus familiares, em especial à minha mãe Cleidimar e aos meus avós João e Maria, e aos demais familiares, que me apoiaram desde sempre e, coletivamente, contribuíram para a minha educação e caráter.

A todos os meus amigos, que me fortaleceram emocionalmente e me incentivaram nessa conquista.

Aos Orientadores Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos e Profa. Dra. Clarice Backes.

A Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luís de Montes Belos por abrir as portas e dar a oportunidade da realização do Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aos professores do programa, pelos ensinamentos teóricos, práticos e dedicação.

A todos os funcionários, que contribuíram de forma direta ou indireta durante o programa.

Todos componentes da equipe do Núcleo de Pesquisas Agropecuárias (@nupagroueg) da UEG, Câmpus São Luís de Montes Belos pela amizade e colaboração nas atividades, Andressa, Arthur Gabriel, Cinthya, Danilo, Franciely, Franciele César, John, Lilane, Lorranny, Lucas Matheus, Maria Eduarda, Maria Isabel, Mateus, Matheus, Muryllo, Nathan, Sebastião e Tatiany.

RESUMO

A prática extrativista da agropecuária brasileira causou degradação do solo em mais da metade das áreas destinadas à atividade. Visto a expressividade do país na produção de alimento de origem animal e vegetal a nível mundial, torna-se necessário à adoção de métodos para a recuperação, conservação e intensificação da produção. A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) têm-se destacado, pois esse modelo permite a produção na mesma área em consórcio, sucessão ou rotação. No entanto, o número de componentes em integração é complexo e se mal implantado promove antagonismo entre os componentes. Portanto, para promover sinergismo é necessária informação, sobretudo, sobre o componente arbóreo, devido o tempo de permanência no sistema e desenvolvimento em relação aos demais. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desenvolvimento forrageiro e florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. O experimento foi desenvolvido sob latossolo vermelho distrófico. No componente forrageiro (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) foi avaliado a altura de plantas, índice SPAD (teor de clorofila das plantas), densidade de perfilhos, produtividade em massa verde e seca, relação folha:colmo (F:C) e percentagens de folha e colmo na massa produzida. No componente arbóreo avaliou-se a altura de árvores, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume por árvore e por hectare, as três espécies florestais utilizadas foram *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus* spp. I-144, em dois arranjos (linhas simples e linhas triplas), três espaçamentos entre árvores (1, 2 e 3 metros) e a três distâncias dos renques das árvores (2,5, 5,0 e 7,5 metros). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2x3x3, totalizando 54 tratamentos, com duas repetições. Para as árvores utilizou-se o teste LSD ($p < 0,05$) e para a forragem o de Tukey ($p < 0,05$). Para a pastagem foi observado que as plantas mais próximas do renque das árvores expressaram menor produção de MV e MS de capim, no entanto, apresentaram maior índice da relação F:C e incremento na percentagem de folhas. Para as espécies florestais observou-se efeito do modelo de implantação no desenvolvimento das três espécies, o Clone I144 obteve maior desempenho, *Corymbia citriodora* intermediário e *Eucalyptus cloeziana* o menor. No arranjo triplo e mais adensado ocorreu maior produção por área, contudo menor volume individual.

Palavras-chave: Agrossilvipastoril. Silvicultura. Sistemas integrados. *Urochloa brizantha*.

ABSTRACT

The extractive practice of Brazilian agriculture has caused soil degradation in more than half of the areas destined for the activity, given the country's expressiveness in the production of animal and vegetable food worldwide, it is necessary to adopt methods for recovery, conservation and intensification of production. The Crop-Livestock-Forest (iCFL) integration has stood out, as this model allows production in the same area in consortium, succession or rotation, however, the number of components in integration is complex and if poorly implanted it promotes antagonism between the components. Therefore, in order to promote synergism, information is needed, above all, about the tree component, due to the time spent in the system and development in relation to the others. The objective of this work was to evaluate forage and forest development in crop-livestock-forest integration systems. The experiment was developed under a latossolo vermelho dystrophic. In the forage component (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), height, SPAD index (chlorophyll content of plants), tiller density, productivity in green and dry mass, leaf: stem ratio (F:C) and percentages of leaf and stem in the mass produced were evaluated. In the tree component, the height of trees, diameter at breast height (DBH) and tree and per hectare were evaluated, the three forest species used were *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus* spp. I-144, in two arrangements (single lines and triple lines), three spacings between trees (1, 2 and 3 meters) and three distances from the tree rows (2.5, 5.0 and 7.5 meters). The design was completely randomized in a 3x2x3x3 factorial scheme, totaling 54 treatments, with two replications. LSD test ($p < 0.05$) was used for trees and Tukey forage ($p < 0.05$). For pasture, it was observed that the plants closest to the row of trees expressed less production of MV and DM of grass, however, presented a higher index of the F: C ratio and an increase in the percentage of leaves. For the forest species, an effect of the implantation model was observed in the development of the three species, Clone I144 had the highest performance, *Corymbia citriodora* intermediary and *Eucalyptus cloeziana* the lowest. In the triple and denser arrangement there was greater production by area, however less individual.

Key-words: Agrossilvopastoral, Silvicultural, Intercrop systems. *Urochloa Brizantha*.

LISTA DE TABELA

- Tabela 1. Resultados da análise do solo da área experimental com fim de caracterização inicial nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m.....39
- Tabela 2. Índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde (MV) e matéria seca (MS), relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folha e colmo de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.43
- Tabela 3. Índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde (MV) e matéria seca (MS), relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folha e colmo de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.44
- Tabela 4. Altura de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.45
- Tabela 5. Relação folha:colmo (F:C), percentagem de folhas e colmos do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de três espécies de *Eucalyptus* spp. e à 1, 2 e 3 metros de distância entre as árvores.46
- Tabela 6. Altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de espécies com distância das árvores.47
- Tabela 7. Índice SPAD e Altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de espécies com arranjos.47
- Tabela 8. Perfilho e produtividade em matéria verde (MV) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de arranjos com distâncias.....48
- Tabela 9. Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm do 25º ao 29º mês de crescimento das árvores em função das espécies, arranjos e espaçamento entre árvores utilizados no desenvolvimento das árvores em sistema de iLPF.....50
- Tabela 10. Médias da altura em metros observada no 25º e 28º mês de desenvolvimento das árvores, em função das espécies, dos arranjos e do espaçamento entre árvores utilizado em sistema de iLPF.49
- Tabela 11. Médias dos volumes por árvore (m^3 árvore⁻¹) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. clone i144*, arranjos com linha

simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF.....51

Tabela 12. Médias dos volumes por árvore em hectare ($m^3 ha^{-1}$) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E.* clone i144, arranjos com linha simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF.....52

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período experimental de janeiro a maio do ano de 2019 da região do centro goiano.....38
- Figura 2. Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF).....40

LISTA DE ABREVIATURAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
Al ³⁺	Alumínio
B	Boro
C	Carbono
°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CAP	Circunferência a Altura do Peito
CH ⁴	Metano
Cm	Centímetro
CO ²	Gás Carbônico
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
Cu	Cobre
cv	Cultivar
DAE	Dias Após a Emergência
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
dm ³	Decímetro Cúbico
F	Fator de Forma
F:C	Folha Colmo
FDN	Fibra Detergente Neutro
Fe	Ferro
H	Altura
H ⁺	Alumínio
Há	Hectare
ha ⁻¹	Por Hectare
G	Gramas
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAF	Índice de Área Foliar
ILF	Integração Lavoura-Floresta
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária Floresta
IPF	Integração Pecuária-Floresta
K	Potássio
Kg	Quilograma
Km ²	Quilômetro Quadrado
K ² O	Óxido de Potássio
M	Metros
m ²	Metros Quadrados
m ³	Metros Cúbicos
Mg kg	Mega Quilograma
Mg	Magnésio
Mg	Miligramas
Mm	Milímetros
mmolc	Milimol Carga
Mn	Manganês
MO	Matéria Orgânica

MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
N	Nitrogênio
Na	Sódio
N ² O	Óxido Nitroso
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
PNMC	Plano Nacional de Mudança Climática
S	Enxofre
SI	Sistemas Integrados
SPD	Sistema de Plantio Direto
T	Tonelada
Vp	Volume por Planta
Zn	Zinco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
INTRODUÇÃO	16
1 Sistemas integrados	18
2 Integração lavoura-pecuária-floresta	20
3 Componente forrageiro em condições de sombreamento	22
4 Componente arbóreo	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1	36
RESUMO	36
ABSTRACT	36
Introdução	37
Material e Métodos	38
Resultados e discussão	43
Conclusões	53
Referências bibliográficas	53
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	57

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Interação entre Seus Componentes e Sustentabilidade do Sistema

INTRODUÇÃO

O caráter extrativista da agropecuária a nível mundial aliado a ausência da adoção de práticas conservacionistas resultaram no comprometimento da fertilidade do solo e, por consequência, do potencial produtivo das áreas utilizadas (TAVARES FILHO et al., 2014; LAL, 2015).

A nível mundial estima-se que 33% dos solos estão degradados ou em processo de degradação e na América Latina 50% (FAO, 2015). No Brasil, com ênfase para região do Cerrado, a degradação é também um problema, acentuado pelo modelo não sustentável de produção comumente adotado (GUERRA e JORGE, 2014).

A degradação das pastagens e o uso da agricultura tradicional são realidades que demandam a atenção, pois interferem diretamente na sustentabilidade da produção agrícola (ANDRADE et al., 2017).

De acordo com DIAS-FILHO (2014) as circunstâncias que ocasionam a degradação das plantas forrageiras são principalmente o manejo inadequado das gramíneas e superpastejo.

Conceitualmente, existem dois preceitos de degradação das pastagens, a degradação agrícola e a biológica. A degradação agrícola ocorre por meio do aparecimento e aumento de plantas daninhas, reduzindo por sua vez a capacidade de suporte das pastagens. Já a degradação biológica ocorre com a redução da fertilidade do solo e redução da vegetação acarretando na exposição do solo (DIAS-FILHO, 2014).

Para mudar a realidade dos sistemas tradicionais de produção, pouco sustentáveis, estão em desenvolvimento modelos que objetivam maximizar os índices produtivos e minimizar o impacto ambiental.

Como modelo produtivo econômico e ambientalmente sustentável, no Brasil, os sistemas integrados (SI) têm ganhado força devido sua premissa básica de

intensificação e diversificação produtiva, uso racional de área, insumos e retorno econômico aliado a baixo impacto ambiental.

Os métodos de integração são diversos, podendo conter os componentes, lavoura, animal, pastagem e floresta, sendo que a opção a ser escolhida deve considerar os aspectos edafoclimáticos, a finalidade de produção, bem como a existência de comércio regional (ALVARENGA et al. 2010; PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2010).

Um modelo de integração é o de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) que consiste na produção em consórcio ou sucessão de lavoura para produção de grãos ou silagem para uso no sistema ou comercialização, criação de animais para produção e cultivo de florestas a fim de gerar lucros com produtos madeireiros, como a madeira, lenha e carvão vegetal, e os não madeireiros, por exemplo, resinas, folhas e fibras (BONFIM et al., 2017).

Esse tem por benefícios a produção de produtos distintos, portanto, gera diversificação e estabilidade econômica. Para implantação das diferentes culturas agrícolas o solo é recuperado fisicamente e quimicamente, o que garante produção agropecuária e conservação do solo e ambiente (PACHECO, CHAVES e NICOLI, 2013). Todavia em razão da integração de três atividades distintas tem como fatores limitantes, a demanda de alto capital inicial, mão-de-obra qualificada e informações sobre implantação e manutenção (GIL et al., 2015).

Dentre os componentes o florestal é o com maior poder de interferência nos demais, pois além de permanecer no sistema de 7 a 15 anos o espaço que ocupa e sombra gerada influenciam na produção de lavoura e pecuária (OLIVEIRA et al., 2013; SANTOS et al., 2015).

No contexto geral, ALMEIDA et al. (2016) apontam a importância de pesquisas sobre a morfogênese e interações da gramínea no ambiente com sombreamento, e estudos sobre a utilização de diferentes espécies arbóreas e densidade de árvores (VILELA et al., 2011), a fim de possibilitar um manejo eficiente das forrageiras e obter maior produtividade de todos componentes e potencializar a sustentabilidade do sistema.

Desta forma, objetivou-se com essa revisão abordar aspectos com ênfase para o desenvolvimento forrageiro e florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

1 Sistemas integrados

Segundo WRUCK et al. (2015) são estimados mais de 4 milhões de hectares ocupados com sistemas de integração no Brasil, sendo 70% com sistemas iLP, 15% com sistema silvipastoril (iPF), 10% com sistema iLPF e 5% com sistema silviagrícola (iLF). Estes sistemas estão distribuídos no país, sendo que 35% encontram-se em na região Centro-Oeste, 20% na região Sul, 20% na região Sudeste, 20% na região Norte e 5% na região Nordeste.

Estima-se que até o ano de 2050 a demanda por alimentos cresça em 46% (GOUEL e GUIMBARD, 2017), além da também crescente necessidade por energia (DE CIAN e SUE WING, 2016), adicionadas as limitações impostas por área de cultivo e impacto ambiental, dessa forma, faz-se necessário o uso racional do solo e a intensificação da produção primando por baixo impacto ambiental (JOHNSON et al., 2016).

Com objetivo de aumentar a produção é comum à abertura de novas áreas, que comumente leva a derrubada de mata nativa, o que levou a perdas de 20% da floresta Amazônica e 50% do Cerrado do ano de 1970 até 2018 (WWF, 2018) e 88% da mata atlântica até 2017 (BRASIL, 2018).

No ano de 2016 foram desmatados 7.893,00, 6.777,10 e 125 km² da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, respectivamente, embora expressiva essa quantidade é decrescente desde o ano de 2004 (TERRABRASILIS, 2017; INPE, 2017; BRASIL, 2018).

A derrubada legal e ilegal de florestas para atender o mercado interno de produtos madeireiros implica em impacto ambiental negativo (PEREIRA, 2003; LAURANCE et al., 2014). Por outro lado, a redução do desmatamento e o aumento do reflorestamento e florestas plantadas contribuem com a minimização dessa condição (ARAGÃO et al., 2014).

Relacionado ao desmatamento de florestas, em especial na Amazônia VASCONSELOS et al. (2017) ranquearam as atividades que mais contribuem com esse desmatamento e são elas, em ordem crescente, lavoura, exploração madeireira, expansão demográfica, construção de rodovias e a bovinocultura de corte. Porém o relatório “Planeta Vivo” de 2018 do *World Wide Fund for Nature*

(WWF) aponta a agropecuária como principal responsável pelo desmatamento da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

Em virtude disso NEPSTAD et al. (2014) observaram que as políticas públicas, sistemas de monitoramento e fiscalização na cadeia produtiva da agropecuária foram e são de grande valia para redução do desmatamento, ressaltam também a importância de manter esses níveis por meio de fiscalização e incentivos governamentais por meio de programas e financiamentos.

Diante do impacto ambiental e preocupação internacional ligado as mudanças climáticas que cercam a agropecuária e outros setores produtivos, devido a produção de gases de efeito estufa (GEE) que são, gás carbônico (CO²), metano (CH⁴) e óxido nitroso (N²O), em especial na pecuária (FAO, 2010), o governo federal brasileiro lançou em 2007 o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) com objetivo de desenvolver medidas mitigadoras nos setores que contribuem na emissão de GEE (BRASIL, 2008).

A partir do PNMC, para o setor agropecuário foi desenvolvido em 2010 o Programa ABC (Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) com o fim de promover e financiar a implantação e recuperação de sistemas produtivos de baixo impacto ambiental, por exemplo, integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), recuperação de pastagens, plantio direto na palha (SPD), fixação biológica de nitrogênio (N), plantio de florestas e tratamento de dejetos animais (EMBRAPA, 2013).

Os sistemas integrados (SI) de produção consistem na prática a realização em uma mesma área de diferentes atividades agropecuárias e propõe a intensificação sustentável das mesmas (FAO, 2010). Os sistemas agropecuários mais comumente utilizados são, a integração lavoura-pecuária (iLP) e a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) que propõem a produção de lavoura, animal e no último citado a produção de produtos madeireiros e não madeireiros, todavia em ambos o cultivo é simultâneo, em sucessão e, ou, rotação (KLUTHCOUSKI et al., 2000; BALBINO et al., 2011).

Nessas integrações podem ainda ser incorporadas tecnologias com objetivo de recuperar áreas degradadas, potencializar a produção e mitigar o impacto ambiental, como os sistemas Barreirão que visa o consórcio da lavoura, principalmente milho, com forrageiras (MACHADO, BALBINO e CECCON, 2011), o

sistema Santa Fé, no qual ocorre o consórcio de grãos com capim para alimentação animal na estação da seca e cobertura de solo para o plantio direto. Posterior ao Santa Fé, foi criado o Sistema Santa Brígida, que consiste na incorporação de leguminosas que melhoram a alimentação dos animais (REYNOL, 2015).

WRIGHT et al. (2012) apontam a importância desses sistemas, principalmente em países em desenvolvimento, como alternativa para intensificação da produção, aumento do volume de alimento produzido por área aliado a baixo impacto ambiental. Isso evidencia a necessidade de pesquisas com intuito de tornar viável e eficiente as tecnologias de integração.

2 Integração lavoura-pecuária-floresta

O iLPF consiste no cultivo em consórcio, sucessão ou rotação de lavoura, pecuária e floresta, em complementariedade e benefício mútuo, com objetivo do uso racional da terra, gerar múltiplas receitas no mesmo sistema, intensificar a produção por área e contribuir também para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento associando ecoeficiência e desenvolvimento socioeconômico (BALBINO et al., 2011; PACHECO et al., 2013).

Estima-se que o sistema iLPF ocupe, em extensão, no Brasil, o total de 11,5 milhões de hectares, aproximadamente 1,3% do total da extensão territorial brasileira. O estado do Mato Grosso do Sul é o que possui maior área em iLPF, responde por 18,1% do total, seguido por Mato Grosso com 13%, Rio Grande do Sul com 12,7%, Minas Gerais com 9,1% e Goiás e Distrito Federal juntos respondendo à 8,2% (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2017).

Entretanto, esse sistema é mais complexo do que os tradicionais, pois apresenta maior diversidade de produtos numa mesma área e exige um maior nível de conhecimento, tanto do ponto de vista relacionado à forrageira e suas interações com o ambiente sombreado, como também na própria gestão do sistema (ALMEIDA et al., 2016).

MÜLLER et al. (2011) atribuíram a viabilidade econômica do iLPF à produção de madeira e a bovinocultura, o que ressalta a importância de pesquisas para encontrar manejos adequados e formas de cultivo que promovam constância de produtividade a serem consolidadas.

GIL et al. (2015) ao estudarem sobre a adoção de sistemas integrados (SI) como, integração lavoura-pecuária (iLP), integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), integração lavoura-floresta (iLF) e integração pecuária-floresta (iPF), no estado do Mato Grosso, observaram a aceitação desses sistemas pelos produtores com a finalidade de rotação de culturas, recuperação de pastagens degradadas e produção animal na safrinha, com ênfase para o sistema iLP.

No iLPF o componente agrícola pode ser implantado antes ou após o plantio da floresta, este modelo pode ser consorciado com gramíneas e leguminosas forrageiras. Essa estratégia de produção permite a produção de grãos para venda e/ou alimentação animal, fornece proteção ao solo e melhoria da fertilidade com a decomposição da massa residual pós-colheita, em contrapartida o consórcio pode prejudicar o desenvolvimento inicial das árvores ou ser prejudicado pelo consórcio com forrageiras (KLUTHCOUSKI et al., 2000; BALBINO et al., 2011).

Na lavoura são comumente utilizadas culturas produtoras de grãos como o milho (SILVA et al., 2015a), sorgo (OLIVEIRA et al., 2015), soja (FRANCHINI et al., 2014) e milheto (FONTANELI et al., 2012) essas que, nas condições de iLPF testadas, mostraram-se viáveis frente aos índices agronômicos obtidos.

SILVA et al. (2016b), ressaltam ainda a eficiência do sistema iLPF para a produção de grãos, os autores apresentaram valores relativos a produtividade da cultura do milho, onde a produção alcançou 93 sacas ha^{-1} , consorciado com árvores de paricá (*Schizolobium amazonicum*) com espaçamento de 21 metros entre renques, enquanto o sistema convencional de produção o valor obtido foi de 97 kg ha^{-1} sem diferença significativa entre os sistemas.

Na área de cultivo de grãos pode-se utilizar em rotação, sucessão ou consórcio leguminosas, em benefício mútuo e econômico para atividade (NGWIRA, AUNE e MKWINDA, 2011). Em comparação com o monocultivo tradicional, o consórcio com leguminosas incrementa a produtividade no solo e rendimentos econômicos (MIDEGA et al., 2014).

A produtividade de grãos é beneficiada pela fixação de nitrogênio (MENDONÇA et al., 2017) e pela decomposição da massa deixada pela leguminosa sob o solo (LYNCH et al., 2016). ÁLVAREZ-SOLÍZ et al. (2016) ressaltam a importância de deixar os resíduos das leguminosas no solo para fornecimento de N à cultura subsequente.

No sistema, a planta forrageira pode ser instaurada na área em consórcio ou sucessão com a lavoura, entretanto o consórcio deve ser bem implantado a fim de evitar competição e conseqüentes perdas. Tendo como finalidade o fornecimento de palhada para plantio direto ou para produção de volumoso para alimentação animal (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Além disso, os animais são beneficiados pelo sistema, pois de acordo com KRAVATTE JÚNIOR et al. (2016) o microclima criado pelas árvores promovem condições de conforto térmico aos animais.

Já a implantação da floresta é realizada em faixas direcionadas comumente em função do sentido leste-oeste, exceto em áreas de topografia acidentada, onde o plantio é realizado em nível com finalidade conservacionista. Pode ser implantada em diferentes arranjos e densidades, mas a distância entre arranjos deve possibilitar o trânsito de máquinas, pois serão necessárias para preparo do solo e implantação lavoura e pecuária (BALBINO et al., 2011).

O componente florestal agrega ao sistema a renda com produtos madeireiros e não-madeireiros, sombra aos animais e melhoria às condições químicas e físicas do solo, todavia se mal implantado e manejado leva ao desequilíbrio do sistema e prejudica o desenvolvimento dos demais componentes a curto e longo prazo (BALBINO et al., 2011).

3 Componente forrageiro em condições de sombreamento

O iLPF proporciona condições benéficas a pastagem, contudo, o sombreamento do componente florestal influencia no crescimento e, portanto, na produção da forrageira, uma vez que reduz a incidência luminosa, mas esse entrave pode ser contornado utilizando-se a orientação leste-oeste a fim de diminuir a projeção da copa na pastagem e lavoura (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

As forrageiras utilizadas no sistema de integração devem apresentar tolerância ao sombreamento, uma vez que, a pastagem apresentará modificações morfofisiológicas e alterações no valor nutritivo da forragem sob condições de sombreamento, sendo que a quantidade de luz disponível é determinante ao crescimento e desenvolvimento das espécies utilizadas (GONTIJO NETO, 2014).

As alterações morfológicas sofridas pelas plantas sombreadas têm por finalidade diminuir os efeitos da sombra e captar maior quantidade de luz solar. As respostas da planta ao sombreamento vão desde alongamento dos caules, pecíolos, redução do perfilhamento (BERNARDINO e GARCIA, 2009), aumento da relação parte aérea/raiz, menor índice de área foliar (IAF) (GOBBI et al., 2009), e alterações na relação folha/colmo (CASTRO et al., 2009; BERNARDINO, 2009).

Analisar essas alterações permite determinar a potencialidade da forrageira de ser cultivada em sistemas de integração (GOBBI et al. 2009; NETO et al. 2010).

Em decorrência destas condições mencionadas, o nível de sombreamento tem efeito sobre o crescimento, qualidade, valor nutritivo, e diminuição da produção de matéria seca da espécie forrageira, mas pode promover aumento na digestibilidade do material produzido proporcionando melhor dieta aos animais (PACIULLO et al., 2011).

As gramíneas forrageiras de maior expressão no país são dos gêneros, *Brachiaria* e *Panicum* (MACEDO, 2009). Sendo que as espécies mais utilizadas são, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* cv. Massai, cv. Mombaça, cv. Colonião, cv. Tanzânia (SOUSA et al. 2007; PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2010).

Em consequência do modelo de produção integrado os componentes interagem em sinergismo e também, às vezes, antagonismo. O sombreamento gerado pela árvore pode prejudicar o desenvolvimento da lavoura como foi observado por MENDES et al. (2013) ao utilizar árvores de pau-branco (*Cordia oncocalyx*) de 9 m de altura nas plantas distantes 1 e 2 m do caule.

Enquanto outros pesquisadores observaram que o sombreamento não afetou o desenvolvimento do milho como SILVA et al. (2015a) em cultivo com a árvore paricá (*Schizolobium amazonicum*) com 14 m e 3 anos de cultivo e SANTOS et al. (2015) com duas espécies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*) e acácia (*Acacia mangium*) no primeiro ano de cultivo.

Quando se trata do aumento da produtividade na pecuária, o sistema iLPF gera ganhos consideráveis, onde comumente as propriedades com pastagens de baixos índices produtivos e em degradação, são substituídas, proporcionando volumoso de melhor qualidade, com melhores valores nutricionais e com produtividade revigorada (PACHECO et al., 2016).

Um dos fatores ligados à eficiência fotossintética de plantas, crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes é o teor de clorofila. Maiores concentrações de clorofila em plantas sombreadas são consistentes com resultados apresentados por MISHARA et al. (2010). Sobre o assunto, relatam que a menor degradação de moléculas de clorofila por fotooxidação em plantas com radiação restrita permite manutenção de maiores teores de clorofila em folhas desenvolvidas à sombra.

Algumas gramíneas tropicais, como o *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. têm revelado capacidade para continuar produzindo satisfatoriamente, ou até mesmo aumentar a produção de massa, em condições de sombra moderada (GÓMEZ et al., 2013).

Conforme PACIULLO et al. (2008) demonstram, o cultivo de *Brachiaria decumbens* com sombreamento de 35% pelas arbóreas *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana*, *Eucalyptus grandis* e a arbustiva *Leucaena leucocephala* x *Leucaena diversifolia*, apresentam a mesma resposta que o cultivo em pleno sol, na região de Coronel Pacheco/MG.

Estudos realizados em Coronel Pacheco/MG por PACIULLO et al. (2011) demonstraram a capacidade da forragem de produzir maior quantidade de matéria seca sob sombreamento. Observaram que a distância de 7 a 10 metros do renque a pastagem demonstrou melhor densidade de perfilhos, massa de forragem e acúmulo de matéria seca e proteína bruta.

SOARES et al. (2009) avaliaram o comportamento de 11 espécies forrageiras submetidas a vários níveis de luminosidade produzidos por árvores de *Pinus taeda* a céu aberto, sendo 9 m entre linhas e 3 m entre árvores, e 15 m entre linhas e 3 m entre árvores. A produção de matéria seca foi afetada negativamente pelo sombreamento e o teor de proteína bruta (PB) foi maior nas parcelas sombreadas em relação ao pleno sol. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) não diferiu significativamente entre os níveis de luminosidade, embora a relação folha/colmo tenha sido maior na entrelinha do 9 x 3 em relação àquela a céu aberto.

No espaçamento 15 x 3 m as espécies de maior produção de matéria seca (MS) no meio da entrelinha foram, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Aruana e *Axonopus catharinensis*. As respostas no espaçamento de 9 x 3 m foram de maior produção de MS nas espécies *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Axonopus catharinensis*. Os autores concluíram que as espécies

forrageiras mais produtivas em ambiente silvipastoril são *Axonopus catharinensis* e *U. brizantha* cv. Marandu (SOARES et al., 2009).

4 Componente arbóreo

O componente florestal é de grande relevância no sistema iLPF, pois aumenta a sinergia e a eficiência do sistema de produção. O componente arbóreo favorece a conservação do solo com a redução do escoamento superficial da água, permitindo maior infiltração de água no solo e a consequente recarga do lençol freático (BEHLING, 2012). PORFÍRIO-DA-SILVA (2015) destacou que o componente arbóreo é fixador de carbono atmosférico acima do solo e que favorece o aumento da biodiversidade.

A inserção da arborização no sistema possui várias vantagens, como a utilização de nutrientes em camadas mais profundas do solo, pelo fato das árvores possuírem sistema radicular mais agressivo, aproveitam nutrientes em camadas em que as culturas agrícolas não teriam capacidade, trazendo-os novamente a superfície pela deposição de folhas e galhos (KICHEL et al., 2014).

Ainda segundo KICHEL et al. (2014), as árvores atuam na qualidade e quantidade da radiação luminosa pelas copas, melhoram a qualidade do ar, atuam como quebra vento reduzindo a erosão eólica, reduzem a pressão extrativista de áreas de florestas nativas, minimizam a ocorrência de doenças e plantas daninhas, e ainda servem de abrigo para animais.

Além do potencial de acúmulo de C, os benefícios gerados pelo componente arbóreo no sistema vão desde a diversificação da renda da propriedade, com comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros até a melhoria do desempenho dos animais pela melhor condição ambiental fornecida pelas árvores. Todavia se mal implantado e manejado leva ao desequilíbrio do sistema e prejudica o desenvolvimento dos demais componentes a curto e longo prazo (ALMEIDA et al., 2011).

A escolha da árvore a ser utilizada é importante e particular à propriedade e depende objetivo da produção, todavia existem características gerais interessantes ao iLPF, como, adaptação as condições edafoclimáticas, haver demanda e valor de mercado de seus produtos, rápido crescimento para gerar receita e permitir a

entrada dos animais na área em menos tempo, a copa deve ser de pequeno porte e de baixa densidade, o fuste reto e sem bifurcações, sistema radicular profundo (FRANCHINI et al., 2011; FERREIRA e COSTA, 2015).

Há uma variedade de espécies florestais que podem ser utilizadas no sistema de integração, podendo ser individualmente ou associadas, árvores nativas e exóticas, espécies frutíferas, dependendo do objetivo desse componente arbóreo, entretanto o mais comum e utilizado no país é o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (CORDEIRO et al., 2015).

No Brasil, comumente utiliza-se, Eucalipto (*Eucalyptus* spp.), Grevílea (*Grevillea robusta*), Pinus (*Pinus* spp), Paricá, pinho cuiabano (*Schyzolobium amazonicum*), Mogno africano (*Kaya ivorensis*), Cedro australiano (*Toana cilliata*) e Canafístula (*Pelthophorum dubium*) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

O eucalipto destaca-se das demais espécies no sistema agrosilvipastoril pela qualidade e volume de produção dos produtos madeireiros e não-madeireiros, apresenta crescimento acelerado, permite a entrada dos animais no sistema entre 12 e 14 meses após o plantio e interage com baixo impacto negativo sobre os demais componentes do sistema (SULEIMAN, 2015).

Devido a espécies de eucalipto serem as mais utilizadas no Brasil e possuírem pacote tecnológico com informações técnico científicas que respaldam a viabilidade de sua produção é comum a sua utilização, dentre os eucaliptos destacam-se os eucaliptos *Corymbia citriodora*, *E. urophylla* e *E. cloeziana* (PALADZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013).

Essas espécies são empregadas em plantios exclusivos, mistos, em integração, na recuperação de áreas degradadas e para reflorestar áreas de reserva legal, salvo em climas sem geadas, todavia a melhor árvore é a que melhor se adequa a propriedade e objetivo de produção (PALADZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013).

A espécie de eucalipto *Corymbia citriodora* apresenta fisiologia adaptável às condições de clima do Brasil, têm incremento volumétrico e forma de fuste interessante (REIS et al., 2013).

A madeira do *Corymbia citriodora* pode ser utilizada para diversos fins, incluindo serralheria, esse fato deve-se as propriedades da madeira e por tratamentos preservativos apresentarem alto efeito nesse produto, somadas essas

características a sua utilização torna-se interessante, todavia, informações referentes ao seu uso em sistemas silviculturais são escassas (REIS et al., 2013).

O *Eucalyptus urophylla* já é amplamente difundido no Brasil, com ênfase para seus híbridos, adapta-se as diversas condições climáticas brasileiras e pode ser utilizado na produção de celulose, painéis de fibras, serraria, postes dormentes e carvão (MOURA, 2004).

O clone I144 (*Eucalyptus urophylla*) é amplamente cultivado, apresenta alta eficiência na utilização de nutrientes e é tolerante a déficits hídricos (PALADZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013). CIPRIANI, VIEIRA e GODINHO (2013) ao avaliarem o crescimento de 4 clones de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* e híbridos desses o I144 apresentou o maior volume de produção e crescimento de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

O *Eucalyptus cloeziana* é uma espécie comumente utilizada para reflorestamento, por apresentar madeira resistente e durável, crescimento lento nos três primeiros anos, mas acelera nos seguintes, a madeira é utilizada para diversos fins, no Brasil, com ênfase nos chapadões do alto Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais destaca-se das demais espécies de eucalipto quanto a produtividade e crescimento, embora o desenvolvimento seja variável em outros locais (MOURA, 2003).

A produção e qualidade da madeira em sistema de iLPF é influenciada pelo arranjo adotado no plantio, portanto o objetivo da produção de madeira deve ser levado em conta na escolha do arranjo (REINER, SILVEIRA e SZABO, 2011).

Em situações em que o plantio é mais adensado, a área por planta é menor e isso reduz sua produção individual, contudo a população maior por área acarreta em maior produtividade, já em densidades menores a produção por planta é maior e o número de árvores na área menor (SILVEIRA, REINER e SMANIOTTO, 2014, MÜLLER et al., 2015).

FERREIRA et al. (2016) avaliaram o crescimento de três clones de eucalipto plantados em linha simples, dupla e tripla até os 32 meses. Estes autores observaram que a altura não foi influenciada pelo arranjo. A maior produtividade foi observada nos arranjos mais densos, aproximadamente, sendo de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no arranjo triplo, $90 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no arranjo duplo e $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no arranjo simples. O maior diâmetro à altura do peito (DAP), 0,20 m, e maior volume individual, $0,17 \text{ m}^3$ por

árvores foi observado no arranjo simples ao passo que entre os arranjos duplos e triplos não foram observadas diferenças ($p < 0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração lavoura-pecuária-floresta configura-se como uma alternativa com potencial mitigador e de baixo impacto ambiental, o sistema propõe um cenário de complementariedade entre lavoura, pecuária e floresta, aumento da produtividade e diversificação da produção em uma mesma área.

A produção de forragem dentro do iLPF sofre interferência do sombreamento, nesta situação ocorrem adaptações morfofisiológicas, como a diminuição da densidade de perfilhos. Desta forma, deve-se optar por espécies forrageiras que apresentem tolerância e, ou, adaptação ao sombreamento.

O componente arbóreo é o que permanece por mais tempo no sistema e considerando o potencial desse e do arranjo em que é implantado de influírem positivamente e, ou, negativamente no desenvolvimento e produtividade dos demais componentes, a escolha desse é determinante no sucesso da iLPF.

Alcançar o equilíbrio de todos os fatores envolvidos e promover um ambiente de benefício mútuo é um desafio evidenciado pela diversidade de realidades ambientais e socioeconômicas encontradas no Brasil. Portanto, para tornar a iLPF acessível e funcional aos produtores e suas realidades são necessárias informações e pesquisas nas distintas regiões brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. et al. Manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, v.8, 2016, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2016. p. 199-229.

ALMEIDA, R. G.; OLIVEIRA, P. P. A.; MACEDO, M. C. M.; PEZZOPANE, L. R. M. Recuperação de pastagem degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases de efeito estufa. International Symposium on Forage Breeding, p. 384-400, 2011.

ALVARENGA, R. C; PORFÍRIO-DA-SILVA, V, NETO, M. M. G, VIANC, M. C. M, VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 59-67, jul./ago. 2010.

ÁLVAREZ-SOLÍS, J. D.; MUÑOS-ARROYO, R.; HUERTA-LWANGA, E.; NAHED-TORAL, J. Balance parcial de nitrógeno em el sistema de cultivo de maíz (*Zea mays* L.) com cobertura de leguminosas em Chiapas, México. **Agronomia Costarricense**, San Pedro de Montes Oca, v. 40, n. 1, p. 29 - 39, 2016.

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 7, n. 1, p. 34 - 41, março, 2017.

ARAGÃO, L. E. O. C.; POULTER, B.; BARLOW, J. B.; ANDERSON, L. O.; MALHI, Y.; SAATCHI, S.; PHILIPS, O. L.; GLOOR, E. Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. **Biological Reviews**, Trinity, v. 89, n. 4, p. 913 - 931, 2014.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.

BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; OLIVEIRA, C. C. Disponibilidade e valor nutritivo de capim-piatã em sistemas integrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. p. 1-3. 1 CD-ROM.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Edição Especial, n. 60, p. 77-87, 2009.

BONFIM K.; ANHUCCI, M.; SOUZA, N.; CARVALHO NETO, J. P.; SILVA, R. A. Benefícios econômicos e ambientais do ILPF. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 492-499, 2017.

BRASIL. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período de 2016-2017**. 2018. Disponível em: <
https://www.sosma.org.br/link/Atlas_Mata_Atlantica_2016-2017_relatorio_tecnico_2018_final.pdf>. Acesso em: 12 abril. 2019.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. **Plano Nacional de Mudanças Climáticas**. Brasília: CC/PR, 2008.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D.; JUNIOR, E. R. N. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, v. edição especial, p. 19-25, 2009.

CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; GODINHO, V. P. C. Crescimento inicial de clones de eucalipto em Vilhena, RO. **Embrapa Rondônia-Comunicado Técnico (INFOTECAE)**, 2013.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHAO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J. MARTHA JUNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta:

estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de ciência & tecnologia**, v. 32, n. 1, p. 15-53, 2015.

DE CIAN, E.; SUE WING, I. **Global Energy Demand in Warming Climate**. Milão: Fondazione eni enrico mattei, 2016, 50 p.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA; Embrapa 2014. 36 p. (Documentos / Embrapa Amazônia oriental, n.; 402).

EMBRAPA AGROSILVIPASTORIL. **ILPF EM NÚMEROS**: Região 2 MT, GO e DF. Sinop, MT: EMBRAPA, 2017, 16 p.

EMBRAPA Informática e Agropecuária. **AGRICULTURA e baixa emissão de carbono**: a evolução de um novo paradigma: sumário executivo. 1 ed. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2013. 38 p.

FAO. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification**. Integrated Crop Management, v. 13, n. 1, 64 p., 2010.

FAO. **Status of the world's soil resources**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf>>. Acesso em: 14 abril 2019.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; LAURA, V. A.; ORTIZ, A. C. B.; ARAÚJO, A. R.; PEDRINHO, D. R.; CARVALHO, A. M. Influence of spatial arrangements on silvicultural of three Eucalyptus clones at integrated crop-livestock-forest system. **African Journal of Agricultural Research**, Ogun, v. 11, n. 19, p. 1734 – 1742, 2016.

FERREIRA, L. M. M.; COSTA, J. R. da. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a agricultura familiar**. 18 nov. 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028860/1/ILPF.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. Gramíneas e Forrageiras Anuais. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. cap. 7. p. 231 - 248.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F. R.; DEBIAS, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5spe, p. 1006 – 1013, 2014.

FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. P. da; BALBINO JÚNIOR, A. A.; SICHIERI, F.; PADULA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região noroeste do Paraná**. 1. ed. Londrina, PR: EMBRAPA, 2011. 16 p.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdã, v. 199, p. 361 – 366, 2015.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; NETO, A. F. G.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim *Brachiaria* e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GÓMEZ S.; GUENNI, O.; BRAVO DE GUENNI, L. Field growth, nutrient uptake, photosynthesis and light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Stapf. **Grass and Forage Science**, 68, 395–407, 2013.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A. dos; SIMÃO, E. P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em minas gerais. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 2, p. 183-191, 2014.

GOUEL, C.; GUIMBARD, H. **Nutrition Transition and Structure of Global Demand**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2017, 34 p.
GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Degradação dos solos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2014, 439 p.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Degradação dos solos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2014, 439 p.

INPE. **Taxas de desmatamento**. 2017. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em: 31 out. 2018.

JOHNSON, J. A. RUNGE, C. F.; SENAWER, B.; POLASKY, S. Global food demand and Carbon-Preserving Cropland Expansion under Varying Levels of Intensification. **Land Economics**, Madison, v. 92, n. 04, p. 579 – 592, 2016.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)- experiências no Brasil. **Revista boletim de indústria animal**, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Integração lavoura - pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000, 28 p.

KRAVATTE JÚNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, E. E. M.; OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, Kent, v. 60, n. 12, p. 1993 – 1941, 2016.

LAL, R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. **Sustainability**, Lyngby, v. 7, n. 5, p. 5875 - 5895, 2015.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in ecology & evolution**, Trinity, v. 29, n. 2, p. 107- 116, 2014.

LYNCH, M. J.; MULVANEY, M. J.; HODGES, S. C.; THOMPSON, T. L.; THOMASON, W. E. Decompositon, nitrogen and carbon mineralization from food and cover crop residues in the central plateau of Haiti. **Springer Plus**, Kent, v. 5, n. 1, p. 973, 2016.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, sup. especial p.133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 1. Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. 1. ed. Dourados, MS: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011, 46 p.

MENDES, M. M. S.; LACERDA, A. C. R. C.; FERNANDES, F. E. P.; OLIVEIRA, T. S. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1342 – 1350, 2013.

MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. C.; GUIMARÃES, G. P.; MOURA, W. M.; ANDRADE, F. V. Biological Nitrogen Fixation by Legumes and N Uptake by Coffe Plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 41, e0160178, 10 p, 2017.

MISHRA, A.K.; TIWARI, H.S.; BHATT, R.K. Growth, biomass production and photosynthesis of *Cenchrus ciliaris* L. under *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne based silvopastoral systems in semi arid tropics. **J. Environ. Biol.**, v.31, p.987- 993, 2010.

MIDEGA, C. A. O.; SALIFU, D.; BRUCE, T. J; PITCHAR, J.; PICKETT, J. A.; KHAN, Z. Cumulative effects and economic benefits of intercropping maiz with food legumes on *Striga hemonthica* infestartion. **Field crops Research**, Amsterdã, v. 155, p. 144 – 152, 2014.

MOURA, V. P. G. **O germoplasma de Eucalyptus Cloeziana F. MUELL** no brasil. Brasília: EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 2003, 9p.

MOURA, V. P. G. **O germoplasma de Eucalyptus urophylla S. T. Blacke** no Brasil. Brasília: EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 2004, 12p.

MÜLLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D.; OLIVEIRA, M. H. S. Produção de plantas de pinhão manso em diferentes espaçamentos e tipos de consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1167 – 1173, 2015.

MÜLLER, M. D.; NOGUEIRA, G. S.; CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; ALVES, F. F.; CASTRO, R. V. O.; FERNANDES, E. N. Economic analysis of na

agrosilvipastoral system for mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1148 – 1153, 2011.

NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; STICKER, C.; ALENCAR, A.; AZEVEDO, A.; SWETTE, B.; BEZERRA, T.; DIGIANO, M.; SHIMADA, J.; MOTTA, R. S. da; ARMIJO, E.; CASTELLO, L.; BRANDO, P.; HANSEN, M. C.; MCGRATH-HORN, M.; CARVALHO, O.; HESS, L. Slowing amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, Washington, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014.

NETO, A. F. G.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.42-50, 2010.

NGWIRA, A. R.; AUNE, J. B.; MKWINDA, S. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. **Field Crops Research**, Amsterdã, v. 132, p. 149 – 157, 2014.

OLIVEIRA, F. L. R.; CABACINHA, C. D.; SANTOS, L. D. T.; BARROSO, D. G.; SANTOS JÚNIOR, A.; BRANT, M. C.; SAMPAIO, R. A. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **Cerne**, Lavras, MG, v. 21, n. 2, p. 227 – 223, 2015.

OLIVEIRA, P. de; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, P. A. C.; VILELA, L.; BALBINO, L. C. **Evolução de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013, 50 p.**

PACHECO, A. R.; CHAVES, R. Q. C.; NICOLI, C. M. **Integration of Crops, Livestock, and Forestry: A System of Production for Brazilian Cerrados.** In: HERSHEY, C. H.; NEATE, P. *Eco-Efficiency: From Vision to Reality.* 1 ed. Cali: CIAT, 2013, cap. 4, p.51 – 61.

PACHECO, A. R.; NICOLI, CLARISSE, M. L.; CALIL, F. N.; REIS, C. F.; MORAES, A. C. **Uma década de inovação tecnológica em interação Lavoura-Pecuária-floresta na Fazenda Boa Vereda.** 1. ed. Colombo, PR: Embrapa Floresta, 2016. 16 p. (Comunicado técnico 392).

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1176 – 1183, 2011.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos. **Comunicado Técnico 316:** Escolha de cultivares de eucaliptos em função do ambiente e do uso. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97498/1/CT-316-Escolha-de-cultivares.pdf>>. Acesso em: 28 agosto. 2018.

PEREIRA, M. C. S. **Produção e consumo de produtos florestais: perspectivas para a região sul com ênfase em Santa Catarina.** Florianópolis: BRDE/AGFLO/GEPLA, 2003. 51 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** 1 ed. Colombo: Embrapa florestas. 2010. 50 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V; BEHLING, M; PULROLNIK, K; VILELA, L; Müller, M. D; OLIVEIRA, T. K; RIBASKI, J; RADOMSKI, M. I; PACHECO, H. T. A. R. **Implantação e Manejo do Componente Florestal em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.** In: Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). p. 81-101. 2015.

REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. Uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do paraná. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 6, n. 1, 7 p, 2011.

REIS, C. A. F.; ASSIS, T. F. de; SANTOS, A. M.; PALUDZYSZYN FILHO, E. **Corymbia citriodora:** estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS, 2013, 59 p.

REYNOL, F. Integrar para conquistar o Cerrado. **Revista XXI Ciência para a vida.** Embrapa. mai./ago. p. 18-21. 2015.

SANTOS, M. V.; SILVA, D. V.; FONSECA, D. M.; REIS, M. R.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; OLIVEIRA, F. L. R. Componentes Produtivos do milho sob diferentes manejos de plantas daninhas e arranjos de plantio em sistema agrossilvipastoril. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1545 – 1550, 2015.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Produtividade de milho BRS 1030 em sistema integrados com *Urochloa ruziziensis* e convencional. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 6, p. 93-98, 2016 (b).

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Híbridos simples de milho (BRS 1030) submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Global Science and Technology**, Bliss, v. 8, n. 3, p. 50 - 58, 2015a.

SILVEIRA, E. R.; REINER, D. A.; SMANIOTTO, J. R. Efeito do espaçamento de plantio na produção de madeira e serapilheira de eucalyptus dunnii na região sudoeste do paraná. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Curitiba, v. 1, n. 2, 2014.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageira perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

SULEIMAN, K. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 18 de nov. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/noticias/-/asset_publisher/c8A6zTdcYVTe/content/id/5527256>. Acesso em: 23 de abr. 2018.

TAVARES FILHO, J.; MELO, T. R.; MACHADO, W.; MACIEL, B. V. Structural changes and degradation of Red Latosols under different management systems for 20 years. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 1293 – 1303, 2014.

TERRABRASILIS. **Cerrado**. 2017. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/dashboard/deforestation/biomes/cerrado/increments/#>>. Acesso em: 31 out. 2018.

VASCONCELOS, P. G. A.; ANGELO, H.; ALMEIDA, A. N. de, MATRICARDI, E. A. T.; MIGUEL, E. P.; SOUZA, A. N. de; PAULA, M. F. de; GONCALES, J. C.; JOAQUIM, M. S. Determinants of the the brazilian amazona deforestation. **African Journal of Agricultural**, Ogun, v. 12, n. 3, p. 169 – 176, 2017.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127 – 1138, 2011.

WRIGHT, I. A; TARAWALI, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; TEUFEL, N.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New Zeland, v. 92, n. 5, p. 1010-1015, 2012.

WRUCK, F.J.; BEHLING, M.; ANTONIO, D.B. A. Sistemas integrados em Mato Grosso e Goiás. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G de A. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, EMBRAPA, 2015, p.169-194.

WWF. **Living Planet Report - 2018**: Aiming Higher. Gland, Switzerland: WWF. 2018, 75 p.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1

Desenvolvimento forrageiro e florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Forage and forestry development in crop-livestock forest integration systems

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo avaliar o desenvolvimento forrageiro e florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2x3x3, com três espécies florestais *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus* spp. I-144, em dois arranjos (linhas simples e linhas triplas), três espaçamentos entre árvores (1, 2 e 3 metros) e a três distâncias dos renques das árvores (2,5, 5,0 e 7,5 metros), com duas repetições. Avaliou-se no componente forrageiro (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) a altura de plantas, índice SPAD, densidade de perfilhos, produtividade em massa verde e seca, relação folha:colmo (F:C) e percentagens de folha e colmo na massa produzida. No componente arbóreo foi avaliado a altura das árvores, diâmetro na altura do peito (DAP) e volume por árvore e por hectare. Para a forragem utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) e para as árvores o teste LSD ($p < 0,05$). Observou-se que a 2,5 metros de distância do renque das árvores ocorreu menor produção de MV e MS de capim, no entanto, houve aumento na relação F:C e percentagem de folhas. O clone I144 apresentou maior desempenho em todas variáveis testadas. O arranjo triplo proporcionou árvores mais altas e com maior volume por hectare. O maior espaçamento entre árvores resultou em maior volume por árvore e menor por hectare e o inverso ocorreu com o adensamento no plantio.

Palavras-chave: Silvopastoril. Agrossilvipastoril. Silvicultura. Floresta Plantada.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the forage and forest development in crop-livestock-forest integration systems. The experimental design used was completely randomized in a 3x2x3x3 factorial scheme, tree and per hectare were evaluated, the three forest species used were *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus* spp. I-144, in two arrangements (single lines and triple lines), three spacings between trees (1, 2 and 3 meters) and three distances from the tree rows (2.5, 5.0 and 7.5 meters), with two replications. Height, SPAD index, tiller density, green and dry mass productivity, leaf: stem ratio (F: C) and percentages of leaf and stem in the mass produced were evaluated in the forage component (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). In the tree component, the height of the trees, diameter at breast height (DBH) and per tree and per hectare were evaluated. Tukey's test ($p < 0.05$) was used for forage and LSD test ($p < 0.05$). It was observed that at a distance of 2.5 meters from the row of trees there was less production of MV and MS of grass, however, there was an increase in the F: C ratio and percentage of leaves. The clone I144 showed higher performance in all tested variables. The triple arrangement provided taller trees with greater volume per hectare. The greater spacing between trees resulted in greater volume per tree and less per hectare, and the opposite occurred with densification in planting.

Key words: Agrossilvopastoral. Forestry. Planted Forest. Silvopastoral.

Introdução

O Brasil ocupa posições de destaque quanto à produção e exportação de produtos de origem vegetal e animal, com ênfase para grãos e proteína animal, o que é relacionado ao modelo de produção praticado em proporções continentais do país. Todavia, o caráter extrativista da agropecuária caracterizado por exaurir e assim degradar as áreas utilizadas causou prejuízos ambientais aos principais biomas do país, o que contribui para insustentabilidade da atividade (TAVARES FILHO et al., 2014).

Com esse objetivo a adoção de sistemas integrados (SI) de produção são alternativas viáveis devido à intensificação e diversificação de produtos e renda por área aliados a preservação e baixo impacto ambiental (FAO, 2010; KLUTHCOUSKI et al., 2000).

O modelo de integração Lavoura-Pecuária-Floresta é um sistema que utiliza de forma interativa a relação entre os componentes agrícola, pecuário e florestal em mesma área, beneficiando-se de características positivas dessa inter-relação produtiva. É um sistema sinérgico com intuito de intensificação das áreas, trazendo uma variedade de produtos e renda, gerando benefícios financeiros e ambientais (BONFIM et al., 2017).

O iLPF dentre os SI é o mais complexo e oneroso devido a interação de três atividades distintas na mesma área, mas também devido ao número de componentes potencializa os benefícios da integração aliando produtividade a ecoeficiência (BALBINO et al., 2011).

Um dos aspectos primordiais para a formação de um sistema agrossilvipastoril é a escolha correta da pastagem e das árvores. Levando em consideração que neste sistema a gramínea será sombreada em certos momentos, deve-se optar por espécies tolerantes ao sombreamento. Entretanto, outros aspectos devem ser ponderados, principalmente relacionados à capacidade produtiva das espécies (ANDRADE et al. 2017).

Nesse contexto, o componente arbóreo representa em longo prazo a maior fonte de influência sobre os demais, pois, por permanecer por mais tempo na área tem maior desenvolvimento (BALBINO et al., 2011).

Visto que o desenvolvimento do componente arbóreo é distinto em função da espécie e modelo de implantação utilizados (PALADZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013), conseqüentemente o desenvolvimento dos demais componentes do iLPF serão alterados de forma distinta. Em plantios mais adensados e com árvores de maior porte o potencial de gerar sombra é maior, e como observado por PACIULLO et al. (2011) esse efeito é potencializado quanto mais próximo ao renque.

Da mesma forma a escolha dos demais componentes do iLPF devem ser pautados, tanto em função do objetivo de produção, quanto a sua adaptação ao sistema, considerando a sua tolerância ao sombreamento e ao ambiente de consórcio. Os capins do gênero *Urochloa* destacam-se no cenário brasileiro devido sua adaptabilidade, produtividade e resposta aos manejos de adubação, além do intenso processo de melhoramento genético que é alvo (VALLE et al., 2009).

Em virtude da demanda de informação para tornar possível e viável a condução do iLPF na região do cerrado, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e florestal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luís dos Montes Belos, GO (coordenadas 16° 32' 30" S, 50° 25' 21" O e altitude de 569 m). A região possui clima Aw segundo a classificação do Köppen, com temperatura média de 23,5 °C, variando de 20,7 °C (Junho) a 25,0 °C (Dezembro), com precipitação média anual de 1785 mm, com 87 % concentrada entre os meses de outubro a março, ocorrendo, em média, 4 meses de déficit hídrico (ALVARES et al., 2014).

Os dados climáticos ocorridos no período de condução do experimento estão representados na Figura 1.

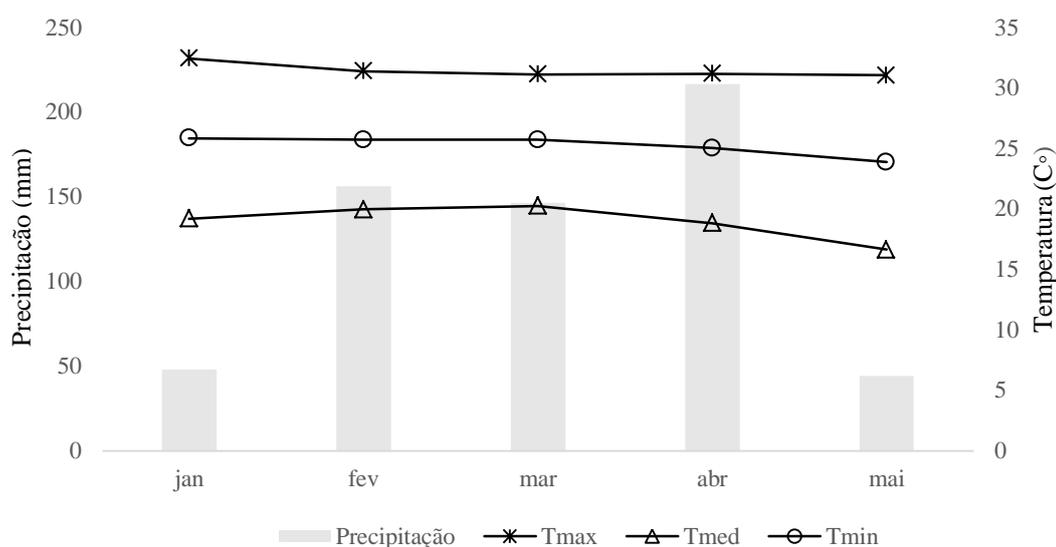


Figura 1. Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período experimental de janeiro a maio do ano de 2019 da região do centro goiano. Fonte: UFG, 2019.

O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico e está inserido em relevo suave ondulado. A vegetação originária do local é o cerrado stricto sensu e a área vinha sendo cultivada com pastagem (*Uroclhoa brizantha* cv. Marandu), instalada há aproximadamente 14 anos, sem receber adubação ou manejo de recuperação.

Para caracterização química inicial da área, foi realizada a coleta de solo na camada de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m, utilizando o trado holandês, retirou-se em 20 pontos de forma aleatória em toda área experimental, formando uma amostra composta, o material foi homogeneizado, identificado, e as análises realizadas de acordo com a metodologia de RAIJ et al. (2001). Os resultados da análise do solo estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise do solo da área experimental com fim de caracterização inicial nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m.

Parâmetro	u.n	Camada (m)	
		0,00-0,20	0,20-0,40
pH (CaCl ₂)	u.n.	4,9	4,9
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,6	2,7
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,1	0,7
Al	cmol _c dm ⁻³	0,1	0,1
CTC	cmol _c dm ⁻³	8,77	6,39
P (Melich I)	mg dm ⁻³	3	1,3
K	mg dm ⁻³	104	76
Na	mg dm ⁻³	3	2
S	mg dm ⁻³	5	4
B	mg dm ⁻³	0,3	0,1
Cu	mg dm ⁻³	2,5	2,7
Fe	mg dm ⁻³	41	32
Mn	mg dm ⁻³	50	34
Zn	mg dm ⁻³	2,8	0,8
MO*	g kg ⁻¹	20	12
V%	%	56	56
Argila	%	39	39
Silte	%	25	25
Areia	%	36	36

*MO: teor relativo de Matéria Orgânica no solo.

O preparo do solo foi convencional com uma aração e duas gradagens, antes da última gradagem aplicou-se 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com 45% de CaO, 14% de MgO e PRNT de 90%.

Após o nivelamento do terreno realizou-se a abertura de sulcos de 0,3 m de profundidade e com espaçamento de 15 m para o plantio das mudas de eucalipto, o plantio foi realizado no dia 09/12/2016. As mudas foram introduzidas sentido Leste-Oeste.

A adubação de plantio foi realizada em função dos espaçamentos de 1, 2 e 3 metros nas quantidades de 60, 120 e 180g árvore⁻¹ com a fórmula 4-30-10 de NPK. O replantio de mudas mortas foi realizado somente até o terceiro mês de condução experimental. O controle de formigas e cupins foi realizado com cupinicida a base de *imidacloprido* e a partir desse com inseticidas em pó a base de *fipronil* e granulado a base de *sulfluramida*.

O experimento foi delineado inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3x2x3x3, totalizando 54 tratamentos, com duas repetições. Foram avaliadas três espécies florestais (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, *Eucalyptus cloeziana* F. Muell e *Eucalyptus* spp. I-144) em dois arranjos (linhas simples e linhas triplas), três espaçamentos entre árvores (1, 2 e 3 metros entre árvores) e a três distâncias dos renques das árvores (2,5, 5,0 e 7,5 metros). No arranjo triplo o espaçamento entre linhas foi de 3 m e entre arranjos o espaçamento foi de 15 m (Figura 2).

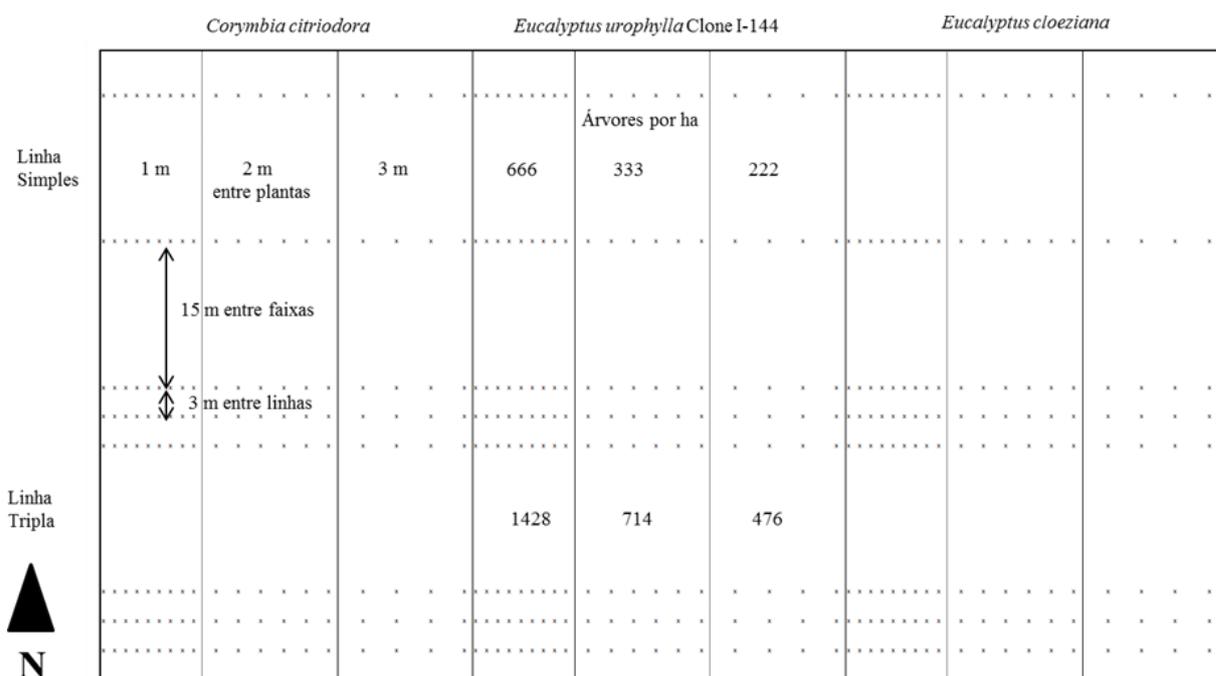


Figura 2. Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada na fazenda escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luís de Montes Belos.

Ainda no primeiro ano, foi inserida a lavoura de milho (*Zea mays*) para produção de grãos em consórcio com a *Crotalaria juncea*, o milho foi semeado entre as linhas do componente arbóreo no dia 23/12/2016. A colheita dos grãos foi realizada 120 dias após o seu plantio, a partir desse período foi realizado manejo das plantas para formação de palhada. A segunda lavoura foi implantada em 29/01/2018 com o consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu para produção de silagem e em sucessão pastagem. Aos 90 dias após a

emergência (DAE) das plantas de milho, o capim e o milho foram cortados a 0,25 m do solo para confecção da silagem, a partir de então a pastagem permaneceu na área.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com a exigência da cultura e expectativa de produção de grãos, na semeadura foram fornecidos 20, 100 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente com o formulado 5-25-15. A adubação de cobertura foi realizada 30 dias (DAE), sendo fornecidos 80 kg ha⁻¹ de N e K com a fórmula 20-00-20.

Outras duas adubações foram realizadas nas árvores, uma após 120 dias do plantio (29/04/2017) e outra no 10º mês de plantio. Na primeira utilizou-se sulfato de amônio com 21% de N e 23% de S, cloreto de potássio com 60% de K₂O e ácido bórico com 17,5% de boro. Nas plantas espaçadas a 1 m aplicou-se 36,0, 17,0 e 6,5 g árvore⁻¹, no de 2 m 72,0, 33,0 e 12,5 g árvore⁻¹ e no de 3 m 108,0, 50,0 e 19,0 g árvore⁻¹ de sulfato de amônio, cloreto de potássio e ácido bórico, respectivamente. Na segunda foi fornecido somente o Boro devido à deficiência notada nas árvores, nesse período aplicou-se 10, 20 e 30 g árvore⁻¹ de ácido bórico nos espaçamentos de 1, 2 e 3, respectivamente. Esses fertilizantes foram aplicados na base da projeção da copa em formato de meia-lua.

As avaliações feitas na pastagem se iniciaram no mês de janeiro e finalizaram em maio do ano de 2019, sendo realizadas mensalmente, com intervalos de 30 dias.

Foi avaliado no capim, a altura de plantas, índice SPAD (teor de clorofila das plantas), densidade de perfilhos, produtividade em massa verde e seca de capim, relação folha:colmo (F:C) e percentagens de folha e colmo na massa produzida.

Para avaliação da altura utilizou-se fita de metal graduada em centímetros e o auxílio de um papel para obtenção do valor médio, foram realizadas cinco aferições em pontos aleatórios na área útil de cada parcela. O índice SPAD foi obtido a partir do clorofilômetro digital, as mensurações foram realizadas nas duas folhas recém-expandidas coletadas de 10 plantas selecionadas ao acaso, totalizando 20 medições para compor a média da parcela.

A densidade de perfilhos procedeu-se com a contagem dos mesmos em três pontos distintos, delimitada por quadrado metálico de 75 cm² na parcela. Considerou-se perfilhos mortos, os que apresentaram cor amarronzada.

O capim foi cortado a uma altura de 0,20 m em área de 1 m² delimitada por quadrado metálico (1x1) posicionado na área útil de cada parcela, essa massa foi pesada para obtenção da produção em matéria verde (MV), deste total foi separado 0,300 kg de capim, colocado em saco de papel identificado e mantido em estufa de circulação forçada à 65°C até atingir peso

constante e pesado novamente para obtenção do peso seco. Com este calculou-se a percentagem de umidade e então a produtividade em matéria seca (MS).

Para quantificar folhas e colmos, foram coletados 10 perfilhos ao acaso em cada parcela, sendo separados folhas e colmos, posteriormente colocados separadamente em sacos de papel identificados por parcela, encaminhados à estufa de circulação forçada a 65 °C até peso constante, com esses valores calculou-se a relação F:C e percentagem de folha e colmo.

Esses dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade no software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

Foi avaliado no componente arbóreo, altura das árvores, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume por árvore e por hectare.

A altura foi aferida nos meses de janeiro e abril de 2019 com uso de Clinômetro Eletrônico Haglöf ECC II ®.

A avaliação de circunferência a altura do peito (CAP) das árvores teve início em janeiro de 2019, feita com intervalos de 30 dias, e foi concluída na data 22/05/2019. Para mensuração do CAP utilizou-se fita métrica graduada em cm, a medida era tomada a 1,30 m do nível do solo, em que as árvores já haviam sido marcadas com giz de cera vermelho. Após mensuração o CAP foi convertido em diâmetro à altura do peito (DAP) através da seguinte fórmula: $DAP = CAP/3,14$. Com os dados de altura e DAP calculou-se o volume individual das árvores a partir da seguinte fórmula:

$$V_p = \frac{\pi \cdot DAP^2 \cdot H \cdot f}{40000}$$

onde,

V_p: volume por planta (m³);

DAP: diâmetro a altura do peito (cm);

H: Altura;

f: fator de forma (0,50); (autor)

O volume de madeira produzido por hectare foi calculado multiplicando-se o V_p pela densidade de árvores por hectare em função de cada densidade e arranjo que foi de 666, 333 e 222 nos espaçamentos de 1, 2 e 3 m entre plantas no arranjo simples de 1428, 714 e 476, respectivamente no triplo.

Antes da execução das análises os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Box-Cox) e, caso necessário, corrigidos. O

teste LSD a 5 % de probabilidade foi utilizado para comparação das médias através do uso do software SAS University.

Resultados e Discussão

O efeito dos fatores na 1ª avaliação sobre o índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde e matéria seca de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folhas e colmos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde (MV) e matéria seca (MS), relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folha e colmo de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.

Fatores	SPAD	Altura	Perfilho	MV	MS	F:C	Folha	Colmo
		Cm	m ²	Mg ha ⁻¹			%	
Espécies								
Cloesiana	39,46	64,45	576,88	13,53	2,96	1,00b	49,88b	50,11a
Citriodora	39,82	56,76	607,40	11,38	2,65	1,15a	53,27a	46,72b
Clone I144	40,20	59,34	599,85	11,52	2,60	1,05b	51,12b	48,87a
Arranjo								
Simple	37,68b	57,48	601,48	11,56	2,48a	1,10a	52,26a	47,73b
Triplo	41,97a	62,88	587,95	12,73	3,00b	1,03b	50,59b	49,40a
Espaçamentos entre árvores								
1	40,12	59,53	587,85	12,25	2,74	1,03	50,73	49,26
2	39,08	58,27	607,55	12,16	2,73	1,06	51,39	48,60
3	40,27	62,75	588,74	12,02	2,75	1,10	52,15	47,84
Distância								
2,5	40,16	47,03c	567,11	8,64b	2,04b	1,12a	52,55a	47,44b
5	39,74	62,98b	604,59	13,55a	3,05a	1,05ab	51,03ab	48,96ab
7,5	39,57	70,53a	612,44	14,24a	3,14a	1,03b	50,69b	49,30a
CV%	8,70	24,19	21,18	42,14	39,38	11,10	5,18	5,48

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice SPAD foi influenciado pelos arranjos, o que sugere que as condições adversas e de competição criadas afetaram o potencial fotossintético da planta (Tabela 2). A altura do capim Marandu sofreu alteração em função das distâncias do renque das árvores avaliadas e da interação entre espécies, distâncias e arranjos.

Já a população de perfilhos não foi influenciada por nenhum fator, houve interação somente entre as distâncias e arranjos utilizados, ocorreu maior população de perfilhos no arranjo simples que no triplo, pois conforme FARIA et al. (2018), o número de perfilhos depende da incidência luminosa sobre a planta, em que sob condições de privação de luz ocorre redução da densidade dos mesmos. Portanto no caso do arranjo triplo o maior número

de árvores, proporcionou uma maior área sombreada e por isso ocorreu menor densidade neste arranjo.

CABRAL et al. (2017) com capim Marandu com 17 anos de implantação em ambiente silvipastoril e monocultivo observaram população de 430 e 510 perfilhos⁻¹ m², respectivamente, embora evidencie o efeito da sombra, ambos foram menores que o obtido neste (Tabela 2).

A produção de matéria verde (MV) variou em função da distância e da interação entre os arranjos e distâncias avaliados. Enquanto a produção de matéria seca (MS) variou em função dos fatores arranjo e distância. Observou-se que a 2,5 metros de distância do renque das árvores ocorreu menor produção de MV e MS de capim, no entanto, houve aumento na relação F:C e percentagem de folhas. A relação F:C e as percentagens foram influenciados pelas espécies, arranjos e distâncias utilizadas e pelas interações entre espécies e distâncias entre árvores, o que caracterizou o comportamento das espécies forrageiras ao nível de sombreamento.

O efeito dos fatores na 2ª avaliação sobre o índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde e matéria seca de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, relação folha:colmo e percentagem de folhas e colmos estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde (MV) e matéria seca (MS), relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folha e colmo de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.

Fatores	SPAD	Altura	Perfilho	MV	MS	F:C	Folha	Colmo
		Cm	m ²	Mg ha ⁻¹			%	
Espécies								
Cloeziana	36,76	53,52	657,03	7,12	1,50	1,19	54,04	45,95
Citriodora	37,21	54,63	699,25	7,57	1,62	1,15	53,47	46,52
Clone I144	37,69	58,75	647,25	8,29	1,71	1,17	53,73	46,26
Arranjo								
Simple	37,83	49,87b	759,01a	6,51a	1,32b	1,20	54,30	45,69
Triplo	36,61	61,40a	576,69b	8,81b	1,89a	1,14	53,20	46,79
Espaçamentos entre árvores								
1	37,23ab	56,70	661,77	7,79	1,66	1,15	53,31	46,68
2	36,30b	55,42	649,77	7,44	1,54	1,19	54,16	45,83
3	38,13a	54,77	692,00	7,76	1,63	1,16	53,77	46,22
Distância								
2,5	38,15a	52,20b	701,03a	6,98	1,42	1,18	54,01	45,98
5	36,08b	55,81ab	711,25a	8,29	1,76	1,14	53,36	46,63
7,5	37,43ab	58,88a	591,25b	7,72	1,64	1,18	53,87	46,12
CV%	8,46	19,89	28,62	46,30	51,37	13,88	6,05	7,03

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice SPAD foi influenciado pelas densidades e distâncias das árvores. A altura do capim Marandu sofreu alteração em função dos arranjos e distâncias. Já a população de perfilhos foi influenciada pelos arranjos e distâncias, ocorreu maior população de perfilhos no arranjo simples que no triplo.

As produções de MV e MS variaram em função dos arranjos. Já a relação F:C e percentagens não foram influenciados por nenhum fator. Observou-se que a 2,5 m ocorreu menor produção de MV e MS de capim, no entanto, houve aumento na relação F:C e percentagem de folhas. Uma maior relação F:C é positiva para nutrição animal, pela maior quantidade de folhas que contribuiu para melhor perfil nutricional e estrutura da pastagem (SANTOS et al., 2010).

O efeito dos fatores na 3ª avaliação sobre a altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4. Altura de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, com 1, 2 e 3 metros entre árvores e a 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.

Fatores	Altura cm
	Espécies
Cloesiana	18,62
Citriodora	19,81
Clone I144	20,11
	Arranjo
Simple	20,01
Triplo	19,01
	Espaçamentos entre árvores
1	19,14
2	19,71
3	19,69
	Distância
2,5	18,65
5	19,38
7,5	20,51
CV%	17,56

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura do capim Marandu não sofreu alteração em função de nenhum dos fatores apresentados.

A relação F:C e percentagem de folhas e colmos sofreram alterações em função da espécie e distância entre as árvores, em função da interação dessas, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Relação folha:colmo (F:C), percentagem de folhas e colmos do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de três espécies de *Eucalyptus* spp. e à 1, 2 e 3 metros de distância entre as árvores.

Espécies	F:C		
	1	2	3
Cloeziana	1,00	0,97b	1,02b
Citriodora	1,08	1,11a	1,24a
Clone I144	1,01	1,10a	1,03b
Folha			
Cloeziana	49,92	49,15b	50,57b
Citriodora	52,01	52,66a	55,14a
Clone I144	50,26	52,37a	50,73b
Colmo			
Cloeziana	50,07	50,84a	49,42a
Citriodora	47,98	47,33b	44,85b
Clone I144	49,73	47,62b	49,26a

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação ($P < 0,05$) entre espécie e distância entre árvores, o que caracterizou o comportamento negativo das espécies forrageiras ao nível de sombreamento.

A relação F:C, percentagem de folha e colmo foram influenciados pelas distâncias entre árvores (Tabela 5), em que à 3,0 m de distância ocorreu maior relação F:C e também percentagem de folha, e condizente a isso, menor percentagem de colmo. A 1,0 e 2,0 m, observou-se menor percentagem de folha e relação F:C e maior percentagem de colmo, respectivamente.

As percentagens e relação F:C também foram influenciados pelas espécies utilizadas, a 2,0 e 3,0 m ocorreu maiores percentagens e relação F:C frente as espécies *citriodora* e clone I144, enquanto frente a *cloeziana*, menores e equivalentes. Na espécie *citriodora* a 1,0 m de distância ocorreu maior percentagem de folha e relação F:C e nas espécies *cloeziana* e clone I144 menores valores. Já sobre a percentagem de colmo ocorreu o contrário.

PACIULLO et al. (2011), explicam que em condições de sombreamento a planta tende a desenvolver maior área foliar para captação da luz, embora GUERRA et al. (2017) não tenham observado esse fenômeno com a *U. decumbens*, com árvores de *Myracrodruon urundeva* com até 6 metros de altura.

Também com o capim Marandu RODRIGUES JÚNIOR et al. (2015) encontraram valores de relação F:C de 0,32 até 1,08, valores similares aos observados (Tabela 5), os autores os evidenciaram em pastagem de em média 3 anos sob diferimento.

A altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de espécies e distâncias das árvores estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6. Altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de espécies com distância das árvores.

Espécies	Distâncias (m)		
	2,5	5	7,5
	Altura		
Cloeziana	56,76a	66,03	70,56
Citriodora	44,23b	60,70	65,36
Clone I144	40,11b	62,23	75,68

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura do capim Marandu sofreu alteração em função das espécies utilizadas e distâncias avaliadas. Obteve-se maior média de altura em função da espécie *cloeziana* que as demais, essa que por sua vez tinha menor altura aos 23 meses de desenvolvimento e, por isso, menor área sombreada, visto que a sombra promove menor desenvolvimento em altura (BOSI et al., 2014). O que evidencia o efeito do desenvolvimento da pastagem frente à espécie arbórea utilizada.

E essa circunstância justifica também menor altura a 2,5 m, ou seja, quanto mais próximo à árvore maior o ambiente de competição gerado, portanto, menor altura da planta (Tabela 6).

O índice SPAD e altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu sofreram alterações em função da interação das espécies e arranjos utilizados conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Índice SPAD e altura do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de espécies com arranjos.

Espécies	Arranjos		
	—	Simplex	Triplo
	Índice SPAD		
Cloeziana		36,66b	42,26
Citriodora		37,30ab	42,34
Clone I144		39,09a	41,31
	Altura		
Cloeziana		20,64	16,61b
Citriodora		19,51	20,12
Clone I144		19,90	20,32

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice SPAD foi influenciado por suas interações, o que sugere que as condições adversas e de competição criadas afetaram o potencial fotossintético da planta (Tabela 7).

LOPES et al. (2017) observaram com *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* com 14 e 22 m de altura, houve respectivamente, o aumento em 20% no teor de clorofila sob sombreamento intenso. Nesses embora com

espécies arbóreas de desenvolvimento semelhante, a espécie forrageira é diferente, o que sugere comportamento e tolerância diferente do capim Marandu ao sombreamento que a *U. decumbens* dado as diferenças de desenvolvimento das forrageiras.

Maiores concentrações de clorofila em plantas sombreadas são consistentes com resultados apresentado por MISHARA et al. (2010). Sobre o assunto, relatam que há menor degradação de moléculas de clorofila por fotooxidação em plantas com radiação restrita, permitindo a manutenção de maiores teores de clorofila em folhas desenvolvidas à sombra.

Para a altura do capim Marandu, observou-se altura superior com a combinação arranjo simples e espécie *cloeziana*, proporcionado comprimento maior da folha e conseqüentemente uma maior produção de massa, já a menor altura do capim foi observada em arranjo triplo.

Provavelmente, no sistema mais adensado, a quantidade de luz interceptada pela copa das árvores restringiu o potencial de interceptação pela forrageira que respondeu a esta limitação por meio de mudança na característica estrutural para se tornar mais eficiente em ambiente com luminosidade limitada.

O perfilho e a produtividade em matéria verde (MV) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação entre arranjos com distância estão dispostos conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8. Perfilho e produtividade em matéria verde (MV) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função da interação de arranjos com distâncias.

Arranjo	Distâncias (m)		
	2,5	5	7,5
	Perfilho		
Simple	609,18a	616,88	578,37
Triplo	625,03b	592,29	646,51
	MV (Mg ha ⁻¹)		
Simple	49,92	49,15b	50,57b
Triplo	52,01	52,66a	55,14a

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PACIULLO ET AL. (2011) observaram que a distância de 7 a 10 metros do renque a pastagem demonstrou melhor densidade de perfilhos e massa de forragem, o que confirma os valores apresentados na Tabela 8. Visto que, a maiores distâncias do renque de árvores o capim Marandu apresenta maior perfilhamento, confirmando a influência negativa do sombreamento sobre essa característica morfofisiológica.

A produção de MV apresentou maior produtividade em arranjo triplo à distância de 7,5 m do renque das árvores, e menor produção em arranjo simples a 5,0 m de distância. Obteve-se desta forma, maior produtividade de MV de capim no arranjo triplo do que no simples.

As médias da altura em metros observada no 25° e 28° mês de desenvolvimento das árvores em função das espécies, arranjos e do espaçamento entre árvores estão dispostas na Tabela 9.

Tabela 9. Médias da altura em metros observada no 25° e 28° mês de desenvolvimento das árvores, em função das espécies, dos arranjos e do espaçamento entre árvores utilizado em sistema de iLPF.

Fatores	Altura (m)	
	JAN	ABR
	Espécie	
Citriodora	8,61b	11,71
Cloeziãna	6,79c	9,66
Clone	11,83a	15,15
	Arranjo	
Simple	8,25b	11,25
Triplo	9,90a	13,10
	Espaço entre plantas	
1	8,76	11,81
2	9,06	12,41
3	9,41	12,30

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

A altura das árvores foi influenciada pela espécie utilizada e tipo de arranjo, já densidade não exerceu influência significativa ($p < 0,05$).

PULROLNIK et al. (2010) em teste com *E. cloeziana* em sistema de iLPF, em Planaltina DF, aferiram alturas de 6,46 m aos, aproximadamente, 18 meses, embora que inserido no mesmo bioma e com condições edafoclimáticas semelhantes, a altitude por sua vez é maior, o que beneficia o desenvolvimento da *cloeziana*. LI et al. (2017) na China, província de Guangxi, em monocultivo de 17 linhagens, observaram aos 6 e 18 meses alturas de 1,91 e 5,02 m, embora que em condições edafoclimáticas diferentes evidencia o potencial da região do cerrado para produção.

Quanto aos arranjos testados, o arranjo triplo apresentou árvores mais altas em duas aferições de altura, com médias de 11,25 e 13,10 metros no arranjo simple e triplo. FERREIRA et al. (2016) também observaram maior desenvolvimento na altura em arranjos triplos comparado a simple e duplos.

Esse maior desempenho em altura em condições de plantio adensados, com ênfase para áreas com poucos recursos como o cerrado, é atribuído à competição gerada e por isso as árvores aceleram desenvolvimento, o que não ocorre em arranjos menos adensados, em que

nesses a resposta torna-se aquém do real potencial da espécie (BERNARDO et al., 1995).

Médias de diâmetro a altura do peito do 25° e 29° mês de crescimento das árvores em função das espécies, arranjos e do espaçamento entre árvores estão dispostas na Tabela 10.

Tabela 10. Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm do 25° ao 29° mês de crescimento das árvores em função das espécies, arranjos e espaçamento entre árvores utilizados no desenvolvimento das árvores em sistema de iLPF.

Fatores	DAP				
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
	Cm				
	Espécie				
Citriodora	7,78b	8,11b	8,42c	8,81c	9,09c
Cloeziana	8,12b	8,55b	8,97b	9,45b	9,78b
Clone	11,36a	11,77a	12,23a	12,67a	12,99 ^a
	Arranjo				
Simple	9,36a	9,79b	10,19a	10,66a	10,99 ^a
Triplo	8,81b	9,17a	9,56b	9,96b	10,25b
	Espaço entre árvores				
1	8,14c	8,53c	8,90c	9,30c	9,61c
2	9,12b	9,53b	9,92b	10,35b	10,67b
3	9,99a	10,37a	10,81a	11,27a	11,59 ^a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Dentre as espécies o clone I144 apresentou maior média de DAP do mês 25° até o 29°, enquanto a *cloeziana* apresentou a segunda maior média e nesse mesmo período a *citriodora* a menor média de DAP. A partir desse comportamento pode-se aferir maior desenvolvimento do clone I144 em relação às demais tanto em DAP (Tabela 10) quanto em altura (Tabela 9), *citriodora* e *cloeziana* diferiram em DAP e em altura nos meses avaliados, assim nesse período de 29 meses entre essas espécies nesse sistema o clone I144 desenvolveu-se mais em altura e em DAP.

Na China LEE et al. (2009) em teste com híbridos e espécies parentais de *C. Citriodora* obtiveram DAP aos 36 meses, em média, de 6,60 cm, enquanto neste aos 29 meses obteve-se medida de 9,09, embora em condições edafoclimáticas extremamente distintas esse contraste valida a potencialidade desta espécie na região. GAZOLA et al. (2015) com o clone I144 obteve DAP de 9,9 cm aos 21 meses, todavia em monocultivo, enquanto neste observou-se média aos 29 meses de 12,99 cm.

O ambiente gerado pelo arranjo simples promoveu maior desenvolvimento das árvores em DAP no mês 27, 28 e 29. Contudo, notaram-se árvores mais altas no arranjo triplo

(Tabela 9), asserção que corrobora com FERREIRA et al. (2016) ao trabalharem com *Eucalyptus urocan*, *E. Grancan* e *E. urograndis* em linha simples, dupla e tripla aos 20 meses de desenvolvimento e também com PRASAD et al. (2010) com *Eucalyptus* em linhas duplas e triplas até os 48 meses, contudo esse manteve um número constante de árvores por hectare, variando somente o arranjo espacial.

Nos espaçamentos utilizados de plantas espaçadas em 3 m proporcionou maior desenvolvimento em DAP das árvores, plantas com 1 m entre elas o menor e a 2 m o intermediário do 25º ao 29º mês de desenvolvimento das árvores. Por isso afere-se que menor espaçamento entre plantas afeta negativamente o desenvolvimento em DAP das árvores como ilustrado na Tabela 10.

CLEMENTE et al. (2017) embora tenham notado maior DAP em árvores de *Eucalyptus spp.* em linha simples do que em triplo aos 18 meses, concluíram também que o menor espaço entre plantas resulta em menor DAP em comparação a plantios menos adensados assim como MAGALHÃES et al. (2007) e FERREIRA et al. (2016).

As médias dos volumes por árvore ($\text{m}^3 \text{árvore}^{-1}$) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. clone i144*, arranjos com linha simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF estão dispostas na Tabela 11.

Tabela 11. Médias dos volumes por árvore ($\text{m}^3 \text{árvore}^{-1}$) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. clone i144*, arranjos com linha simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF.

Fatores	Volume árvore ⁻¹	
	JAN	ABR
	cm ³	
	Espécie	
Citriodora	2,05b	3,59b
Cloeziana	1,78b	3,43b
Clone	6,11a	9,67 ^a
	Arranjo	
Simple	3,25b	5,56b
Triplo	3,38a	5,57 ^a
	Espaço entre plantas	
1	2,50c	4,33c
2	3,22b	5,50b
3	4,22a	6,85 ^a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Em volume de árvore⁻¹ foi maior para a espécie clone I144, quanto aos arranjos, o melhor volume foi para o triplo.

O desenvolvimento inicial da espécie *cloeziana* é menor em comparação a outras espécies de *Eucalyptus spp.*, resultado esperado, visto que essa acelera a partir o 36º mês de desenvolvimento (MOURA, 2003; REIS et al., 2017), ou seja esse como as avaliações neste ocorreram somente até o 29º mês o desempenho obtido é justificado.

Diante desse comportamento quanto aos arranjos e espaçamento entre árvores utilizadas afere-se que em plantios com maior espaçamento entre plantas a produção de madeira por árvore tende a ser maior, circunstância que corrobora com o encontrado por MAGALHÃES et al. (2007), OLIVEIRA et al. (2009), PRASAD et al. (2010), FERREIRA et al. (2016) e CLEMENTE et al. (2017) em ambiente de integração.

FERREIRA et al. (2016) também com *Eucalyptus spp.* obtiveram 7,0 cm³ árvore⁻¹ aos 20 meses, valores esses semelhantes aos obtidos (Tabela 11), contudo em condições ambientais diferentes.

Médias dos volumes por árvore em hectare (m³ ha⁻¹) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. clone i144*, arranjos com linha simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF conforme mostra a Tabela 12.

Tabela 12. Médias dos volumes por árvore em hectare (m³ ha⁻¹) em função das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. clone i144*, arranjos com linha simples e tripla e espaçamentos entre árvores de um, dois e três metros em sistema de iLPF.

Volume árvore ha ⁻¹		
Fatores	JAN	ABR
	cm ³	
	Espécie	
Citriodora	12,38b	21,26b
Cloeziana	10,92b	20,82b
Clone	35,23a	56,71 ^a
	Arranjo	
Simple	11,82	20,36
Triplo	27,20	45,50
	Espaço entre plantas	
1	26,99a	46,67 ^a
2	16,72b	28,31b
3	14,81b	23,81b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

O clone I144 apresentou maior altura e DAP e maior volume por árvore e por hectare, respectivamente. Já as espécies *citriodora* e *cloeziana* não diferiram entre si na produção por volume por árvore e por hectare.

Quanto os arranjos, foram superiores para ao triplo, visto que, quando o espaço entre essas é reduzido embora o volume individual tenda a ser menor o volume por área será maior devido ao maior número de plantas, confirmando os resultados encontrados por MAGALHÃES et al. (2007), OLIVEIRA et al. (2009), PRASAD et al. (2010), FERREIRA et al. (2016) e CLEMENTE et al. (2017).

Conclusões

O índice SPAD foi influenciado por suas interações, o que sugere que as condições adversas e de competição criadas afetaram o potencial fotossintético da planta.

A 7,5 metros de distância do renque das árvores ocorreu maior densidade de perfilhos e produção de MV de capim. Nesse sentido, a proximidade às árvores afeta negativamente a produção em MV e MS.

A 3,0 metros de distância entre as árvores ocorreu maior relação F:C e também percentagem de folha, e condizente a isso, menor percentagem de colmo. A 1,0 e 2,0 metros, observou-se menor percentagem de folha e relação F:C e maior percentagem de colmo, respectivamente.

O *Eucalyptus spp.* clone I144 apresentou maior desenvolvimento em altura, DAP, volume por árvore e por hectare que as demais espécies, a *Corymba citriodora* diferiu em altura da *E. cloeziana*. O arranjo triplo proporcionou árvores mais altas e com maior volume de madeira por hectare que o simples, a *C. citriodora* a superou em volume.

O espaçamento de 3 metros entre árvores proporcionou maior DAP e volume de madeira por árvore, já no espaçamento de 1 metro o inverso ocorreu quanto ao volume de madeira por hectare, ou seja, menor espaçamento entre plantas gerou maior volume de madeira por área e menor volume por árvore.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

ALVES, B. J. R.; MARTINS, M. R.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio para a Sustentabilidade Agrícola no Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Eds.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado**. Goiânia, GO: Gráfica, 2016. Cap. 8, p. 253-290.

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 7, n. 1, p. 34 - 41, março, 2017.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.

BERNARDO, A. L. Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob espaçamentos na região do Cerrado de Minas Gerais. 1995. 102 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

BONFIM K.; ANHUCCI, M.; SOUZA, N.; CARVALHO NETO, J. P.; SILVA, R. A. Benefícios econômicos e ambientais do ILPF. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 492-499, 2017.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 49, n. 6, p. 449-456, 2014.

CABRAL, C. E. A.; BARROS, L. V. de; ABREU, J. G. de; SILVA, F. G. da; CABRAL, C. E. A.; NETO, A. B.; ANDRADE, F. C. F.; SALES, K. C.; HERRERA, D. M.; DELLARMELE, T. M. M. Marandu palisade grass intercropped with densely spaced teak in silvopastoral system. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2075-2082, 2017.

CLEMENTE, M. A.; FARIA, M. V. de; LANA, R. M. Q.; MAGESTE, J. G. M.; ALBUQUERQUE. Initial Growth of *Eucalyptus* with different spatial arrangements in agrosilvopastoral systems. **American Journal of Plant Sciences**, Washington, v. 8, n. 6, p. 1296-1303, 2017.

FAO. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification**. Integrated Crop Management, v. 13, n. 1, 64 p., 2010.

FARIA, B. M.; MORENZ, M. J. F.; PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C.; GOMIDE, C. A. M. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 529-536, 2018.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; LAURA, V. A.; ORTIZ, A. C. B.; ARAÚJO, A. R. de; PEDRINHO, D. R.; CARVALHO, A. M. de. Influence of spatial arrangements on silvicultural characteristics of three *Eucalyptus* clones at integrated crop-livestock-forest system. **African Journal of Agricultural Research**, Ogun, v. 11, n. 19, p. 1734-1742, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, L. M. M.; COSTA, J. R. da. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a agricultura familiar**. 18 nov. 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028860/1/ILPF.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

GAZOLA, R. N.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DINALLI, R. P.; MORAES, M. L. T. de; CELESTRINO, T. S.; SILVA, P. H. M. da; DUPAS, E. Doses of N, P and K in the cultivation of eucalyptus in soil originally under Cerrado vegetation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1895-1912, 2015.

GUERRA, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T.; RECCO, C. R. S.; SILVA, C. L. S. P.; GIMENES, F. M. A. Forage yield and nutritive value of naturally growing *Brachiaria decumbens* as undergrowth to the aroeira tree stand in a silvopasture system. **African Journal of Agricultural**, Ogun, v. 11, n. 40, p. 3922-3928, 2017.

IBÁ. **Relatório 2017**. 2017. Disponível em: <https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Integração lavoura - pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000, 28 p.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. de. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 360-367, 2007.

LEE, D. J.; HUTH, J. R.; BRAWNER, J. T.; DICKINSON, G. R. Comparative performance of *Corymbia* hybrids and paternal species in subtropical Queensland and implications for breeding and Deployment. **Silvae Genetica**, Berlim, v. 58, n.1-6, p. 205-2012, 2009.

LI, C.; WENG, Q.; CHEN, J.; LI, M.; ZHOU, C.; CHEN, S.; ZHOU, W.; GUO, D.; LU, C.; CHEN, J.; XIANG, D.; GAN, S. Genetic parameters for growth and wood mechanical properties in *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **New Forests**, Montecillo, v. 48, n. 1, p. 33-49, 2017.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILELLA, S. D. J. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

MAGALHÃES, W. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região nordeste de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 368-375, 2007.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MENDONÇA, R. M. A. de; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; LEMOS FILHO, J. P. de; TOTH, G.; CARMO, T. D. do. Meteorological, light and grass characteristics under trees in a Silvopasture in the Brazilian cerrado. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 11, n. 2, p. 177-183, 2017.

MISHRA, A.K.; TIWARI, H.S.; BHATT, R.K. Growth, biomass production and photosynthesis of *Cenchrus ciliaris* L. under *Acacia tortilis* (Forssk.) **Hayne based silvopastoral systems in semi arid tropics**. *J. Environ. Biol.*, v.31, p.987- 993, 2010.

MOURA, V. P. G. **O germoplasma de *Eucalyptus Cloeziana* F. MUELL. no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 9 p.

NGWIRA, A. R.; AUNE, J. B.; MKWINDA, S. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. **Field Crops Research**, Amsterdã, v. 132, p. 149 – 157, 2014.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho Silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 01-09, 2009.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos. **Escolha de cultivares de eucaliptos em função do ambiente e do uso**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2013. 11 p.

PRASAD, J. V. N. S.; KORWAR, G. R.; RAO, K. V.; MANDAL, U. K.; RAO, C. A. R.; RAO, G. R.; RAMAKRISHMA, Y. S.; VENKATESWARLU, B.; RAO, S. N.; KILKARNI, H. D.; RAO, M. R. Tree row spacing affected agronomic and economic performance of Eucalyptusbased agroforestry in Andhra Pradesh, Southern India. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 78, n. 3, p. 253-267, 2010.

PULROLNIK, K.; VILELA, L.; NETO, S. P. M.; MARCHÃO, R. L.; JÚNIOR, R. G. Crescimento Inicial de Espécies Arbóreas no Sistema de Integração lavoura-pecuária-floresta. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2010. 17 p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

REIS, C. A. F.; ASSIS, T. F. de; MELO, L. A.; SANTOS, A. M. ***Eucalyptus cloeziana*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 42 p.

RODRIGUES JÚNIOR, C. T.; CARNEIRO, M. S. S.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; ANDRADE, A. C.; PINTO, A.

P.; FOGAÇA, F. H. S. CASTRO, K. N. C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, spl. 1, p. 2141-2154, 2015.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. da; SILVA, G. P.; PIMENTEL, R. M.; CARVALHO, V. V. de; SILVA, S. P. da. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.

TAVARES FILHO, J.; MELO, T. R.; MACHADO, W.; MACIEL, B. V. Structural changes and degradation of Red Latosols under different management systems for 20 years. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 1293 – 1303, 2014.

UFG. **Estação Evaporimétrica**. 17 dez. 2018. Disponível em: <<https://agro.ufg.br/p/7944-estacao-evaporimetrica>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 460-472. 2009.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta é um sistema com princípios sustentáveis que garante vários benéficos com a otimização das áreas produtivas e diversificação do meio, pela inserção de um ou mais componentes, o aproveitamento de suas interações geram ganhos ambientais, econômicos e produtivos.

Como demonstrado no trabalho à pastagem no sistema de integração sofre influência do sombreamento pelas árvores. Nesse sistema as condições adversas e de competição criadas afetaram o potencial fotossintético da planta.

A proximidade à árvore afetou negativamente a produção em MV e MS do capim Marandu, embora aumente a percentagem de folhas na massa, no entanto, essa redução é compensada pelo aumento da porcentagem de folha e relação F:C.

Obteve-se maior média de altura do capim Marandu em função da espécie *E. Cloeziana* a uma distância de 7,5 do renque das árvores, e menor altura do capim frente o *C. Citriodora* a 2,5 m de distância.

Há a necessidade de estudos em relação à interação entre os componentes, para que se desenvolva um modelo eficaz que garanta bons resultados para distintos objetivos dentro do sistema.

As espécies florestais diferiram entre si no seu desenvolvimento, o clone I144 apresentou maior desenvolvimento, *C. citriodora* intermediário e *E. cloeziana* menor, e com base também no ocorrido a nível prático foi também o clone I144 a espécie de mais fácil manejo, com menor mortalidade e resistência aos intempéries enfrentados, enquanto as espécies *C. citriodora* e *E. cloeziana* no ambiente testado apresentaram maior dificuldade no estabelecimento e manejo inicial. Por esses fatores recomenda-se o uso clone I144, em condições semelhantes às testadas.

Até os 29 meses, embora a dificuldade inicial com a *C. citriodora* e *E. cloeziana*, as espécies se estabeleceram de forma satisfatória, portanto o fator primário de escolha deve ser o objetivo de produção pois essas três tem diferentes finalidades e desenvolvimentos.

Em relação ao espaçamento entre árvores, quanto menor for maior será a produção por área e menor a individual. Assim com objetivo de maior volume de madeira por área e menor impacto negativo possível na lavoura recomenda-se o espaço de 2 m entre árvores, nesse caso com o híbrido Clone I144, pois para a finalidade a que é empregado o volume individual não é tão importante. Já no caso de maior volume individual, que é interessante as demais espécies, pode-se utilizar o espaço de 3 m entre árvores potencializando assim a produção da lavoura e da floresta.

O arranjo triplo proporcionou árvores mais altas e com maior volume de madeira por hectare que o simples. O triplo é o que ocupa mais área e assim diminui a produtividade da lavoura e pastagem, além de gerar mais competição por recursos. Mas ao considerar a sombra gerada pelo arranjo de linha tripla o componente animal pode ser beneficiado, mas devido à carência de pesquisa, esse ponto deve ser alvo de investigação para esclarecimento.