

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

LUCAS MATHEUS RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO E INFLUÊNCIA DO COMPONENTE ARBÓREO NO
DESEMPENHO DA LAVOURA EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSA E DEPOIS
CAPIM**

São Luís de Montes Belos

2019

LUCAS MATHEUS RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO E INFLUÊNCIA DO COMPONENTE ARBÓREO NO
DESEMPENHO DA LAVOURA EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSA E DEPOIS
CAPIM**

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

Linha de pesquisa: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos.

Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Clarice Backes

São Luis de Montes Belos

2019

LUCAS MATHEUS RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO E INFLUÊNCIA DO COMPONENTE ARBÓREO NO
DESEMPENHO DA LAVOURA EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSA E DEPOIS
CÁPIM**

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

Aprovado em: 15 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos – UEG



Prof. Dr. Adilson Pelá – UEG



Prof. Dr. José Henrique Tertulino Rocha – FAEF

Dedico, a Deus, Jesus e Nossa senhora,
A Leticia Campelo Barcelos (*In memoriam*)

Aos meus pais,

Aos meus amigos

ao Núcleo de Pesquisas Agropecuárias (NUPAGRO) – UEG

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa senhora,

Aos meus pais Fátima e Divino, irmãos Marcos e Eduardo, a cunhada Valquíria e sobrinho Josueh, as primas Luana, Larissa e Amanda, ao primo João Victor, aos tios e também padrinhos Donizete, Ivanildes, Izabel, Pedro, Sebastião, Meiryeli e também aos meus avós Conceição, José e Vitória e aos demais familiares pelo apoio e palavras de que alguma forma me apoiaram ou incentivaram.

Aos meus orientadores e também amigos Alessandro e Clarice.

Aos novos e antigos amigos, sem suas palavras de incentivo e piadas eu não teria conseguido concluir.

Menciono alguns a seguir: Arthur, Ana Flávia, Nubyaline, Tatiany, Lorrayne, Lorranny, Yago, Lorena, Hyago, Paula Roberta, Yuri, Vitoria, Raissa, Francielly, Mariana, Bárbara, Wellyda e João.

Aos professores do mestrado em desenvolvimento rural sustentável da UEG, Câmpus São Luis de Montes Belos pelos ensinamentos que contribuíram para meu crescimento pessoal e acadêmico.

Aos funcionários da UEG, Câmpus São Luis de Montes Belos, em especial a secretária do programa Ana Paula, sempre prestativos e dispostos a ajudar.

A toda equipe do Núcleo de Pesquisas Agropecuárias (@nupagroueg) da UEG, Câmpus São Luis de Montes Belos atuais e também aos que já perfilharam, que são: Alexandre, Ana Paula, Andressa, Anitta, Byanka, Cinthya, Prof.º Danilo, Eli, Felipe, Fernanda, Franciely, Isabel, Kesley, Lilane, Lucas Damasceno, Maria Eduarda, Maria Isabel, Mateus, Michelly, Muryllo, Nathan, Paulo, Pedro e Vanessa.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão da bolsa de auxílio a pesquisa.

Meus sinceros agradecimentos a todos de que alguma forma contribuíram para condução do experimento e confecção desse trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise de solo da área experimental com fim de caracterização inicial nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40.....	38
Tabela 2 - Médias da altura em metros observada nos 3 ^o , 6 ^o , 10 ^o , 16 ^o , 19 ^o e 22 ^o mês de desenvolvimento das árvores espaçadas a 1, 2 e 3 metros em sistema de iLPF.	40
Tabela 3 - Médias da altura em metros observada nos 3 ^o , 6 ^o , 10 ^o , 16 ^o , 19 ^o e 22 ^o mês de desenvolvimento das espécies Citriodora, Cloeziana e Clone em sistema de iLPF.	41
Tabela 4 - Médias da altura em metros observada no 3 ^o , 6 ^o , 10 ^o , 16 ^o , 19 ^o e 22 ^o mês de desenvolvimento das árvores dos arranjos Simples e Triplo em sistema de iLPF.	42
Tabela 5 - Médias da área da copa em m ² observada no 3 ^o , 6 ^o e 9 ^o mês de desenvolvimento da árvore em função dos fatores espécie, arranjo e espaçamento entre árvores, em sistema de iLPF.....	43
Tabela 6 - Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm do 12 ^o ao 24 ^o mês de crescimento das árvores em função das espécies, arranjos e espaçamento entre árvores utilizados no desenvolvimento das árvores em sistema de iLPF.	44
Tabela 7 - Médias dos volumes por árvore (m ³ árvore ⁻¹) e 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.....	46
Tabela 8. Caracterização inicial do solo nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental.....	57
Tabela 9 - Produtividade de grãos de milho, altura da planta (AP), à inserção da espiga (IE) e diâmetro de colmo (DC) da lavoura de milho consorciada com Crotalaria juncea em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto, espaçamento entre árvores e dois arranjos durante seu desenvolvimento inicial em sistema de iLPF....	59
Tabela 10 – Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de Crotalaria Juncea consorciada com milho em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos.	60

Tabela 11 – Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com Urochloa brizantha cv. Marandu, composição em percentagem de espiga, folha, colmo e relação espiga planta em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	61
Tabela 12 - Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com Urochloa brizantha cv. Marandu em função da interação dos fatores espécies e espaçamento entre árvores com distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.....	62
Tabela 13 - Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com Urochloa brizantha cv. Marandu em função da interação dos fatores arranjo e espaçamento entre árvores com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.....	63
Tabela 14 – Percentagem de espiga na silagem de milho com Urochloa brizantha cv. Marandu em função da interação dos fatores arranjo e distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	64
Tabela 15 - Percentagem de colmo na silagem de milho com Urochloa brizantha cv. Marandu em função da interação dos fatores arranjo e distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	64
Tabela 16 – Altura das plantas (AP), à inserção da espiga (IE) e diâmetro de colmo (DC) em plantas de milho em consórcio com Urochloa brizantha cv. Marandu em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	65
Tabela 17 – Altura a inserção da espiga (IE) silagem de milho consorciado com Urochloa brizantha cv. Marandu em função da interação dos fatores espécies e distância das árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	66
Tabela 18 – Produção em matéria verde (MV), matéria seca (MS) e percentagem de matéria seca da massa de Urochloa brizantha cv. Marandu consorciado com milho em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre plantas e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	67
Tabela 19 – Produção em matéria verde (MV), matéria seca (MS) e percentagem de matéria seca da massa de Urochloa brizantha cv. Marandu consorciado com milho em sistema de iLPF em função da interação entre arranjos e distância do renque das árvores aos 14 meses de desenvolvimento.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período de dezembro de 2016 até novembro de 2018 da região do Centro goiano.	36
Figura 2 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada na fazenda escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luis de Montes Belos.....	37
Figura 3 - Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período de dezembro de 2016 até novembro de 2018 da região do Centro goiano.	55
Figura 4 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada na fazenda escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luis de Montes Belos.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

AC - área da copa;
CAP - circunferência a altura do peito;
CH₄ - metano;
CO₂ - gás carbônico;
cv - cultivar;
DAP - diâmetro a altura do peito;
DF - distrito federal;
dm - decímetros;
f - fator de forma.
GEE - gases de efeito estufa;
H - altura;
ha - hectare;
iLP - integração lavoura pecuária;
iLPF - integração lavoura-pecuária-floresta;
kg - quilograma;
km² - quilômetros quadrados;
LCEL - largura da copa sentido a entre linha;
LCL - largura da copa sentido a linha;
m - metros;
m² - metros quadrados;
m³ - metros cúbicos;
mm - milímetros;
N - nitrogênio;
N₂O - óxido nitroso;
°C - graus celsius;
SI - Sistemas integrados;
SPD - sistema de plantio direto na palha;
t - tonelada;
Vp - volume por planta;

RESUMO

A prática extrativista da agropecuária brasileira causou degradação do solo de mais da metade das áreas destinadas a atividade, e visto a expressividade do país na produção de alimento de origem animal e vegetal a nível mundial esse fato indica produção aquém de seu potencial. Com propósito de solucionar a necessidade da adoção de métodos para recuperação, conservação e intensificação da produção é imediata. A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) atende a essa proposta, com a produção na mesma área em consórcio, sucessão ou rotação desses componentes, contudo devido ao número de componentes em integração esse é também 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. Portanto objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de três espécies de *Eucalyptus* spp., arranjo de linha simples e triplo, e com árvores espaçadas em 1, 2 e 3 metros no desempenho da lavoura de milho em consórcio com *Crotalaria juncea* para produção de grãos, e de milho e capim Marandu para ensilagem aos 3 e 14 meses de crescimento das árvores, respectivamente. O experimento foi desenvolvido sob LATOSSOLO VERMELHO distrófico. Por 24 meses foi avaliado nas árvores a área da copa, altura da árvore e diâmetro à altura do peito (DAP). Na primeira lavoura avaliou-se produção de grãos e desenvolvimento das plantas de milho e produtividade de massa da leguminosa assim também na segunda só que a produção de silagem. O delineamento foi inteiramente casualizados em esquema fatorial com três fatores, três espécies de eucalipto, dois tipos de arranjos e três espaçamentos entre plantas (3x2x3) para as árvores e primeira lavoura, no segundo foi adicionado o fator distância, avaliando essa à 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores (3x2x3x3). Para as árvores utilizou-se o teste LSD ($p < 0,05$) e para as lavouras o de Tukey ($p < 0,05$). Observou-se efeito do modelo de implantação no desenvolvimento das três espécies, o Clone I144 obteve maior desempenho, *Corymbia citriodora* o intermediário e *Eucalyptus cloeziana* o menor, no arranjo triplo e mais adensados ocorreu maior produção por área, contudo menor volume individual. A primeira lavoura não foi influenciada por nenhum fator, já a segunda sim, com menor produção quanto mais próximo ao renque.

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

ABSTRACT

The extractivist practice of Brazilian farming causes soil degradation in more than half of farming areas, and the front of food production worldwide expressiveness from the country. This production is below its potential. With the objective to solve this necessity of adoption of methods to recovery, conservation and intensification of production is immediate. The crop-livestock-forestry integration (iCLF) meets this propose, with the production in same area in intercrop, succession or rotation of these components, yet due to number of components in intercrop it's also complex and if poorly implanted promotes antagonism between the components. Therefore to promote the synergism is necessary information, above all about the forestry component due to permanence time in the system and their development in relation to the others. Thus the objective of this study was evaluate of three *Eucalyptus* spp., and spatial arrangement with single and triple row, and trees spaced in 1, 2 and 3 meters on performance of maize intercropped with *Crotalaria Juncea* to yield of corn grain, and maize silage yield intercrop with Marandu grass at 3 and 14 months of grow of trees, respectively. The experiment was developed on LATOSSOLO VERMELHO dystrophic. During 24 months was measured on trees the tree top area, height and diameter at breast height (DBH). In the first crop was evaluated the corn production and maize plant development and yield mass of legume thus this way too in the second crop but was quantified the maize silage yield. The experimental design was entirely casualized in factorial scheme with three factors, three eucalyptus species, two types of spatial arrangements and three densities (3x2x3) to forestry and first crop, in the second crop was added the factor distance from trees (3x2x3x3). To the trees was utilized the LSD test ($p < 0,05$) and to the crops the Tukey test ($p < 0,05$). Was observed the effect of deployment model on development of the three species, the I144 clone achieved higher performance, *Corymbia citriodora* the intermediary and the *Eucalyptus cloeziana* the smaller, in triple row arrangement and higher density occurred superior area production, however smaller individual volume. The first crop was not influenced for no factor tested, but in the second those factors has influenced, with less yield when closer the tree rows.

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

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
INTRODUÇÃO	13
1. Sistemas Integrados	15
2. iLPF	17
2.1 Lavoura.....	19
2.1.1 Lavoura e Leguminosas.....	20
2.2 Pecuária.....	21
2.3 Floresta.....	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1	33
RESUMO	33
ABSTRACT	33
Introdução	34
Materiais e Métodos	36
Resultados e Discussão	40
Conclusões	47
Referências	47
CAPÍTULO 3 – ARTIGO 2	51
RESUMO	51
ABSTRACT	51
Introdução	53
Materiais e Métodos	54
Resultados e Discussão	59
Conclusões	68
Referências	69
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	74

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

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

INTRODUÇÃO

Frente a crescente população mundial e conseqüente aumento na demanda por alimento, o nível de cobrança do setor agropecuário é intensificado em volume, qualidade e segurança do alimento.

Contudo, o caráter extrativista da agropecuária a nível mundial aliado a ausência da adoção de práticas conservacionistas resultou no comprometimento da fertilidade do solo e, por conseqüência, 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).

Nessas circunstâncias é imperativo a adoção de manejos para recuperação e conservação dessas áreas com objetivo de 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.

Um modelo de integração é o de lavoura-pecuária-floresta (iLPF) que consiste na produção em consórcio, sucessão ou rotação de lavoura para produção de grãos ou silagem, pastagem para cobertura do solo e alimentação animal e floresta para produção de recursos madeireiros e não madeireiros (MACHADO, BALBINO e CECCON, 2011).

Esse tem por benefícios a produção de produtos distintos, portanto diversificação e estabilidade econômica. Para implantação das diferentes culturas agrícolas o solo é recuperado física 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 tem como limitante 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 influencia na produção de lavoura e pecuária (OLIVEIRA et al., 2013; SANTOS et al., 2015). Com objetivo de mitigar a influência a orientação do plantio leste-oeste ou em função do relevo são práticas seguras.

Contudo no iLPF o modelo de plantio florestal vai além da orientação, fatores como arranjo espacial e densidade das árvores interferem na produção, produtividade da própria floresta e dos demais componentes (GONTIJO NETO et al., 2014).

A espécie arbórea é também de extrema importância e para sua escolha deve-se considerar: a velocidade de desenvolvimento, adaptabilidade as condições edafoclimáticas e desenvolvimento em sistema agrosilvipastoril. As árvores da espécie *Eucalyptus sp.* contemplam essas características e se destacam no cenário nacional, ocupando 5,7 dos 7,8 milhões de hectares de florestas plantadas no país, tem produção média de $36 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e existe mercado para produção de celulose, papel, carvão e serralheira (IBÁ, 2017).

No contexto geral são recorrentes pesquisas em sistema de iLPF direcionadas ao consórcio de forragens e grãos a fim de alcançar altas produtividades e melhoria da fertilidade do solo, mas existe a necessidade de estudos sobre a utilização de diferentes espécies arbóreas e densidade de árvores a fim de obter-se maior produtividade de todos componentes (VILELA et al., 2011).

VARELLA et al. (2016) apontam a importância de realizar pesquisas sobre o iLPF para maximizar a produção de todos componentes e assim potencializar a sustentabilidade do sistema.

Portanto, objetivou-se com essa revisão abordar aspectos gerais e específicos acerca de cada componente do iLPF com ênfase para a influência do componente florestal nos demais.

1. Sistemas Integrados

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, é imperativo o uso racional do solo e intensificação da produção primando por baixo impacto ambiental (JOHNSON et al., 2016).

A exploração não comedida do solo e a ausência de manejos conservacionistas resultaram, com o tempo, em degradação da fertilidade e do potencial de produção de alimento de origem vegetal e animal (TAVARES FILHO et al., 2014; LAL, 2015). No mundo estima-se que solos degradados em algum processo de degradação representem 30%, na América Latina 50% e no Brasil o cenário é potencializado pelo modelo extrativista de produção e abertura de novas áreas (FAO, 2015; GUERRA e JORGE, 2014).

Com objetivo de aumentar a produção é comum a 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, que embora expressiva essa quantidade é decrescente desde o ano de 2004 (TERRABRASILIS, 2017; INPE, 2017; BRASIL, 2018).

Portanto, além da derrubada legal e ilegal de florestas para atender o mercado interno de produtos madeireiros, essas implicam em impacto ambiental negativo (PEREIRA, 2013; LAURANCE et al., 2014). Por outro lado, a redução do desmatamento, 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.

Sobre a atuação governamental brasileira FERREIRA et al. (2014) destacam o potencial e eficiência do país em desenvolver e implementar programas ambientais de cunho conservacionista. No entanto a pressão em expandir as fronteiras agrícolas e as mudanças na legislação brasileira são preocupantes.

Essas circunstâncias a nível mundial causam impacto social, econômico e ambiental. Portanto, é importante a prática de manejos racionais e pesquisas com objetivo de sustentabilidade (REID et al., 2010; GARNETT et al., 2013).

Diante do impacto ambiental e preocupação internacional ligados 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, 2013), 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).

Além do que é crescente a demanda do mercado e a preocupação da sociedade em adquirir produtos originados em sistemas de produção sustentável e baixo impacto ambiental aos quais é agregado também valor econômico (THORNTON, 2010).

Sistemas integrados (SI) de produção consistem na prática, em uma mesma área, de diferentes atividades agropecuárias e propõe a intensificação sustentável das atividades (FAO, 2010).

Sistemas de integração agropecuários 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 impacto ambiental como os sistemas Barreirão e Santa Fé que visam o consórcio da lavoura, principalmente milho, com forrageiras (MACHADO et al., 2011), enquanto no Santa Brígida leguminosas são inseridas em consórcio com o milho com a finalidade de adubação verde (OLIVEIRA et al., 2010).

No entanto FERNANDES e FINCO (2014) evidenciaram que essas modalidades de iLP não conseguem competir economicamente com sistemas convencionais de cultivo devido o investimento inicial, maquinário e manejos específicos para implantação e manutenção. Concluem a partir disso que os incentivos governamentais para popularização ainda são insuficientes, embora os pronunciados benefícios ao solo e ambiente.

Por isso WRIGHT et al. (2011) 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. iLPF

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 2 milhões de hectares. 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 DF juntos respondendo à 8,2% (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2017).

ALVES et al. (2017) indicam que para adoção de sistemas integrados de produção é primordial informação, sobre dinâmica econômica, social e de cunho ambiental em diferentes níveis, conhecer a propriedade e seus arredores com a finalidade de tomar decisões e adequar o sistema a realidade da propriedade, todavia ressaltam a necessidade de pesquisas sobre a eficiência do iLPF.

Ao realizarem um estudo na América do Sul sobre a agricultura de baixo carbono e seu impacto no ambiente e sobre os produtos gerados nesse modelo SÁ et al. (2016) sugeriram que em sistemas de cultivo mínimo e integrados, implementados e manejados de maneira eficiente, beneficiam a resposta de todos componentes do sistema que implica em menor impacto ambiental, mitiga a emissão dos GEE, contribuí para recuperação de áreas degradadas e promove avanços na segurança do alimento produzido.

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

Segundo VILELA et al. (2011) são recorrentes pesquisas em sistema de iLPF direcionadas ao consórcio de forragens e grãos a fim de alcançar altas produtividades e melhoria da fertilidade do solo, mas o autor evidencia a necessidade de estudos sobre a utilização de diferentes espécies arbóreas e densidade de árvores a fim de obter-se maior produtividade de todos componentes.

GIL et al. (2015) ao estudarem sobre a adoção de sistemas integrados (SI) como: integração lavoura-pecuária (iLP); 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 de gado na safrinha, com ênfase para o sistema iLP, todavia observaram também entraves enfrentados pelos produtores para adoção de todos SI como: falta de capital para investimento; mão-de-obra qualificada e informações sobre a tecnologia, implantação e manutenção.

VARELLA et al. (2016) apontam a importância de realizar pesquisas sobre a iLPF, a fim de gerar informações suficientes para planejamento assertivo e a partir deste promover maximização da produção de todos componentes e da sustentabilidade da atividade.

2.1 Lavoura

O componente agrícola pode ser implantado antes ou após o plantio da floresta, antes para o acúmulo de recursos financeiros e depois para aproveitamento do espaço entre faixas enquanto não é possível a entrada de animais, neste pode ser consorciado com gramíneas e leguminosas forrageiras. Esta contribui com o sistema por meio da produção de grãos para venda e/ou alimentação animal, fornece proteção ao solo e melhora 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.

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. Considerando que a implantação realizada de forma correta a divergência entre resultados nesses experimentos pode ser atribuída as espécies utilizadas, todas apresentadas com morfologia e desenvolvimentos distintos, portanto diferentes formas de interferência sobre os demais componentes.

Segundo SILVA et al. (2015b) a produtividade do milho cultivado em sistema de iLPF e convencional pode ser semelhante, já Santos et al. (2015) apontam que a produtividade em sistema de iLPF é menor em virtude da área ocupada pelas árvores.

Do ponto de vista econômico, OLIVEIRA et al. (2016) indicam que a lavoura contribui para redução dos custos da implantação da floresta com a venda de espigas

verdes e grãos, embora o componente florestal influencie sobre as características produtivas do milho.

2.1.1 Lavoura e Leguminosas

Na área de cultivo de grãos pode-se utilizar em rotação, sucessão ou consócio leguminosas, em benefício mútuo e econômico para atividade (NGWIRA, AUNE e MKWINDA, 2011). Em comparação com o monocultivo tradicional, o consócio 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.

Para o milho OJIEM et al. (2014) constataram resposta em produção do milho à aplicação de N na forma de palhada de leguminosas como o feijão-da-flórida (*Mucuna pruriens*), crotalária (*Crotalaria ochroleuca*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), a partir da dose de 100 kg N ha⁻¹.

No sistema pode-se consorciar leguminosas com o componente lavoura com o objetivo de fixar N ao sistema, palhada e proteção ao solo (OLIVEIRA et al., 2010), a *Crotalaria juncea* pode ser utilizada com esse fim, no consócio essa caracteriza-se pela redução de fitonematoides (INOMOTO et al., 2008), alta produção de biomassa e cobertura do solo, acúmulo de nutrientes na parte aérea (CAVALLARI et al., 2016) e tem elevada capacidade de incorporação de N ao sistema (LYNCH et al., 2016).

CHIEZA et al. (2017) aferiram o potencial da *Crotalaria juncea* L como adubo orgânico na produção do milho e constataram produção semelhante no monocultivo com adubação nitrogenada química, contudo enaltecem que o consócio pode gerar efeitos negativos à produção de grãos e massa quando implementado e manejado incorretamente.

De acordo com OJIEM et al. (2014) a precipitação e a fertilidade do solo são limitantes da eficiência do uso da palhada de leguminosas, pois em épocas secas a decomposição é lenta e em solos com baixa fertilidade a produção de massa é baixa.

2.2 Pecuária

A pecuária 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 consequentes perdas. Tem a finalidade de fornecer palhada para plantio direto ou para produção de volumoso para alimentação animal (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

São utilizados diferentes espécies e cultivares de capins como: *Urochloa ruziziensis* (CARVALHO et al., 2015); Tifton 85 (DIAS et al., 2016); *Urochloa humidicola* e *Panicum maximum* cv. Aruana (SATO et al., 2012); *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (BRAVIN e OLIVEIRA, 2014); *Panicum maximum* cv. Massai (GAMA, VOLPE e LEMPP, 2014).

O crescimento da forragem junto ao milho, se bem manejada, não interfere na produção do milho, deposita palhada no sistema, contribui para produção da próxima cultura com a liberação de nutrientes no solo, a palhada protege o solo de intempéries climáticas e reduz a infestação por pragas (CECCON et al., 2013).

O pasto é aproveitado por mais tempo pelos animais no iLPF do que em sistemas convencionais, no período de estacionalidade de produção forrageira, para produção de carne e leite e é mais uma fonte de receita ao sistema (KLUTHCOUSKI et al., 2000). E os animais são beneficiados pelo sistema, pois de acordo com KARVATTE JÚNIOR et al. (2016) o microclima criado pelas árvores promovem condições de conforto térmico aos animais.

Na utilização em consorcio de milho, crotalária e forrageiras tem-se observado aumento na produção de milho (KAPPES et al., 2013; TORRES et al., 2015) e no cultivo de milho sob cobertura de crotalária e *Urochloa ruziziensis* (CARVALHO et al., 2015; TORRES et al., 2015).

Sobre a interação do pasto e o componente florestal, esse interfere nas características do capim em função da proximidade ao renque das árvores, mas os dosséis localizados entre 7 e 10 m de distância do renque é privilegiado pelos efeitos benéficos da sombra moderada e propiciou aumento na produção de massa, perfilhos e concentração de proteína bruta (PB) (PACIULLO et al., 2011).

O componente florestal também contribui com nutrientes, em especial o N, para o solo por meio da serapilheira e isso auxilia na produção da pastagem e isso é ainda mais pronunciado em situações em que ocorre o consórcio com leguminosas (FREITAS et al., 2013).

2.3 Floresta

A implantação da floresta é realizada em faixas direcionadas comumente em função do sentido do sol exceto em áreas de topografia acidentada em que esse 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. 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).

A escolha da árvore a ser utilizada é importante e particular à propriedade e do objetivo da produção, todavia existem características gerais interessantes a iLPF, como: deve se adaptar 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; relacionado a forma da árvore a copa deve ser de pequeno porte e de baixa densidade, o fuste reto e sem bifurcações, pois somadas possibilitam sinergismo entre floresta e lavoura; potencial de fixar nitrogênio e outros nutrientes via serapilheira; ausência de toxicidade das folhas e frutos; sistema radicular profundo, rápido desenvolvimento e presença de raízes abaixo da copa que representam a capacidade da árvore de buscar nutrientes e água (FRANCHINI et al., 2011; FERREIRA e COSTA, 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, 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 possuir pacote tecnológico com informações técnico científicas que respaldam a viabilidade

de sua produção é comum sua utilização, dentre os eucaliptos destacam-se os eucaliptos *Corymbia citriodora*, *E. urophylla* e *E. cloeziana* 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 *Corymbia citriodora* apresenta fisiologia adaptável as condições de clima do Brasil tem incremento volumétrico e forma de fuste interessantes e também sua madeira 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 tornam sua utilização interessante, todavia informações sobre 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 utilizada para finalidade de produção de celulose, painéis de fibras, serraria, postes dormentes e carvão (MOURA, 2004).

O clone I144 (*E. urophylla*) é amplamente cultivado, apresenta alta eficiência na utilização de nutrientes e é tolerante a déficits hídricos (PALADZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013). CRIPRIANI, VIEIRA e GODINHO (2013) ao avaliar o crescimento de 4 clones de *E. urophylla* e *E. 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, é característico 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 ($p < 0,05$).

MÜLLER et al. (2014) ao avaliarem o desenvolvimento do pinhão-mansão em sistema agrossilvipastoril e silvipastoril evidenciaram maior desenvolvimento da árvore em sistema de iLPF e justificam que a partir da maior capacidade da árvore de buscar nutrientes em profundidade e, assim, aproveitar a adubação residual da cultura do milho, o que denota a complementariedade do sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iLPF 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.

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 desses é determinante no sucesso da iLPF.

Além do que, 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.

Por fim, com objetivo de diminuir a possibilidade de insucesso do sistema, promover maior produtividade com qualidade dos componentes da iLPF e garantir a

sustentabilidade da atividade são essenciais pesquisas nas distintas regiões brasileiras.

REFERÊNCIAS

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. **Agronomía Costarricense**, San Pedro de Montes Oca, v. 40, n. 1, p. 29 - 39, 2016.

ALVES, B. J. R.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop-livestock-forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Ithaca, v. 108, n. 1, p. 1-4, 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.

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: 31 out. 2018.

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

BRAVIN, M. P.; OLIVEIRA, T. K. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraés sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 10, p. 762 – 770, 2014.

CAVALLARI, L. A.; SOARES, C. M. J.; OLIVEIRA, M. S.; RAMBO, J. R. Produção de fitomassa e cobertura do solo de crotalaria juncea. **Cadernos de Agroecologia**, Recife, v. 11, n. 2, 12 p, 2016.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILLO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 204 – 212, 2013.

CHIEZA, E. D.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. S.; ESPÍNOLA, J. A.; FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com Crotalaria juncea L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 189 - 196, 2017.

CIPRIANI, H. N. **Crescimento inicial de clones de eucalipto em Vilhena, RO**. Porto Velho: EMBRAPA RONDÔNIA, 2013, 3p.

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

DIAS, J. R. M.; REINICKE, T. M.; FERREIRA, E.; STARLING, L. C. T.; SOUZA, F. R.; BERGAMIN, A. C.; PARTELI, F. L. Milho consorciado com capim tifton na Amazônia sul ocidental. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 272 – 274, 2016.

EMBRAPA AGROSILVIPASTORIL. ILPF EM NÚM3R05: 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 Getúlio 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. **Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production**. 2013. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/018/i3288e/i3288e.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

FAO. **Status of the world's soil resources**. 2015. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199E.pdf>>. Acesso em: 30 out 2018.

FERNANDES, M. S.; FINCO, M. V. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária e políticas de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 182-190, 2014.

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, J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; BARLOW, J.; BARRETO, P.; BERENQUER, E.; BUSTAMANTE, M.; GARDNER, T. A.; LESS, A. C.; LIMA, A.; LOUZADA, J.; PARDINI, R.; PARRY, L.; PRES, C. A.; POMPEU, P. S.; TABARELLI, M.; ZUANON, J. Brazil's environmental leadership at risk. **Science**, Washington, 346, n. 6210, p. 706 - 707, 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. 2017.

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.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 409 – 417, 2013.

GAMA, T. C. M.; VOLPE, E.; LEMPP, B. Biomass accumulation and chemical composition of Massai grass intercropped with forage legumes on na integrated crop-livestock-forest system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 43, n. 6, p. 279 – 288, 2014.

GARNETT, T.; APPLEBY, M. C.; BALMFORD, A.; BATEMAN, I. J.; BENTON, T. G.; BLOOMER, P.; BURLINGAME, B.; DAWKIS, M.; DOLAN, L.; FRASER, D.; HERRERO, M.; HOFFMANN, I.; SMITH, P.; THORNTON, P. K.; TOULMIN, C.; VERMEULEN, S. J.; GODFRAY, H. C. J. Sustainable intensification in agriculture: Premises an Polices. **Science**, Washington, v. 341, p. 33 - 34, 2013.

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

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. **Nutririon 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.

IBÁ. **Relatório 2017.** 2017. Disponível em: <
https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em:
 31 out. 2018.

INOMOTO, M. M. et al. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milho e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 125-129, 2008.

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.

KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. Coberturas vegetais, manejo do solo, dose de nitrogênio e seus efeitos na nutrição mineral e nos atributos agronômicos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1322 – 1333, 2015.

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. Decomposition, 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.

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 Coffee Plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 41, e0160178, 10 p, 2017.

MIDEGA, C. A. O.; SALIFU, D.; BRUCE, T. J.; PITCHAR, J.; PICKETT, J. A.; KHAN, Z. Cumulative effects and economic benefits of intercropping maize with food legumes on *Striga hemonhica* infestation. **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 a agro-silvopastoral system for mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1148 – 1153, 2011.

MÜLLER, M. D.; PARCIULLO, D. S.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D.; CASTRO, C. R. T. Desenvolvimento vegetativo de pinhão-manso em diferentes arranjos de plantio em sistemas agrossilvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 7, p. 506 – 514, 2014.

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.

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.

OJIEM, J. O.; FRANKE, A. C.; VANLAUWE, B.; RIDDER, N.; GILLER, K. E. Benefits of legume-maize rotations: Assessing the impact of diversity on the productivity of smallholders in Western Kenya. **Field Crops Research**, Amsterdã, 2014, v. 168, n. 1, p. 75 – 85, 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. OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIAN, J. L.; SANTOS, D. C. **Sistema Santa Brígida** - Tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas. Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

OLIVEIRA, V. R.; SILVA, P. S. L.; PAIVA, H. N.; PONTES, F. S. T.; ANTONIO, R. P. Growth of arboreal leguminous plants and maize yield in agroforestry systems. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 679 – 688, 2016.

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.

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 jul. 2017.

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.

REID, W. V.; CHEN, D.; GOLDFARB, L.; HACKMANN, H.; LEE, Y. T.; OSTROM, E.; RAIVIO, K.; ROCKSTRÖM, J.; SCHELLNHUBER, H. J.; WHYTE, A. Earth system Science for global sustainability: Grand Challenges. **Science**, Washington, v. 330, p. 916 – 917, 2010.

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.

SÁ, J. C. M. de; LAL, R.; CERRI, C. C.; LORENZ, K.; HUNGRIA, M.; CARVALHO, P. C. de F. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change

advance food security. **Environment International**, Amsterdã, v. 98, n. 1, p. 102-112, 2016.

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.

SATO, J. H.; FIGUEIREDO, C. C.; LEÃO, T. P.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 189 – 193, 2012.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Cultivo de milho sob influência de renques de paricá em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 5, n. 1, p. 110 – 114, 2015b.

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 dunni na região sudoeste do paraná. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Curitiba, v. 1, n. 2, 2014.

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. 2017.

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.

THORNTON, P. Livestock production: recente trends, future prospects. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, Londres, v. 365, n. 1554, p. 2853 – 2867, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES JUNIOR, D. J.; LOSS, A. Production, decomposition of residues and yield of maize and soybeans grown on cover crops. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 451 – 459, 2015.

VARELLA, A. C.; BARRO, R. S.; SILVA, J. L. da; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; SAIBRO, J. C. de. Silvopastoral Systems in the cold zone of Brazil. In: PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. **Silvipastoral systems in Southern South America**. Springer International Publishing, 2016, cap. 10, p. 231 - 255.

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; GONCALEZ, J. C.; JOAQUIM, M. S. Determinants of the brazilian amazon 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.

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

CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1

Desenvolvimento inicial de espécies de Eucalipto em diferentes arranjos em iLPF no Cerrado

Initial development of eucalyptus species in different arrangements in iCLF in Cerrado

RESUMO

A agropecuária brasileira destaca-se a nível mundial quanto a produção e exportação, contudo seu caráter extrativista causa impacto ambiental e insustentabilidade da produção. O modelo de iLPF possibilita diversificar e intensificar a produção por área aliado a ecoeficiência, contudo a complexidade do sistema exige correta aplicação da tecnologia. Objetivou-se com esse estudo avaliar o desempenho das espécies *Corymbia Citriodora*, *Eucalyptus spp.* clone I144 e *E. cloeziana* em arranjo de linha simples e tripla e espaçamento entre árvores de 1, 2 e 3 m. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial com três espécies, dois arranjos e três espaçamento entre árvores (3x2x3), que totalizou 18 tratamentos com 2 repetições cada. Avaliou-se altura das árvores, área da copa, diâmetro na altura do peito (DAP) e volume por árvore e por hectare. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de LSD a 5% de probabilidade. Não ocorreu interação entre os fatores. O *E.* 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: silvipastoril, agrossilvipastoril, silvicultura, floresta plantada.

ABSTRACT

The Brazilian farming stand out worldwide as to production and exportation, however its extractive character causes environmental impact and unsustainability of production. The iCLF model enables diversify and intensify the production per area ally to ecoefficiency, but the system complexity demand correct apply of technology. The objective of this study was evaluate the development of species *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus spp.* clone I144 e *E. cloeziana* in arrangement with single and triple row and tree spacing between 1, 2 and 3 meters. The experimental design utilized was entirely randomized in factorial scheme with three species, two arrangements and three densities (3x2x3), that totaled 18 treatments with two replicates each. Was evaluated the height, treetop area, diameter at breast height (DBH) and volume per tree and per hectare. The data were submitted to analysis of variance and LSD test to 5% probability. There was no interaction between the factors. The *E.* I144 clone presented the superior development in all tested variables. The triple row arrangement provided trees higer and with higher volume per hectare. The bigger spacing between trees resulted in higher volume per tree and smaller per hectare and the reverse occurred with the less spacing between trees in planting.

Key words: agrossilvopastoral, forestry, planted forest, silvopastoral.

Introdução

O Brasil ocupa posições de destaque quanto a 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 e proporções continentais do país. Todavia o caráter extrativista da agropecuária caracterizado por exaurir e assim degradar as áreas utilizadas, não corrigir, e seguir com a expansão em novas áreas causou prejuízos ambientais aos principais biomas do país o que contribui para insustentabilidade da atividade (TAVARES FILHO et al., 2014).

Em contrapartida a crescente necessidade por alimento da população mundial exige intensificação da produção em volume e qualidade de produto (GOUEL e GUIMBARD, 2017), por isso é urgente a necessidade de racionalização do processo produtivo para o tornar mais eficiente e menos prejudicial.

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

O modelo de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) propõe produzir grãos, proteína animal e recursos madeireiros e não madeireiros na mesma área em rotação, sucessão e ou consórcio, 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).

Porém, para usar dos benefícios do sistema a correta aplicação da tecnologia é imprescindível, por isso conhecimento técnico e planejamento são peças chave e um ponto crítico é a implantação do componente florestal, pois este permanecerá na área por mais tempo que as demais, portanto para mitigar efeitos negativos e viabilizar os positivos a longo prazo é necessário pesquisa e planejamento sobre modelo de plantio e espécie a se utilizar aliado a particularidades de ambiente e finalidade produtiva na implantação deste (ALVES, et al., 2017).

Pulrolnik et al. (2010) testando espécies nativas como o Angico-Vermelho, Cedro, Guapuruvu, Mogno e Jequitibá e também não nativas como *Eucalyptus cloeziana* e *E. urograndis* em sistema silvipastoril, observaram maior desenvolvimento do *Eucalyptus* indicados por esses também por sua adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região do Cerrado.

As árvores da espécie *Eucalyptus spp.* se destacam no cenário nacional ocupando 5,7 dos 7,8 milhões de hectares de florestas plantadas no país, com produção média de 36 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e existe mercado para produção de celulose, papel, carvão e serralheria (IBÁ, 2017).

Contudo existem diversas espécies de *Eucalyptus spp.* com características e desempenho e utilizações distintas, por exemplo dentre os clones comerciais o I144 destaca-se quanto a velocidade de desenvolvimento e produção de madeira e é uma excelente alternativa para produção de carvão vegetal (PROTÁSIO et al., 2014), já a espécie *Corymbia citriodora* embora com velocidade de crescimento menor, as folhas produzidas podem ser utilizadas para extração de óleos essenciais e sua madeira tem características físicas interessantes a utilização como madeira serrada (TIRLONI et al., 2011; REIS et al., 2013; MELO et al., 2016), e o *Eucalyptus cloeziana* com desenvolvimento inicial reduzido até os três primeiros anos, mas que a longo prazo tem potencial em produzir madeira de excelente qualidade como madeira serrada e alto valor agregado (REIS et al., 2017; JUIZO et al., 2014), todas essas com características interessantes ao uso em iLPF (PALUDZYSZYN FILHO e SANTOS, 2013).

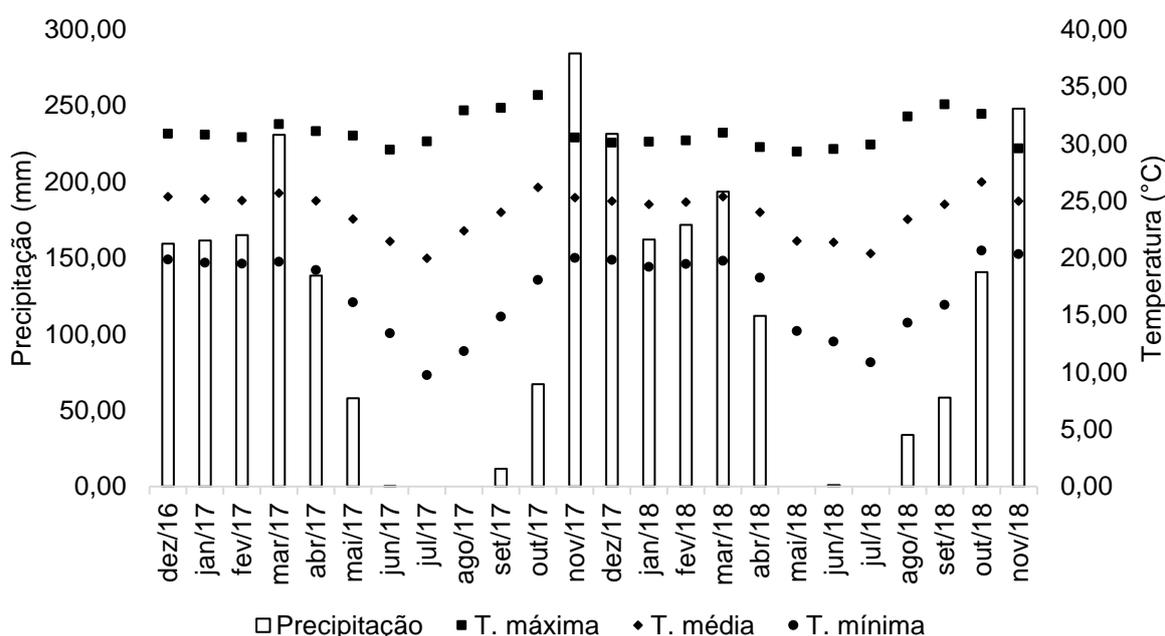
Entretanto para escolha da espécie florestal que irá compor o ambiente de integração as características produtivas não são as únicas é importante também observar características de forma como copa pequena e de baixa densidade, fuste reto e sem bifurcações, potencial em promover ciclagem de nutrientes, ausência de toxicidade aos animais nas folhas e frutos, valor agregado e procura do mercado regional, além do manejo adotado no sistema e velocidade de retorno do capital investido (FRANCHINI et al., 2011).

Relacionado ao manejo os arranjos espaciais e densidades utilizadas de plantio são de extrema importância para a logística e desenvolvimento do sistema, pois pode dificultar o manejo da lavoura, pastagem e mecanização da área, além do que esses podem influenciar na produção por árvore e área, pois poderá favorecer competição por água, luz e nutrientes o que pode ser positivo a produtividade (OLIVEIRA et al., 2009; REINER et al., 2011) ou negativo para o desenvolvimento das árvores (RONDON, 2002).

Portanto objetivou-se com esse trabalho verificar o desempenho das espécies *Corymbia citriodora*, *eucalyptus spp.* clone I144 e *E. cloeziana*, arranjo de linha simples e tripla e espaçamentos de um, dois e três metros entre árvores no desenvolvimento dessas nos primeiros 24 meses de crescimento em sistema de iLPF.

Materiais e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido 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 de, precipitação e temperatura do período experimental está ilustrado na Figura 1.



Fonte: UFG, 2018.

Figura 1 - Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período de dezembro de 2016 até novembro de 2018 da região do Centro goiano.

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 a aproximadamente 14 anos, sem receber adubação e correção.

O experimento foi delineado em um esquema fatorial 3x2x3, totalizando 18 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) e três espaçamentos (1, 2 e 3 metros entre árvores). Dessa forma foi possível avaliar o efeito de 6 densidades populacionais (fustes por hectare), variando de 222 a 1428 árvores por hectare. O espaço entre arranjos foi de 15 metros e entre linhas no arranjo triplo de 3 metros como esquematizado na Figura 2.

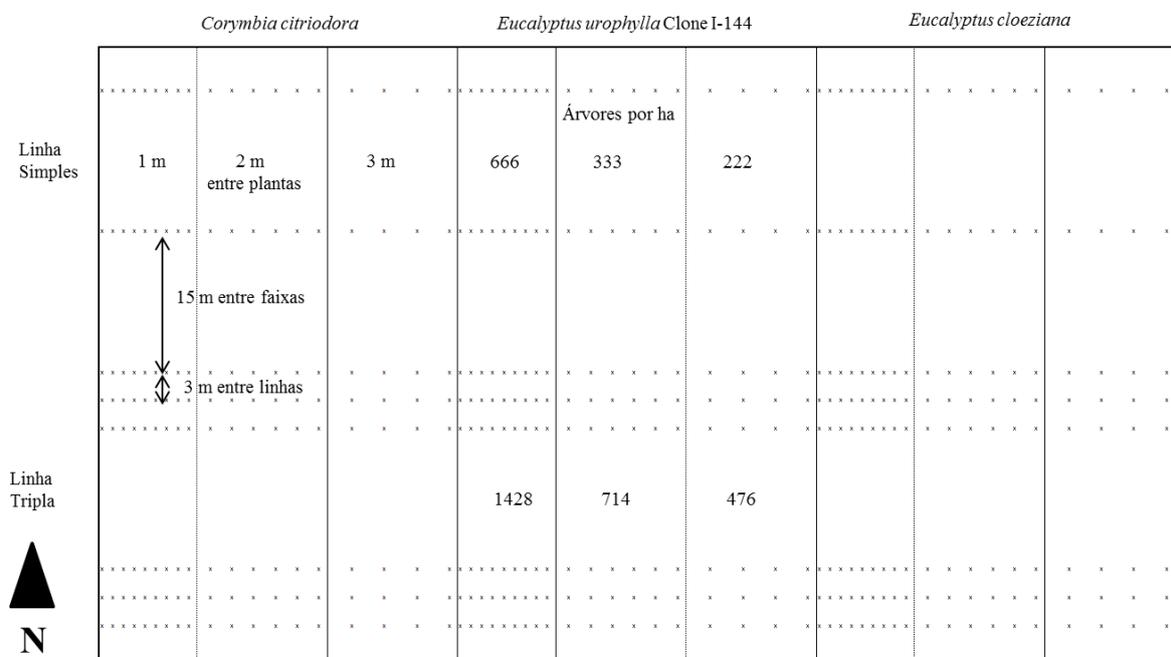


Figura 2 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada na fazenda escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luis de Montes Belos.

No mês de outubro de 2016 realizou-se a coleta do solo, para caracterização inicial nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, com os resultados dispostos na Tabela 1, também nesse mês o capim foi dessecado com herbicida a base de *glifosato* conforme as recomendações do fabricante.

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

O plantio das árvores foi realizado na data 09/12/2016 e plantio no dia seguinte, seguindo o delineamento experimental. A adubação de plantio foi realizada em função dos espaçamentos de 1, 2 e 3 metros nas quantidades de 60, 120 e $180 \text{ g árvore}^{-1}$ 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 no plantio foi realizado com cupinicida

base de *imidacloprido* e a partir desse contínuo com inseticidas em pó a base de *fipronil* e granulado a base de *sulfluramida*.

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

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.

Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

A primeira lavoura foi semeada em 23/12/2016 composta pelo consórcio de milho e *Crotalaria juncea*. A colheita de grãos realizada 120 dias após e a partir desse período foi realizado manejo das plantas para formação de palhada e 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. Na primeira aplicou-se 20, 100 e 60 kg ha⁻¹ de N, P e K no plantio e 70 kg ha⁻¹ de N e K na cobertura e na segunda 20, 100 e 60 kg ha⁻¹ de N, P e K e 80 kg ha⁻¹ de N e K no plantio e cobertura respectivamente.

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 à 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. A segunda para fornecer somente o Boro devido a 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 da floresta foram iniciadas 90 dias após o plantio, foi avaliado a largura da copa sentido a linha (LCL) e a entre linha (LCEL) de todas as árvores com a utilização de fita métrica nos meses 3, 6 e 10 quando as copas das árvores se encontraram. Com os valores de LCL e LCEL obteve-se o área da copa (AC) a partir da seguinte equação: $AC = ((LCL+LCEL) \div 2)^2 * \pi \div 4000$.

A altura foi aferida nos meses 3, 6, 10, 16, 19, 22 de desenvolvimento da árvore nesses três primeiros com uso de fita métrica e nos demais com Clinômetro Eletrônico Haglöf ECC II[®].

Após um ano do plantio das árvores na data de 19/12/2017 foi iniciada a avaliação de circunferência a altura do peito (CAP) das árvores e essa ocorreu com intervalos de 30 dias e foi concluída na data 19/12/2018. Para mensuração do CAP utilizou-se fita métrica graduada em cm e a medida era tomada à 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 a 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:

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

onde,

V_p: volume por planta (m³);

DAP: diâmetro a altura do peito (cm);

H: Altura;

f: fator de forma (0,50);

E 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 e de 1428, 714 e 476, respectivamente no Triplo.

No processamento de dados a ausência de casualização foi uma limitação do delineamento, visto que esta seria danosa devido ao efeito que um fator (principalmente o fator espécie) pode causar sobre os demais. Dessa forma foi adicionado um termo residual adicional

no modelo de análise das variâncias (teste F) a fim de contornar essa limitação. Antes da execução das análises os dados foram testados quanto a 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 edition.

Resultados e Discussão

O desenvolvimento das árvores em altura foi influenciado individualmente pelas espécies e arranjos utilizados ($p < 0,05$), porém sem influência dos espaçamentos entre árvores (Tabela 2) testadas e a interação entre esses fatores até os 23 meses de desenvolvimento das árvores.

Tabela 2 - Médias da altura em metros observada nos 3º, 6º, 10º, 16º, 19º e 22º mês de desenvolvimento das árvores espaçadas a 1, 2 e 3 metros em sistema de iLPF.

Espaçamento entre árvores	Altura (m)					
	Meses					
	3	6	10	16	19	22
1	1,47	2,93	3,16	5,61	7,58	7,81
2	1,43	2,92	3,22	5,79	7,72	7,69
3	1,54	2,92	3,32	6,01	7,89	8,05

Como ilustrado na Tabela 3 o fator espécie foi fonte de influência em todas seis aferições com maiores médias de altura para a espécie Clone, seguido pela Citriodora e a Cloeziana essa com menores médias de altura como quantificado na Tabela 3.

Ao comparar-se a primeira média de altura de cada espécie com a última das mesmas afere-se que a Citriodora aumentou 5,9 vezes da altura inicial, Cloeziana 5,2 e o Clone 5,5, portanto observa-se que a progressão das espécies foi equivalente, mas que o principal diferencial foi o potencial genotípico de cada espécie. Visto que as médias obtidas no Clone foram 35 e 65% maior, em média, que as observadas na Citriodora e Cloeziana, respectivamente.

Tabela 3 - Médias da altura em metros observada nos 3°, 6°, 10°, 16°, 19° e 22° mês de desenvolvimento das espécies Citriodora, Cloeziana e Clone em sistema de iLPF.

Espécies	Altura (m)					
	Meses					
	3°	6°	10°	16°	19°	22°
Citriodora	1,35b	2,72b	3,08b	5,48b	7,55b	7,90b
Cloesiana	1,20c	2,26c	2,41c	4,59c	5,97c	6,29c
Clone	1,88a	3,80a	4,21a	7,33a	9,83a	10,26a

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

Sobre a altura da espécie *Corymbia citriodora* Tirloni et al. (2011) em Ponta Porã, MS, também em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico obtiveram aos 13, 16, 20 e 24 meses alturas aproximadas de 2,0, 3,0, 4,8 e 7,3 m, essas inferiores aos encontrados desde o 11° mês de avaliação nesse experimento. Contudo Morais et al. (2010) evidencia para essa espécie o efeito do ambiente sobre o desenvolvimento da planta, por isso as diferentes condições ambientais descritas anteriormente justificam a discrepância encontrada entre os estudos.

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, portanto maior em 1,87 m do que o obtido aos 17 meses, embora que inserido no mesmo bioma e com condições de edafoclimáticas semelhantes, porém inserido em altitude maior o que beneficia o desenvolvimento da Cloeziana, além das condições enfrentadas como deficiência de boro e ataque por *Costalimaita ferrugínea* que justificam essa diferença. 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, portanto também inferiores, embora que em condições edafoclimáticas diferentes evidencia o potencial da região do Cerrado para produção.

O desenvolvimento do Clone I144 foi inferior ao obtido por Gazola et al. (2015), também na região do Cerrado, mas em Três Lagoas, MS, com essa espécie em monocultivo, em que aos 12, 15, 18 e 21 meses obtiveram alturas médias de 6,1, 9,9, 12,1 e 12,7 m, respectivamente, enquanto a maior média de altura aferida nesta espécie foi de 10,26 m aos 23 meses. Devido as semelhanças edafoclimáticas essa diferença pode ser atribuída ao sistema de cultivo, no caso o sistema de integração pode ter afetado negativamente o desenvolvimento do clone I144 em altura.

Em relação aos arranjos utilizados pode-se observar na Tabela 4 que o arranjo Simples proporcionou maior altura no 3° mês de plantio, no 6° os arranjos não diferiram ($p < 0,05$) e nos demais o ambiente do arranjo Triplo resultou em árvores mais altas. O que corrobora com o

encontrado por Ferreira et al. (2016), embora neste ao avaliarem também aos 32 meses, não observaram mais esse fenômeno, que indica expressão desses arranjos somente nesse período inicial de desenvolvimento da árvore.

Assim como o observado por Kruschewsky et al. (2007) e Oliveira et al. (2009) ao utilizarem *Eucalyptus spp.* no estado do Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, em teste com quatro e 11 arranjos espaciais, respectivamente, mas ambos em região de Cerrado e sistema de iLPF observaram maiores índices de altura nos arranjos mais adensados com 3,33 x 2, 3,33 x 3 e 5 x 2 m, nesses obtiveram alturas em média de 12,02 e 8,76 m, respectivamente, aos 18 meses esses valores superiores aos encontrados aos 17 (Tabela 3), contudo esses trabalhos evidenciam a variabilidade de resposta espécies semelhantes no bioma Cerrado.

Esse maior desempenho em altura em condições de plantio adensados, com ênfase para áreas com poucos recursos como o Cerrado, é atribuído a 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). Todavia Prasad et al. (2010) no sul da Índia também com *Eucalyptus spp.* em sistema agrosilvipastoril não verificaram diferença entre as alturas até o 48º mês de desenvolvimento das árvores.

Ao comparar os valores da Tabela 4 em cada mês em que ocorreu diferença estatística, entre arranjos, pode-se observar que no 3º mês o arranjo simples foi 17% maior que o triplo, já no 10º o triplo foi 8% maior, no 16º 47%, 19º 21% e ao 22º 20% maior, ou seja o maior contraste é observado no 16º mês o que é justificado a partir da concentração de chuvas no cerrado no período que antecedeu essa avaliação, pois do 10º mês para o 16º o crescimento no arranjo simples e triplo foram na ordem de 52 e 105%, o que evidencia o efeito dos arranjos.

Tabela 4 - Médias da altura em metros observada no 3º, 6º, 10º, 16º, 19º e 22º mês de desenvolvimento das árvores dos arranjos Simples e Triplo em sistema de iLPF.

Arranjos	Altura (m)					
	Meses					
	3	6	10	16	19	22
Simples	1,6a	2,88	3,10b	4,70b	7,05b	7,16b
Triplo	1,36b	2,97	3,37a	6,90a	8,52a	8,59a

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

Em relação ao desenvolvimento da copa em área arranjo e espécie foram fontes significativas de variação ($p>0,05$) como ilustrado na Tabela 5, enquanto o espaçamento entre árvores e as interações entre esses três não.

Tabela 5 - Médias da área da copa em m² observada no 3^o, 6^o e 9^o mês de desenvolvimento da árvore em função dos fatores espécie, arranjo e espaçamento entre árvores, em sistema de iLPF.

Fatores	Área da copa (m ²)		
	Meses		
	3	6	10
	Espécies		
Citriodora	0,97b	1,95b	2,14b
Cloeziiana	0,61c	1,86b	2,23b
Clone	1,34a	2,36a	2,96a
	Arranjos		
Simple	1,01	1,81b	1,96b
Triplo	0,94	2,30a	2,93a
	Espaçamento entre árvores		
1	0,93	1,77	2,40
2	0,98	2,21	2,34
3	1,02	2,19	2,59
CV%	5,8	5,9	5,4

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

Quanto as espécies o Clone apresentou maior média nos três meses de aferição, no 3^o mês a espécie Cloeziiana proporcionou menor média e Citriodora a intermediária, contudo nos demais ambas não diferiram ($p<0,05$). Relacionado aos arranjos no 6^o e 10^o mês o Triplo proporcionou maior área de copa, pois nesse a competição por luz, água e nutrientes e por isso a árvore desenvolveu mais estruturas para captar esses (REINER et al., 2011) o que não ocorreu no simples. Embora os arranjos não tenham diferido no 3^o mês, deveu-se ao ainda estabelecimento das árvores.

O maior desenvolvimento do clone I144 em área de copa pode ser explicado devido ao maior desempenho também em altura nesses meses, portanto maior desenvolvimento inicial, contudo o *E. cloeziiana* mesmo com menor desenvolvimento em altura teve o mesmo desempenho que o *C. citriodora* em volume de copa.

O DAP foi influenciado pelas espécies e espaçamentos utilizados em todos meses de aferição, o arranjo influenciou somente no 13^o, 14^o e 15^o mês de desenvolvimento das árvores ($p>0,05$) como ilustrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm do 12º ao 24º 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 (cm)												
	Meses												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Espécies												
Citriodora	3,30b	3,84b	4,39b	4,91b	5,67b	5,65b	6,14b	6,21b	6,32b	6,36b	6,59b	7,05b	7,07b
Cloeziana	2,68c	3,19c	3,86c	4,52c	5,29b	5,69b	5,80b	6,02b	6,19b	6,08b	6,14b	6,93b	7,16b
Clone	5,05a	5,70a	6,50 ^a	7,33a	8,20a	8,54a	8,66a	8,89a	8,99a	8,93a	9,07a	9,87a	10,26a
	Arranjos												
Simples	3,54	3,98b	4,75b	5,42b	6,31	6,65	7,05	7,27	7,11	7,31	7,48	8,45	8,73
Triplo	3,82	4,51a	5,08a	5,75a	6,46	6,69	6,97	7,10	6,89	7,11	7,26	8,16	8,34
	Espaçamento entre árvores												
1	3,29c	3,74c	4,38c	4,96c	5,74c	5,88c	6,11c	6,30c	6,20c	6,40c	6,59c	7,23c	7,48c
2	3,70b	4,31b	4,98b	5,57b	6,48b	6,81b	7,16b	7,32b	7,36b	7,53b	7,71b	8,51b	8,67b
3	4,05a	4,68a	5,38a	6,22a	6,94a	7,33a	7,78a	7,88a	8,04a	8,37a	8,40a	9,18a	9,46a
CV%	3,86	2,38	2,58	1,83	2,55	1,77	1,74	1,92	1,97	1,61	1,67	1,60	2,02

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

Dentre as espécies o clone I144 apresentou maior média de DAP do mês 12 até o 24º, enquanto a Citriodora entre o 12º e 15º mês apresentou a segunda maior média e nesse mesmo período a Cloeziana a menor média de DAP, contudo a partir do 16º mês até o 24º Cloeziana e Citriodora não diferiram estatisticamente ($p>0,05$) como ilustrado na Tabela 6.

A partir desse comportamento pode-se aferir maior desenvolvimento do clone I144 em relação as demais tanto em DAP quanto em altura (Tabela 3), enquanto Citriodora e Cloeziana mesmo não diferindo em DAP a partir do 16º mês, ainda diferiram em altura nos meses avaliados, assim nesse período de 24 meses entre essas espécies nesse sistema a Citriodora desenvolveu-se mais em altura embora em DAP a Cloeziana tenha o mesmo desempenho.

Em relação as espécies testadas Li et al. (2017) com *E. Cloeziana* observaram DAP aos 18 meses de 3,57 cm, contudo neste experimento foi obtido nessa mesma época valor de 6,02, mas esse autor trabalhou com diferentes linhagens, com as árvores em monocultivo e na China. Lee et al. (2009) em teste com híbridos e espécies parentais de *C. Citriodora* na Austrália obtiveram DAP aos 36 meses, em média, de 6,60 cm, enquanto neste aos 24 meses obteve-se medida de 7,07, 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 de 8,93 cm.

O ambiente gerado pelo arranjo triplo promoveu maior desenvolvimento das árvores em DAP no mês 13, 14 e 15, entretanto no 12º e a partir do 16º ao 24º os arranjos de linha simples e triplo proporcionaram desenvolvimento igual em DAP das árvores como ilustrado na Tabela 6, contudo notou-se árvores mais altas no arranjo triplo do 10º até o 21º mês de avaliação (Tabela 2).

Portanto o arranjo triplo proporcionou árvores mais altas, porém em DAP as árvores não diferiram, 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 à 2 m o intermediário do 12º ao 24º 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 6.

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).

Quanto ao volume por árvore e o total produzido por hectare ocorreu efeito das espécies, espaçamento entre árvores e arranjos, contudo no volume individual esse só ocorreu no 8º mês ($p>0,05$) como ilustrado na Tabela 7.

O clone I144 assim como apresentou maior altura e DAP apresentou maior volume por árvore e por hectare aos 22 meses 3,5 e 2,5 vezes maior que a espécie Cloeziana e Citriodora, respectivamente. Embora a espécie Citriodora não tenha diferido em DAP da espécie Cloeziana em alguns meses desenvolveu-se mais em altura (Tabela 3), portanto também em volume individual e por hectare, assim a Cloeziana obteve menor desempenho nessas variáveis. Contudo o desenvolvimento inicial menor em comparação a outras espécies de *Eucalyptus spp.* é esperado, visto que esse 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 24º mês o desempenho obtido é justificado.

Tabela 7 - Médias dos volumes por árvore ($\text{m}^3 \text{árvore}^{-1}$) e hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) 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.

Fatores	Volume por árvore ($\text{m}^3 \text{árvore}^{-1}$)			Volume por hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)		
	Meses					
	8	19	22	8	19	22
	Espécie					
Citriodora	0,007b	0,012b	0,014b	4,762b	7,207b	8,497b
Cloesiana	0,005c	0,009c	0,009c	3,197c	5,532c	5,826c
Clone	0,0196a	0,032a	0,035a	12,281a	18,682a	20,767a
	Arranjo					
Simple	0,008b	0,02	0,02	3,113b	5,998b	6,850b
Triplo	0,013a	0,02	0,02	10,381a	14,951a	16,544a
	Espaçamento entre árvores					
1	0,008c	0,013c	0,015c	9,253a	13,857a	15,652a
2	0,011b	0,018b	0,020b	6,024b	9,605b	10,687b
3	0,013a	0,022a	0,024a	4,964c	7,960c	8,752c
CV%	6,42	6,29	5,59	6,18	6,43	6,07

Médias seguidas por letras diferentes na coluna, em função dos diferentes fatores, apresentaram diferenças estatísticas pelo teste LSD a 5%.

Embora em volume árvore^{-1} os arranjos só tenham diferido no 8º mês, com maior para o triplo, o volume por hectare diferiu em todos meses aferidos com maior nesses três para o triplo, pois o número de árvores por hectare nesse arranjo será maior que no simples devido o maior número de linhas por hectare. Aos 18 meses Oliveira et al. (2009) e Clemente et al. (2017) também com *Eucalyptus spp.* obtiveram volume árvore^{-1} de em média 0,015 e 0,023 m^3 , respectivamente, e Ferreira et al. (2016) obteve 7,0 $\text{cm}^3 \text{árvore}^{-1}$ aos 20 meses, esses diferentes dos obtidos (Tabela 7), contudo em condições ambientais diferentes.

Sobre os espaçamentos, o desempenho em volume foi análogo ao obtido em DAP, o que é justificado pelos espaçamentos testadas não terem exercido influência na altura das plantas (Tabela 2), assim mesmo indeferindo em altura devido a diferença em DAP o volume árvore^{-1} foi favorecido nos plantios com maior espaço entre plantas. Entretanto relacionado ao volume hectare^{-1} ocorreu o inverso, pois mesmo com volume individual menor nos plantios mais adensados, nesses a população de árvores por hectare é maior e conseqüentemente também o volume.

Diante desse comportamento quanto aos arranjos e espaçamento entre árvores utilizados afere-se que em plantios com maior espaçamento entre plantas a produção de madeira por árvore tende a ser maior, contudo 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

nessa, 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.

Conclusões

Não ocorreu interação dos fatores espécies, arranjos e espaçamentos entre árvores no desenvolvimento das árvores e produção de madeira até os 24 meses de desenvolvimento em sistema de iLPF.

A *Eucalyptus spp.* clone I144 apresentou maior desenvolvimento em altura, DAP, volume por árvore e por hectare que as demais espécies, a *Corymba citriodora* não diferiu em altura da *E. cloeziana*, contudo da *C. citriodora* a superou em DAP e volume.

O arranjo Triplo proporcionou árvores mais altas e com maior volume de madeira por hectare que o Simples.

O espaçamento de 3 metros entre árvores proporcionou maior DAP e volume de madeira por árvore e o de 1 metro o menor e 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 maior volume por árvore.

Referências

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.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop-livestock-forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, n. 1, p. 1-4, 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.

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.

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.

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.

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.

GOUEL, C.; GUIMBARD, H. **Nutrition Transition and Structure of Global Demand.** Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2017, 34 p.

IBÁ. **Relatório 2017.** 2017. Disponível em: <https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 31 out. 2018.

JUIZO, C. G. F.; ROCHA, M. P. da; BILA, N. F. Avaliação do rendimento em madeira serrada de Eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 543-550, 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.

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. 205-212, 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.

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.

MELO, L. E. L.; SILVA, J. R. M.; NAPOLI, A.; LIMA, J. T.; TURGILHO, P. F.; NASCIMENTO, D. F. R. Influence of genetic material and radial position on the anatomical structure and basic density of wood from *Eucalyptus spp.* and *Corymbia citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 611-621, 2016.

MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L.; MORAES, M. L. T. de; SEBBENN, A. M. Variação genética, interação genótipo solo e ganhos na seleção em teste de progênes de *Corymbia Citriodora* Hook em Luiz Antonio, São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 11-18, 2010.

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

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.

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 *Eucalyptus*-based agroforestry in Andhra Pradesh, Southern India. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 78, n. 3, p. 253-267, 2010.

PROTÁSIO, T. P.; GOULART, S. L.; NEVES, T. A.; ASSIS, M. R.; TRUGILHO, P. F. Clones comerciais de *Eucalyptus* de diferentes idades para o uso bioenergético da madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 101, p. 113-127, 2014.

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.

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

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

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região da mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.

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.

TIRLONI, C.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, O.; CARDICCI, HEID, D. M. Crescimento de *Corymbia citriodora* sob aplicação de boro nas épocas secas e chuvosas do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Silva Lusitana**, Oleiras, v. 19, n. 2, p. 185-194, 2011.

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

CAPÍTULO 3 – ARTIGO 2

Influência do arranjo e do espaçamento de *Eucalyptus* spp. na cultura do milho em sistema de consórcio

Influence of the arrangement and spacing of *Eucalyptus* spp. in maize on intercrop system

RESUMO

Frente aos cenários contrastantes de degradação ambiental e demanda por alimento e conseqüentemente intensificação da atividade agropecuária, é imperativo a adoção de sistemas que aliem intensificação da produção e benefícios ambientais. A integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) atende a esse requisito por meio da diversificação de produtos, recuperação e conservação do ambiente que está inserido, contudo devido ao número e individualidade de componentes envolvidos esse exige informação e correta aplicação da tecnologia para garantir sinergismo e não antagonismo entre os componentes. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de três espécies e eucalipto, arranjo de linha simples e tripla e espaçamento entre plantas de um, dois e três metros na cultura do milho consorciado com contralária na primeira safra e capim na segunda. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da UEG, Câmpus São Luís de Montes Belos, sob LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. A primeira lavoura foi implantada junto ao plantio das árvores, constituída pelo consórcio de milho grão e *Crotalaria juncea* e a segunda com as árvores com 14 meses de desenvolvimento e milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Nessas foi avaliado características de produção e desenvolvimento das plantas. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x2x3 com três espécies, dois arranjos e três espaçamento entre árvores na primeira lavoura, na segunda foi adicionado o fator distância nesse avaliou-se as variáveis à 2,5, 5,0 e 7,5 m em relação às árvores. Constatou-se que não ocorreram efeitos dos fatores na primeira lavoura seja no milho ou da *C. juncea*, contudo na segunda lavoura ocorreu efeito dos fatores e interações entre esses na produção de silagem, e de desenvolvimento das plantas. Por fim pode-se notar efeito negativo das menores espaçamento entre plantas, espaçamento entre plantas, arranjo triplo e proximidade aos renques sobre a produção de capim e da silagem.

Palavras-chave: agrossilvipastoril, *corymbia Citriodora*, *eucalyptus*, *Eucalyptus Cloeziana*.

ABSTRACT

In view of the contrasting scenarios of environmental degradation and demand for food and consequently intensification of agricultural activity, it is imperative to adopt systems that increase production and environmental benefits. The crop-livestock-forestry integration (iCLF) meets this requirement through the diversification of products, recovery and conservation of the environment that is inserted, however due to the number and individuality of components involved this requires information and correct application of technology to ensure synergism and no antagonism between the components. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of three species of eucalyptus, single and triple row arrangement, densities spaced between one, two and three meter plants in intercropped maize with contralaria in the first crop and grass in second. The study was conducted in farm school of UEG, São Luis de Montes Belos Campus, on dystrophic LATOSSOLO VERMELHO. The first crop was implanted next to the planting of the trees, constituted by intercrop of corn grain and *Crotalaria juncea* and the second with trees with 14 months of development and maize intercrop with *Urochloa brizantha* cv. Marandu. In these was evaluated yield and growth characteristics of maize plants. The experimental design was entirely randomized in factorial scheme 3x2x3 with three tree species, two arrangements and three densities of trees in the first crop, in the second crop was added factor of distance from the trees at 2,5, 5,0 and 7,5 meters. It was verified that there were no effects of

*Trabalho elaborado de acordo com as normas da Revista Semina: Ciências Agrárias, exceto que as figuras foram incluídas no corpo do texto ao invés de no final do documento.

the factors in the first crop or in *C. Juncea*. However in the second crop effects of factors and their interactions was noticed in silage yield and maize plants growth. Finally it can be noticed the negative effect of the minors densities and spacing between trees, and arrangement with three rows and proximity from the rows on grass yield and silage.

Key words: agrosilvopastoral, *Corymbia Citriodora*, *Eucalyptus*, *E. Cloeziana*.

Introdução

O crescimento populacional e a crescente demanda por alimentos contrasta com os níveis de degradação dos recursos naturais como solo e água, devido a prática não comedida da exploração dos recursos naturais, assim para atender a demanda por alimento é urgente a necessidade de intensificar, mas também racionalizar a produção para gerar mínimo impacto ambiental (TAVARES FILHO et al., 2014).

Com essa proposta os sistemas integrados de produção (SI) foram desenvolvidos com premissa básica de intensificar, diversificar e minimizar o impacto gerado pela atividade, por meio da recuperação do solo e o número de componentes consorciados, ou intercalados em produção na mesma área (FAO, 2010).

Dentre esses o modelo de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) consiste no cultivo consorciado, em sucessão ou rotação de lavoura, pecuária e floresta e a partir disso potencializar a produção na área e simultaneamente a recuperar e conservar (BALBINO et al., 2011). Esse modelo desde 1991 é citado como atividade que promove uso racional e estratégico da terra aliado a sustentabilidade (BRIENZA JUNIOR e YARED, 1991), além de ser alvo de políticas governamentais como o Programa ABC (Programa de Agricultura de Baixa emissão de Carbono) para incentivo por meio de financiamento.

Contudo o iLPF constitui um sistema que demanda conhecimento técnico e informações precisas para correta aplicação da tecnologia, pois se incorretamente implantado a desarmonia acarretará em prejuízos a todos componentes e consequentemente ao produtor (ALVES et al., 2017).

Dentre os componentes em integração o florestal é o com maior poder de influência sobre os demais, devido ao tempo de permanência na área, sombra e ambiente de competição gerado, além de ser também o que exige maior investimento inicial, portanto sua correta implantação contribui para o sinergismo no sistema (BALBINO et al., 2011).

Portanto fatores sobre a floresta que devem ser decididos em função da logística e finalidade de produção do sistema são a escolha da espécie, arranjo e densidade de plantio devido a influência desses sobre o desenvolvimento da lavoura e pecuária (PACIULLO et al. 2011; MOREIRA et al. 2018).

A produção de milho grão ou silagem é amplamente praticada no Brasil e também em ambiente de iLPF, por ser uma cultura com valor econômico agregado e alta demanda de mercado, em que a produção de milho grão é a terceira maior a nível mundial com 82 milhões de toneladas produzidas na safra 2017/18 (USDA, 2018) e a nível nacional Goiás também com terceiro maior volume produzido de 9,7 milhões de toneladas na safra 2018/19 (CONAB, 2019).

Em ambiente de iLPF Domingues et al. (2017), com lavoura de milho observaram influência significativa do componente arbóreo em função da sombra gerada em diferentes faixas de distância a partir dos renques. Portanto essa influência depende também da velocidade em que a árvore se desenvolve, ou seja, do seu potencial genotípico e o ambiente em que está inserida.

Na lavoura pode-se ainda aplicar diferentes modelos de consórcio com a finalidade de construção da fertilidade do solo e sua proteção e conseqüentemente potencializar a produção do sistema a longo prazo. Dentre esses o consórcio com leguminosas (OLIVEIRA et al., 2010) e capim (MACHADO, 2011) são descritos como benéficos quanto a ciclagem de nutrientes no sistema, proteção do solo e sem prejuízos a produção da cultura principal quando implantado corretamente.

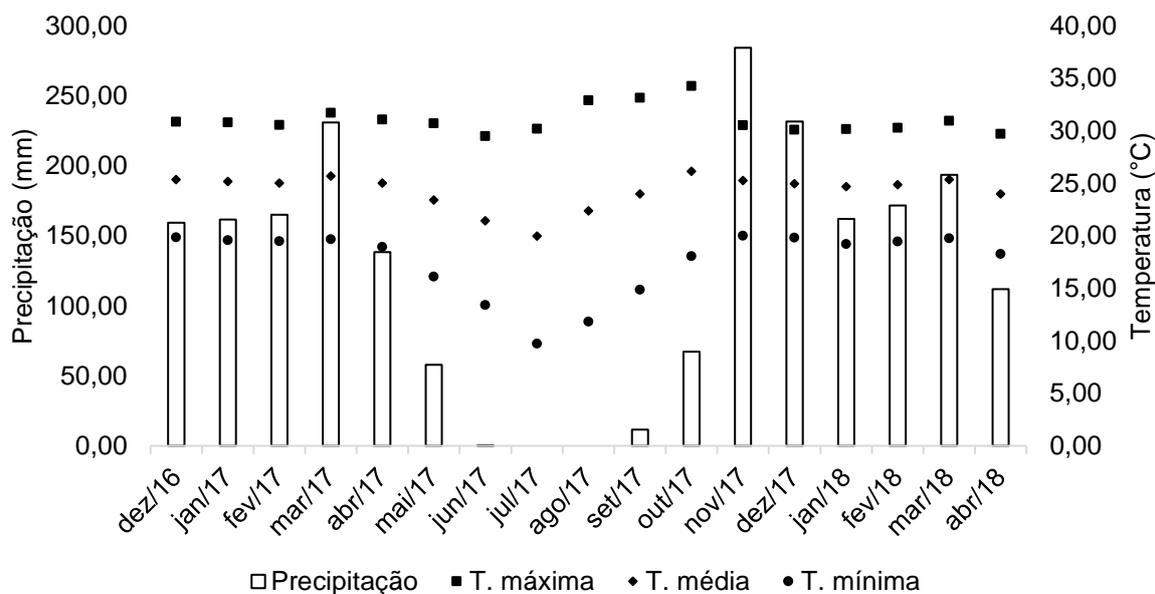
Quanto a espécie de leguminosa *A Crotalaria juncea* é uma alternativa interessante para a produção de palha, cobertura do solo e também promover ciclagem de nutrientes ao solo. Aos 110 dias tem potencial em acumular 43,7 Mg ha⁻¹ de massa verde de crotalária, com 150 kg ha⁻¹ de N e relação C:N de 43,9:1, além de benefícios a da lavoura (PISSINATI et al., 2018; CHIEZA et al., 2017).

O consórcio com capim possibilita implantar a pastagem para alimentação animal ou formação de palhada para proteção do solo, além de favorecer o uso racional da terra (PARIZ et al. 2017) e, portanto, favorecer o ambiente de integração. Com a finalidade de produção de silagem o consórcio da lavoura de milho com capim possibilita ainda maior volume produzido (BESSA et al., 2018).

Portanto objetivou-se com esse estudo verificar o efeito das espécies *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus spp.* clone I144, de arranjos de linha simples e tripla, e árvores espaçadas a um, dois e três metros nas características agrônômicas da lavoura de milho consorciada com *C. juncea* durante o desenvolvimento inicial das árvores, e após 14 meses de desenvolvimento o efeito na lavoura de milho em consórcio com capim Marandu.

Materiais 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), em que os dados de precipitação e temperatura mínima, média e máxima estão dispostos na Figura 3.



Fonte: UFG, 2018.

Figura 3 - Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período de dezembro de 2016 até novembro de 2018 da região do Centro goiano.

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 a aproximadamente 14 anos, sem receber adubação e correção.

O experimento foi delineado inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3x2x3, totalizando 18 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) e três espaçamentos (1, 2 e 3 metros entre árvores). O espaço entre arranjos foi de 15 metros e entre linhas no arranjo triplo de 3 metros como esquematizado na Figura 4.

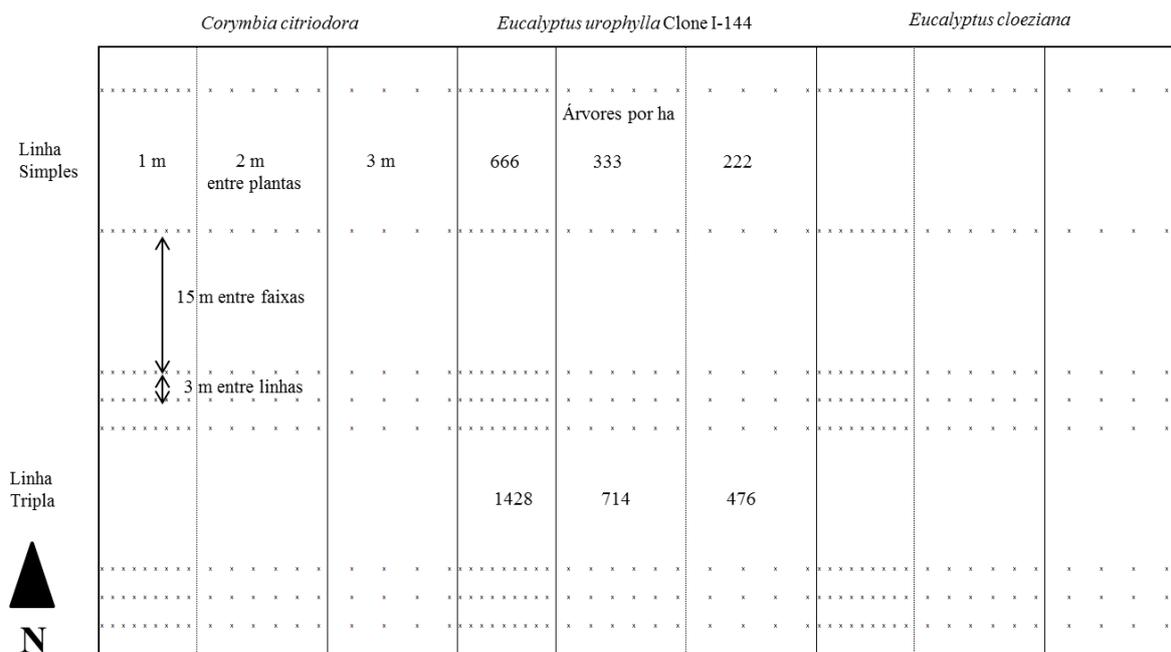


Figura 4 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantada na fazenda escola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luis de Montes Belos.

Na segunda lavoura o fator distância foi adicionado, nesse as avaliações foram realizadas à 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores, tornando o esquema em 3x2x3x3 com 54 tratamentos com duas repetições.

No mês de outubro de 2016 foi coletada uma amostra composta de solo, para caracterização inicial nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, com os resultados dispostos na Tabela 8. Também no mês de outubro o capim foi dessecado com produto a base de *glifosato* na dose indicada pelo fabricante.

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

O plantio das árvores foi realizado no dia 09/12/2016 em função do delineamento experimental. A primeira lavoura do consórcio milho e crotalária foi implantada na data 23/12/2016. Foi utilizado as sementes de milho (*zea mays*) híbrido cv. DKB 390 PRO 3 e de crotalária (*Crotalaria juncea*) cv. IAC-KR1, essas com taxas de sobrevivência e germinação de 81 e 70%, respectivamente.

Para o plantio de milho e crotalária utilizou-se uma semeadora convencional, com o milho na caixa de sementes e a crotalária na caixa de adubo junto ao mesmo. O milho foi plantado com estande de 70 mil plantas ha⁻¹ com espaçamento de linhas de 0,75 m e na entre linha foi plantada a crotalária na dose de 8 kg de sementes ha⁻¹ puras viáveis.

Tabela 8. Caracterização inicial do solo nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental.

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 manejo de adubação foi realizado conforme a metodologia de Sousa e Lobato (2004) com expectativa de produção de grãos de 10 t ha⁻¹, no plantio aplicou-se 20, 100 e 60 kg ha⁻¹ de N, P e K fornecidos por meio da fórmula 5-25-15 e a adubação de cobertura que ocorreu 30 dias após o plantio, foi utilizado 70 kg de N e K por meio da fórmula 20-00-20.

No momento da colheita, aos 120 DAE aferiu-se o estande final através da contagem de plantas em 4 m lineares nas linhas centrais de cada parcela, e em 10 plantas representativas localizadas nessas linhas centrais aferiu-se as alturas à inflorescência e espiga com o uso de régua graduada em cm, o diâmetro de colmo com o uso de paquímetro digital e também foram coletadas as espigas dessas plantas para obter-se produtividade de grãos através da pesagem das espigas, dos grãos antes e após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 105°C até atingir peso constante e com esses dados extrapola-se a produção para hectare.

As avaliações na crotalaria foram realizadas após as do milho, nela avaliou-se o estande por meio da contagem do número de plantas em três m² em cada uma das parcelas experimentais. Para produção coletou-se 10 plantas aleatoriamente dentro de cada parcela e aferiu-se o peso, dessa amostra foram separadas 300 g, acondicionada em sacos de papel e levados a estufa de circulação de ar forçada a 65°C até peso constante para obtenção do peso seco e com esses dados extrapola-se para obtenção da produtividade por hectare.

Após as avaliações desses as plantas foram manejadas na área com roçadeira com a finalidade de produção de palhada para possibilitar o sistema de plantio direto (SPD) no próximo ciclo agrícola.

A segunda lavoura implantada em 29/01/2018, safra de 2018, foi a cultura de milho para silagem consorciada com *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob a palhada de milho e *Crotalaria juncea*. As sementes de milho utilizadas foi o cv. 2B210PW germinação mínima de 85% e 98% de sementes puras e as de capim foram sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com 40% de valor cultural (VC). O plantio foi realizado com semeadora de plantio direto e a semente do capim foi colocada junto ao adubo em que o milho foi semeado na densidade de 70 mil plantas ha⁻¹ com espaçamento de 0,45 m e o capim com 8 kg de sementes puras viáveis ha⁻¹ na entre linha.

A adubação no plantio foi realizada conforme Cantarella et al. (1997), para produção de 10 t ha⁻¹, portanto foi fornecido de N,P e K 20, 100 e 60 kg ha⁻¹, respectivamente fornecido a partir da fórmula 5-25-15. A adubação de cobertura realizada 30 DAE e forneceu 80 kg ha⁻¹ de N e K com a fórmula 20-00-20.

No dia 18/04/2018 avaliou-se no milho o estande final, altura da planta, altura à primeira espiga e diâmetro de colmo da mesma forma como foi descrito no primeiro ano agrícola.

As avaliações de produtividade foram realizadas 90 DAE, à cada distância coletou-se 10 plantas de milho aleatoriamente no intervalo de quatro metros lineares nas linhas centrais cortando-as a 0,25 m do solo.

Essas 10 plantas foram pesadas e delas selecionadas cinco das quais foram separadas as folhas, espiga(s) e colmo, esses foram acondicionados em sacos de papel identificados e pesados novamente para obtenção da massa verde (MV) de cada estrutura, depois encaminhados a estufa de circulação de ar forçada a 65° C até atingir peso constante, para obtenção da massa seca (MS). Com a MV e MS e estande final de plantas calculou-se a produtividade de silagem por hectare, percentagem de espiga, colmo e folha na massa seca e relação espiga/planta.

A produtividade do capim foi avaliada no mesmo dia da do milho, para isso em função de cada tratamento foi retirado o total da massa produzida em 1 m² à 0,25 m do nível do solo nas linhas centrais desta, assim utilizou-se um quadrado metálico de dimensões de 1x1 m posicionado de forma aleatória nessa área, contudo cuidando para esse abranger duas linhas de capim. Essa massa foi pesada para obtenção da MV e dela separada 300g que foi colocada em saco de papel identificado e levado a estufa de circulação de ar forçada a 65°C até peso constante para obtenção da MS e com esses valores e área coletada obteve-se a produtividade por hectare.

No momento das avaliações às árvores da espécie *C. Citriodora* estavam com 4,6 m, *Eucalyptus Cloeziana* com 5,48 m e *E. clone I144* com 7,30 m de altura, em função do arranjo Simples e Triplo as alturas foram de 4,70 e 6,90 m, e de acordo com o espaçamento entre plantas de 1, 2 e 3 m essa foi de 5,61, 5,79 e 6,01.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade como uso do software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

No primeiro ciclo de cultivo (milho+crotalária) não ocorreu efeito de nenhum fator testado sobre a produtividade de grãos, altura da planta (AP), altura à inserção da espiga (IE) e diâmetro de colmo (DC) (Tabela 9) e a produtividade em massa seca e verde de *Crotalaria* também não foram influenciados (Tabela 10).

Tabela 9 - Produtividade de grãos de milho, altura da planta (AP), à inserção da espiga (IE) e diâmetro de colmo (DC) da lavoura de milho consorciada com *Crotalaria juncea* em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto, espaçamento entre árvores e dois arranjos durante seu desenvolvimento inicial em sistema de iLPF.

Fatores	Produtividade*	AP	IE	DC
	t ha ⁻¹	-----cm-----		mm
Espécies				
Cloesiana	3,22	162,25	81,06	15,94
Clone	2,59	165,74	81,88	16,68
Citriodora	3,29	168,18	85,13	15,46
Espaçamento entre árvores				
1	3,12	163,11	81,84	16,12
2	2,95	167,18	83,10	16,45
3	3,04	165,88	83,13	16,5
Arranjo				
Simplex	3,14	163,59	79,53	16,48
Triplo	2,92	167,19	85,85	16,24
CV(%)	48,42	5,26	6,34	4,91

*Produtividade de grãos corrigida à 13 % de umidade.

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

Na Tabela 9 pode-se observar produtividade de grãos muito abaixo do esperado e ainda abaixo de 4,9 t ha⁻¹ que foi a média brasileira obtida na safra 2017 (CONAB, 2018).

As alturas AP e IE e DC obtidos foram inferiores as observadas para o cv. DKB 390 PRO3 obtidas por Ferreira et al. (2015) que em sistema de monocultivo observaram aproximadamente 2,70 m de AP e 1,30 de AI e 51,56 mm de DC e Almeida Júnior et al. (2018) com 2,05 m de AP, 1,00 de AI e 18,94 mm de DC. Em contraste desses dados com os obtidos (Tabela 9) pode-se notar a influência do ambiente de integração nessas características.

Macedo et al. (2006) e Santos et al. (2015) concordam que a produção em iLPF seja inferior do que a obtida em monocultivo, esse último justifica que em sistema de iLPF parte da área é ocupada pelas árvores o que não ocorre em monocultivo. Contudo Santos et al. (2015) também no primeiro ano, mas com árvores de *Eucalyptus spp.* e *Acácia mangium* e milho consorciado com *Urochloa brizantha* e *U. decumbens* obtiveram produtividades superiores a 5,0 t ha⁻¹ e sem efeito do componente

arbóreo, enquanto Macedo et al. (2006) em área com *Eucalyptus spp.*, com árvores de 10 m observou o efeito dessas.

A baixa produtividade de grãos observada é atribuída ao consórcio, pois se praticado em condições desfavoráveis a *C. Juncea* tem potencial para dominar o milho e prejudicar a produção (CHIEZA et al., 2017). Portanto no modelo adotado plantar a *C. juncea* no momento do plantio do milho não é recomendado.

A produtividade de *Crotalaria juncea* obtida aos 110 dias após emergência (DAE) (Tabela 10) foi semelhante ao obtido por Pissinati et al. (2018) em que também aos 110 dias, mas em monocultivo no estado do Paraná, observaram a produtividade de 43,7 t ha⁻¹ de MV e 12,3 MG ha⁻¹ de MS. O que evidencia o bom desenvolvimento obtido pela *C. juncea* e a dominância que essa exerceu sobre o milho.

Tabela 10 – Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de *Crotalaria Juncea* consorciada com milho em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos.

Fatores	MV	MS
	-----t ha ⁻¹ -----	
Espécies		
Cloesiana	46,09	15,74
Clone	47,45	16,31
Citriodora	46,44	16,30
Espaçamento entre árvores		
1	48,21	16,37
2	43,15	14,77
3	48,62	16,59
Arranjo		
Simple	50,04	17,52
Triplo	43,28	14,29
CV (%)	26,17	23,79

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

A não influência do componente florestal pode ser justificada pois durante a condução do primeiro ciclo de produção as árvores encontravam-se com menos de três meses de desenvolvimento, portanto sem potencial de exercer influência por meio de competição e sombra.

No segundo ciclo de cultivo (milho+capim) ocorreu efeito dos arranjos e das distâncias, na produtividade, das espécies e nas percentagens de espiga e folha, a distância influenciou na percentagem de folha, colmo e relação E:P como pode ser observado na Tabela 11.

Obteve-se maior produtividade de silagem no arranjo Simple, cerca de 20% a maior do que no Triplo e na distância à 2,5 m das árvores a produtividade foi, em média, 40% menor que nos demais espaçamentos.

Tabela 11 – Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, composição em porcentagem de espiga, folha, colmo e relação espiga planta em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Fatores	MS	Espiga	Folha	Colmo	Relação E:P
	kg ha ⁻¹	%			
Espécies					
Cloesiana	6888,85	46,87b	16,58b	36,36	1,11
Clone	6467,92	47,47ab	18,25a	34,22	1,01
Citriodora	6707,51	49,64a	15,25b	35,06	0,94
Espaçamento entre árvores					
1	6675,06	48,5	17,33	34,11	0,98
2	6638,15	47,44	16,08	36,31	1,08
3	6751,06	48,05	16,67	35,22	1,00
Arranjo					
Simple	7278,03a	47,53	16,56	35,83	1,04
Triplo	6098,15b	48,46	16,83	34,59	1,00
Distância					
2,5	5271,02b	47,67	19,5a	32,89b	0,89b
5	7171,49a	48,78	15b	36,22a	1,12a
7,5	7621,77a	47,56	15,58b	36,53b	1,04ab
CV (%)	18,71	9,43	16,19	11,34	33,13

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

Em ambos arranjos o ambiente de competição foi evidenciado pelas condições desenvolvidas, pois no arranjo triplo com mais árvores, portanto mais sombra e também maior competição por recursos como água e nutrientes, que no arranjo simples e quanto mais próximo a esse ambiente maior a competição das plantas de milho com árvores com cerca de 12 meses de idade.

A relação espiga:planta foi somente influenciada pela distância, à 5 m ocorreu a maior, menor nas demais que não diferiram como exposto na Tabela 9, a partir disso observa-se efeito negativo da competição pelo ambiente gerado muito próximo as árvores, mas que pode ser benéfico a distância intermediária.

Ocorreu na produtividade interação entre espécies e distâncias, e distâncias e espaçamento entre árvores (Tabela 12).

Em função das espécies à 7,5 m das árvores na *C. citriodora* ocorreu maior produtividade, no clone I144 foi à 5,0 e 7,5 m e na *cloeziana* à 5,0 embora não tenha diferido de à 7,5 m e em todas espécies a menor produtividade ocorreu à 2,5 m, devido ao intenso ambiente de competição, contudo na *E. cloeziana*, menor espécie em altura, à 7,5 m a produtividade indeferiu dessa.

Tabela 12 - Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* em função da interação dos fatores espécies e espaçamento entre árvores com distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Fatores	Distância		
	2,5	5	7,5
	Espécie		
Cloesiana	6228,73aB	7473,31A	6964,5bAB
Clone	4345,34bB	7448,72A	7609,72abA
Citriodora	5238,98abC	6592,44B	8291,09aA
	Espaçamento entre árvores		
1	5101,69B	7456,03abA	7467,46A
2	5531,03B	6318,13bB	8065,28A
3	5180,33B	7740,30aA	7332,57A

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

À 2,5 m das árvores a maior produtividade ocorreu frente a espécie cloeziana e citriodora, essa que não diferiu da menor obtida frente o clone I144, enquanto à 7,5 m a menor foi frente a cloeziana, maior na citriodora e no clone indeferiu essas I144 e à 5,0 m as espécies indeferiram. Portanto nota-se menor efeito da *cloeziana* na lavoura à 2,5 m devido a menor altura dessa em comparação as demais, enquanto à 7,5 m foram as espécies com maior desenvolvimento proporcionaram maior produtividade.

Nessas condições as diferenças podem ser atribuídas aos diferentes desenvolvimentos dessas três espécies e, portanto, efeito distinto em função da distância, pois à 2,5 m das árvores foi na espécie com menor altura que obteve-se maior produtividade.

Quanto a interação distância e espaçamento, à 2,5 m ocorreu também a menor produtividade e maior à 7,5 m, exceto no espaçamento de 2 em que à 5,0 não diferiu da menor produção e no espaçamento entre árvores, análogo ao que ocorreu na interação espécie e distância (Tabela 12). À 5,0 m das árvores no espaçamento de 3 ocorreu maior produtividade, menor na de 2 e na de 1 indeferiu de ambas, enquanto nas demais distâncias e espaçamentos entre árvores não diferiram.

Outra interação que ocorreu foi entre espaçamento e arranjo, foi ilustrado na Tabela 13, nos espaçamentos 1 e 2 m as maiores produtividades ocorreram no arranjo Simples, enquanto na 3 essa não diferiu entre os arranjos, bem como não ocorreu entre espaçamento no arranjo Simples, porém no Triplo na 3 obteve-se maior produtividade, menor na 2 e 1 igual a ambas ($p < 0,05$).

Contudo as produtividades observadas foram inferiores as comumente encontradas em ambientes de integração, Bessa et al. (2018) em iLP obtiveram produção de silagem de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás superior a 10 t ha⁻¹, mesmo esse de menor porte e potencial produtivo que o capim Marandu, pois como evidenciaram Pariz et al. (2017) no consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu produtividades em MS de 14,5 t ha⁻¹.

Tabela 13 - Produtividade em matéria seca (MS) de silagem de milho com *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* em função da interação dos fatores arranjo e espaçamento entre árvores com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Arranjo	Espaçamento entre árvores		
	1	2	3
Simples	7106,44a	7771,96a	6955,7
Triplo	6243,68bAB	5504,34bB	6546,43A

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

Moreira et al. (2018) em sistema de iLPF com lavoura de milho consorciado com capim Marandu para produção de silagem e árvores *E. urophylla* híbrido GG100 observou aos 0, 12 e 14 meses de desenvolvimento das árvores observaram produtividades de 15,42, 15,82 e 12,20 t ha⁻¹, respectivamente, observaram influência entre a última safra e as demais, essa justificadas pelo desenvolvimento das árvores e a influência exercidas por elas. O que também foi observado neste, mesmo que com produtividades da segunda lavoura inferiores ao obtidos pelos autores já citados.

Porém é importante ressaltar que áreas previamente degradadas e em processo de recuperação baixas produtividades são esperadas como constatado por Gontijo Neto et al. (2014) que obtiveram produtividade próxima a 8 t ha⁻¹ de silagem de milho em iLPF.

Domingues et al. (2017) também em sistema de iLPF observaram produções entre 2,5 e 7,32 t ha⁻¹ de silagem de milho em consórcio com capim Marandu em função das distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m do renque das árvores de *E. urograndis* clone I-244 de 15 meses, corroborado pelo encontrado nesse estudo e com volume de produção semelhante também em ambiente de iLPF.

Na porcentagem de espiga ocorreu menor média em função da espécie *E. cloeziana*, maior na *C. citriodora* e no clone I144 indeferiu dessas, enquanto para porcentagem de folha no clone 144 ocorreu maior média, menores e indiferentes nas demais (Tabela 11). Em função das distâncias foi observada maior percentual de folha à 2,5 metros das árvores e menores nas outras distâncias, já a porcentagem de colmo foi maior à 5,0 m das árvores, à 2,5 e 7,5 m menores e iguais.

As maiores percentagens de folha obtidas à 2,5 m e frente ao clone I144 e no arranjo Triplo podem ser explicados devido sustentarem as condições de maior sombreamento, pois quanto mais próximo a árvore maior o sombreamento (MENDES et al., 2013), o clone I144 dentre as espécies foi a mais alta e devido a isso o milho desenvolveu estruturas com fim de tornar mais eficiente o uso da luz.

A maior presença de folhas na composição da silagem, sobretudo do que colmo, indica maior concentração de carboidratos estruturais em sua forma mais solúvel como hemicelulose, celulose e pectina e, portanto, de maior aproveitamento por ruminantes. Todavia as condições que proporcionaram essa situação resultaram também em menor desenvolvimento e produtividade de silagem.

A porcentagem de espiga foi também influenciada pela interação arranjo e distância e como ilustrado na Tabela 14, à 7,5 m da árvore o maior valor ocorreu no arranjo Triplo, contudo nas demais os arranjos corresponderam, assim como as distâncias em ambos arranjos.

Tabela 14 – Porcentagem de espiga na silagem de milho com *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* em função da interação dos fatores arranjo e distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Arranjo	Distância		
	2,5	5	7,5
Simple	48,83	47,83	45,94b
Triplo	46,5	49,72	49,17a

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

Notou-se que independente do espaçamento entre árvores, arranjo ou distância e na interação à 2,5 e 5,0 m (Tabela 14) esse parâmetro não foi influenciado, contudo na espécie de menor e maior altura reduziu essa bem como o arranjo Simple à 7,5 metros das árvores, portanto nesse modelo de integração a porcentagem de espiga foi influenciada por poucos fatores e frente a importância da participação desse componente na silagem na digestibilidade da mesma (PAZIANI et al., 2009) isso é um aspecto positivo do ponto de vista nutricional, pois o sistema não foi capaz de depreciar a qualidade do produto final.

Outra interação que influenciou foi a entre espécie e arranjo na porcentagem de colmo, em que no arranjo Triplo ocorreu a menor média na espécie Citriodora e maior nas demais, no arranjo Simple as espécies não diferiram. Os arranjos nas espécies Cloesiana e Clone não diferiram, mas na espécie Citriodora a maior média ocorreu no arranjo Simple como exemplificado na Tabela 15.

Tabela 15 - Porcentagem de colmo na silagem de milho com *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* em função da interação dos fatores arranjo e distância com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Espécie	Arranjo	
	Simple	Triplo
Cloeziana	35,94	36,77a
Clone	34,5	33,94ab
Citriodora	37,06A	33,06bB

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

As porcentagens observadas de espiga, folha e colmo em função dos fatores e interações foram semelhantes aos obtidos por Pinho et al. (2006) de 56,2, 28,1 e 15,6 %, respectivamente, e Santos et al. (2010) de em média 52,5, 19,0 e 28,4 %, ambos autores em monocultivo e diferentes cultivares de milho.

Portanto é possível observar valores próximos aos obtidos em ambiente de iLPF, em que esse embora exerça influência no desenvolvimento da planta não foi observado grandes variações quanto a composição desses elementos na silagem produzida.

Em relação as variáveis morfológicas os arranjos influenciaram na altura da planta (AP) e a distância na altura à inserção da espiga (IE) e no diâmetro do colmo (DC) como ilustrado na Tabela 16. O ambiente gerado pelo arranjo Triplo proporcionou plantas mais altas que no simples, o que foi relacionado a altura das plantas e ao número de plantas, fatores que somados acentuam o ambiente de competição.

Tabela 16 – Altura das plantas (AP), à inserção da espiga (IE) e diâmetro de colmo (DC) em de plantas de milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre árvores e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Fatores	AP	IE	DC
	cm	cm	mm
	Espécies		
Cloesiana	159,79	75,24	13,32
Clone	160,39	72,2	12,93
Citriodora	160,41	72,23	12,9
	Espaçamento entre árvores		
1	159,53	72,95	12,97
2	159,92	71,96	12,93
3	162,14	74,76	13,24
	Arranjo		
Simple	157,79b	73,43	13,2
Triplo	162,60a	73,02	12,89
	Distância		
2,5	162,18	75,52a	12,96ab
5	160,1	72,26ab	12,68b
7,5	158,32	71,89b	13,51a
CV (%)	4,59	8,32	8,7

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

A IE foi influenciada pela distância e a interação entre espécie e distância. À 2,5 m aferiu-se maior altura a primeira espiga, menor à 7,5 e à 5,0 m ocorreram médias iguais a ambas na espécie Cloeziana, enquanto nas demais as distâncias não diferiram (Tabela 16). Quanto a interação espécie e distância como esquematizado na Tabela 17, no espaçamento à 2,5 m na Cloesiana houve maior média, e menor e igual nas demais, enquanto nas demais espécies os espaçamentos não diferiram.

Tabela 17 – Altura a inserção da espiga (IE) silagem de milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação dos fatores espécies e distância das árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Espécie	Distância		
	2,5	5	7,5
Cloesiana	81,30aA	72,94AB	71,48B
Clone	72,73b	72,29	71,58
Citriodora	72,53b	71,53	72,62

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

A AP e IE foram menores que as descritas para o cv. 2B210PW por Cruz et al. (2014) de 2,12 e 1,09 m, respectivamente, e BATISTA et al. (2018) com 2,07 m de AP, 1,06 de IE e 18,3 de DC. Contudo o ambiente de cultivo integrado possui potencial em exercer influência sobre essas variáveis.

Silva et al. (2015) não observou influência das árvores de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) com aproximadamente 36 meses sobre a produtividade de grãos ou no desenvolvimento da planta de milho à 2,5, 5,0 e 10 m das árvores, enquanto Mendes et al. (2013) com *Cordia oncocalyx* de 21 anos e em média 9 m de altura observaram redução na altura das plantas de milho e produção de silagem quão mais próximo da copa das árvores. Todavia Macedo et al. (2006) com árvores de *Eucalypto spp.* com 14 meses notaram diferenças na altura das plantas, inserção da espiga e produtividade de grãos em faixas à 1,8 - 2,7 m e 4,5 e 5,4 m da floresta.

Por isso nota-se o peso da espécie floresta no efeito sobre os demais componentes, devido o *Eucalyptus spp.* desenvolver-se mais rápido que espécies nativas (PULROLNIK et al., 2010), o seu efeito é esperado e ocorre mais precocemente no sistema.

A produtividade de massa verde (MV) e seca (MS) de capim que compôs a silagem foi influenciada pelos fatores arranjo e distância do renque Tabela 18. Para ambos fatores no arranjo Triplo ocorreu maior produtividade quando comparado ao Simples e quando a distância menor à 2,5 m da árvore e nas demais iguais e indiferentes.

Todavia Simão et al. (2018) em iLPF com lavoura de milho e capim Marandu para produção de silagem, com árvores de *E. urphylla* clone AEC 1528 de em média 25 meses observaram produtividades de capim semelhantes à distâncias de 1,0, 2,4 e 3,8 m e a pleno sol, notaram prejuízos a produção somente à 5,2 m das árvores com C.V de 37,67%, assim com C.V semelhante ao deste (Tabela 18), porém com resultado inverso ao encontrado.

Enquanto Franchini et al. (2014) com a espécie de eucalipto *Corymbia maculata* de 33 meses e consórcio de soja e *U. ruziziensis* observaram redução da produção desse quão mais próximo às árvores ao avaliar distâncias de 1, 7 e 13 metros.

Tabela 18 – Produção em matéria verde (MV), matéria seca (MS) e percentagem de matéria seca da massa de *Urochloa brizantha* cv. Marandu consorciado com milho em sistema de iLPF em função de três espécies de eucalipto em seu desenvolvimento inicial em três espaçamentos entre plantas e dois arranjos com árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Fatores	MV	MS	MS
	t há-1	%	t há-1
Espécies			
Cloesiana	20,75	15,44	3,18
Clone	18,62	15,52	2,92
Citriodora	20,91	15,37	3,21
Espaçamento entre árvores			
1	19,72	15,85	3,11
2	20,44	15,27	3,12
3	20,11	15,22	3,07
Arranjo			
Simplex	22,61a	15,39	3,46a
Triplo	17,58b	15,51	2,74b
Distância			
2,5	11,88b	15,14	1,91b
5	22,40a	15,53	3,47a
7,5	26,01a	15,66	3,93a
CV (%)	35,98	18,09	41,32

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

O contraste entre esses resultados pode estar relacionado ao desenvolvimento das árvores e, portanto, potencial em exercer influência sobre o desenvolvimento do capim, embora os obtidos nesse trabalho, com as árvores aos 14 meses, já foi notado o poder de influência em função das distâncias.

Quanto a produtividade em MS e MV e percentagem de MS ocorreu interação entre os fatores distância e arranjos (Tabela 19). Quanto a produtividade de MV e MS ocorreu menor volume à 2,5 m da árvore em ambos arranjos, para as mesmas variáveis no Simplex a maior ocorreu à 7,5 m com intermediária à 5,0 m, enquanto no Triplo 7,5 e 5,0 não diferiram, portanto à 7,5 m ocorreram maiores produtividades de MV e MS do capim Marandu.

Paciullo et al. (2011) observaram que em sistema de iLPF o efeito do componente arbóreo sobre o desenvolvimento da forragem é esperado e distinto em função da distância do renque das árvores. Portanto como pode ser observado novamente as maiores produtividades foram obtidas nas maiores distâncias das árvores e menor na faixa próxima e quanto aos arranjos o com maior número de plantas, e conseqüentemente, ambiente mais competitivo causou redução da produção em MV e MS de capim Marandu mesmo na faixa mais distante.

Tabela 19 – Produção em matéria verde (MV), matéria seca (MS) e percentagem de matéria seca da massa de *Urochloa brizantha* cv. Marandu consorciado com milho em sistema de iLPF em função da interação entre arranjos e distância do renque das árvores aos 14 meses de desenvolvimento.

Arranjo	Distância		
	2,5	5	7,5
	MV (t ha ⁻¹)		
Simple	12,73C	23,95B	31,13aA
Triplo	11,03B	20,84A	20,88bA
	MS (%)		
Simple	16,52	14,56b	15,08
Triplo	14,8	16,51a	15,21
	MS (t ha ⁻¹)		
Simple	2,15C	3,47B	4,77aA
Triplo	1,67B	3,47A	3,09bA

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

Quanto as produtividades de grãos, massa de coralária, silagem e massa de capim Marandu em função dos arranjos deve-se pontuar que as áreas ocupadas pelo componente florestal foram diferentes, com arranjo simples aproximadamente 2.000 m² são ocupados por floresta e com triplo 6.000 m² e, portanto, de área útil para ocupação da lavoura havia-se disponível 8.000 m² e 5.000 m², respectivamente. Frente esses números os índices de produtividade foram quantitativamente diferentes devido as diferentes áreas disponíveis para produção.

Frente o efeito do adensamento das árvores bem como a distância do renque dessas nas variáveis agrônômicas da lavoura encontrados neste e em outros trabalhos pré-citados nota-se a importância de aferir se em um contexto geral de produção diverge ou não do monocultivo.

Conclusões

Durante o desenvolvimento inicial das árvores não ocorreu efeito das espécies, arranjos ou espaçamento entre árvores nas características agrônômicas na lavoura de milho em consórcio com *C. Juncea* ou na produtividade da leguminosa, mas aos 14 meses os fatores influíram na lavoura de milho em consórcio com capim marandu.

Com as árvores aos 14 meses de idade os fatores arranjo e distância do renque influíram na produção de silagem de milho em consórcio com capim Marandu, em que frente a espécie clone I144, mais alta, prejudicou a produção, quanto maior foi o espaçamento entre plantas, menos linhas teve o arranjo e quão mais distante do renque das árvores, maiores também foram as produções de silagem.

A composição da folha e colmo foram influenciadas pela distância da árvore com maior percentual de folhas quão mais próximo às árvores e o inverso ocorreu em relação ao colmo, enquanto

o percentual de espiga foi igual até 5,0 metros das árvores, porém com maior no arranjo Simples à 7,5 metros.

Ambientes que promoveram condições favoráveis para competição das árvores com as plantas como nas faixas próximas ao renque das árvores e arranjo com três linhas influenciaram negativamente na produção do capim Marandu consorciado com milho.

Embora as produtividades em grãos, massa de crotalária, silagem de milho e massa de capim não tenham diferido quando extrapolados para hectare em função dos arranjos, as áreas ocupadas pela floresta em ambos é diferente, por isso o quantitativo será menor em áreas com arranjo triplo que no simples.

Referências

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; MIRANDA, B. C.; OLIVEIRA, D. M.; CAMARGO, H. A. Características agronômicas e produtividade na cultura do milho plantado com diferentes populações na região de mineiros, estado de Goiás. **Nucleus**, Ituverava, v. 15, n. 2, p. 475-483, 2018.

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.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop-livestock-forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, n. 1, p. 1-4, 2017.

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

BATISTA, V. V.; LINK, L.; GIARETTA, R.; SILVA, J. S.; ADAMI, P. F. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho cultivados na safrinha. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 67-75, 2018.

BESSA, S. V. de; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; RODRIGUES, L. M. R.; TEODORO, A. G.; TOMAZELLO, D. A.; REZENDE, P. R. de; RIBON, A. A.; LEITE, L. L. F.; GIONGO, P. R. Maize silage intercropped with grass and pigeon pea subjected to diferente N rates and pasture development in the offseason. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 2501-2516, 2018.

BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J. A. G. Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. **Forest Ecology and Management**, v. 45, n. 1-4, p. 319-323, 1991.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. V.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico nº 100**: Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: IAC, 1997, cap. 13, p. 43-72.

CHIEZA, E. D.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. S.; ESPÍNOLA, J. A.; FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com Crotalária juncea L. em diferentes intervalos de semadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 189-196, 2017.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 6, n. 3, 127 p, 2018.

CONAB. **Observatório agrícola: Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. jan. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 24 jan. 2019.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. **478 Cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/2015**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 35 p.

DOMINGUES, M. S.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; MATEUS, G. P.; ARANHA, A. S.; ONO, R. K.; SHIGUEMATSU, M. S.; GIACOMINI, P. V.; SEKIYA, B. M. S. Growth and yield of corn forage intercropped with marandu grass in na agrosilvopastoral system with eucalyptus. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 3669-3680, 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. FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide fot its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, J. P.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H.; KAPPES, C.; ARF, M. V.; GOÉS, R. J. Características agronômicas do milho sob arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 24, n. 1, p. 27-44, 2015.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F. R.; DEBIASI, 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. 5 (esp), p. 1006-1013, 2014.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A. S.; 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.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIM, N.; VALE, R. S. do; OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2006.

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

MORERIA, E. D.; GONTIJO NETO, M. M.; LANA, A. M. Q.; BORGHI, E.; SANTOS, C. A. dos; ALVARENGA, R. C.; VIANA, M. C. M. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 53, n. 4, p. 419-426, 2018.

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIAN, J. L.; SANTOS, D. C. **Sistema Santa Brígida - Tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; 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.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M. de; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M. Silage production of corn intercropped with

tropical forages in na integrated crop-livestock system with lambs. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2017.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZAPOLLATO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 266-279, 2006.

PISSINATI, A.; MOREIRA, A.; SANTORO, P. H. Yield componentes and nutrients contente in summer cover plants used in crop rotation in no-tillage system. **Communications in soil Science and plant analysis**, Athens, v. 49, n. 13, p. 1604-1616, 2018.

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.

SANTOS, M. V.; SILVA, D. V.; FONSECA, D. M. da; REIS, M. R. dos; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; OLIVEIRA, F. L. R. de. 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.

SANTOS, R. D. dos; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, J. A. G.; MORAES, S. A. de; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Cultivo de milho sob influência de renques de paria em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 110-114, 2015.

SIMÃO, E. P., GONTIJO NETO, M. M.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; MARTINS, D. C.; RESENDE, A. V. de. Produção de grãos e forragem em função da disponibilidade luminosa em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 1, p. 111-121, 2018.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In:_____. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 12, p. 283-316.

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. 2018.

USDA. **World Agricultural Production**. dez. 2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como demonstrado no trabalho as espécies diferiram entre si no seu desenvolvimento com o clone I144 com maior desenvolvimento, *C. citriodora* com o intermediário e *E. cloeziana* o 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, até os 24 meses, em condições semelhantes as testadas.

É relevante pontuar também que na localidade do experimento notou-se ataque do besouro amarelo do eucalipto às árvores em que consumiram grande parte das folhas. Foi observado também deficiência de boro nas árvores aos 10 meses de desenvolvimento. Portanto no caso da implantação do sistema em ambiente semelhante mitigando essas condições adversas o desempenho das árvores será beneficiado.

Até os 24 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. Embora o clone desenvolva-se mais rápido sua madeira é destinada a produção de carvão e celulose, atividades que oneram menos que o mercado de madeira serrada, o qual demanda madeira com características das demais espécies, por isso no processo de escolha esses importantes fatores devem ser considerados.

Em relação ao espaçamento entre árvores, quanto menor foi maior foi a produção por área e menor a individual, enquanto na lavoura o impacto foi negativo na menor distância entre árvores. Portanto a escolha deve ser tomada a partir do fim a ser dado a madeira e no impacto no desenvolvimento da lavoura.

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.

Dos arranjos utilizados a principal diferença do ponto de vista florestal é a produtividade por área, em que no triplo essa é maior, já inserido na integração 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 a carência de pesquisa, esse ponto deve ser alvo de investigação para esclarecimento.

Relacionado a produtividade da lavoura foi evidenciado o efeito da distância do renque das árvores nesta, com ênfase para faixa até 2,5 m do renque em que a competição por recursos (luz, água e nutrientes) é mais intensa, condição que foi ainda mais evidenciada em condições com mais árvores. Por isso espaçamentos inferiores a 1 m não é positivo para a produção, recomenda-se utilizar espaçamentos superiores a 2 m entre árvores independente da finalidade da madeira, visando mínimo impacto negativo na lavoura.

No consórcio de milho com *Crotalaria juncea*, o plantio a leguminosa não deve ser feito concomitante ao do milho pois esse apresentou alto impacto negativo sobre a produção de grãos, assim recomenda-se realizar o plantio de leguminosa posterior ao do milho.

Por fim, frente a variabilidade de resposta tanto em desenvolvimento da floresta e produtividade da lavoura em função dos diferentes modelos de implantação do componente florestal são de extrema importância estudos sobre a viabilidade econômica do sistema considerando essa variação de resposta produtiva.