

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

ARTHUR GABRIEL TEODORO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, DA
PALHADA E DA PASTAGEM SOB INFLUÊNCIA DE ARRANJOS,
ESPAÇAMENTO E ESPÉCIES DO EUCALIPTO EM SISTEMA DE
iLPF**

São Luís de Montes Belos

2019

ARTHUR GABRIEL TEODORO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, DA
PALHADA E DA PASTAGEM SOB INFLUÊNCIA DE ARRANJOS,
ESPAÇAMENTO E ESPÉCIES DO EUCALIPTO EM SISTEMA DE
iLPF**

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

Área de concentração: Desenvolvimento Rural Sustentável

Linha de Pesquisa: Produção Vegetal

Orientadora: Prof. Dra. Clarice Backes

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos

São Luís de Montes Belos

2019

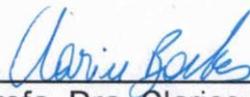
ARTHUR GABRIEL TEODORO

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, DA PALHADA E DA PASTAGEM SOB INFLUÊNCIA DE ARRANJOS, ESPAÇAMENTO E ESPÉCIES DO EUCALIPTO EM SISTEMA DE ILPF

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



Profa. Dra. Clarice Backes – UEG



Prof. Dr. Adilson Pelá – UEG



Prof. Dr. José Henrique Tertulino Rocha –

Primeiramente a Deus
Aos meus Familiares
A minha Esposa
Aos meus amigos e colegas
Aos meus Orientadores

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo, pelo dom da vida, e pela oportunidade de mais essa vitória em minha vida, e pela intercessão de Nossa Senhora.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo ao longo dessa jornada.

A minha esposa Thaynara dos Reis Santos Teodoro pelo incentivo e compreensão nos momentos de estudos.

A todos os meus amigos por ajudarem nessa conquista e auxílio nas horas difíceis, e incentivo para perseverar.

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

Aos Orientadores Profa. Dra. Clarice Backes e Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos que auxiliou ao longo dessa fase de estudos, sendo exemplo a ser seguido.

Ao Co-Orientador: Prof. Dr. Jose Henrique Tertulino Rocha pelo auxílio.

Por todos professores docentes do programa, pelos ensinamentos teóricos e práticos, e dedicação.

A todos os funcionários que desempenham algum cargo e que direta ou indiretamente contribuiu para essa realização.

A Universidade Federal de Goiás, setor de engenharia florestal pela parceria e receptividade.

Ao programa de Bolsa De Pós-Graduação *Stricto Sensu* - Nível Mestrado e também pela Bolsa de Desenvolvimento Institucional – Nível III. Bolsa de pós-graduação stricto sensu, pela ajuda auxílio financeiro e motivação ao estudo e a pesquisa.

Todos componentes do grupo NUPAGRO pela amizade e colaboração nas atividades, Andressa, Ana Paula, Cinthya, Danilo, Eli, Felipe, Frenciely, Isabel, Leonardo, Lilane, Lorranny, Lorryne, Lucas, Maria Eduarda, Maria Isabel, Mateus, Muryllo, Nathan, Paulo, Pedro, Stephanie e Tatiany que tanto nos ajudaram, e também pelos momentos de confraternização.

Meu amigo, companheiro e colega Lucas Matheus Rodrigues que em todos os momentos, sempre disposto a ajudar de forma zelosa e dedicada.

Meu amigo Washington da Silva Leite, por todo seu companheirismo.

Aos Traste, meus amigos, pelas partilhas de alegria, presente de Deus em minha vida.

Ao Grupo de Oração Imaculado Coração de Maria pela força em todos os momentos.

"Bendito o homem que deposita a confiança no Senhor,
e cuja esperança é o Senhor.

Assemelha-se à árvore plantada perto da água,
que estende as raízes para o arroio;
se vier o calor, ela não temerá,
e sua folhagem continuará verdejante;
não a inquieta a seca de um ano,
pois ela continua a produzir frutos.

Jeremias 17, 7-8

RESUMO

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta iLPF é uma nova tecnologia de produção de caráter mais sustentável, que busca o aproveitamento máximo dos elementos (água, luz e nutrientes) pela interação entre os componentes agrícola, pecuário e florestal, e por isso é um modelo que pode ser uma alternativa para produtores brasileiros. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a quantidade de palhada de milho e Crotalária, em sistema de consorciação e o desenvolvimento de pastagem de capim Marandu à diferentes distâncias do renque de três espécies de eucalipto plantados em arranjo de linha simples e tripla e três densidades de plantio. O experimento foi instalado na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Goiás, Câmpus São Luís dos Montes Belos, GO, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Entre as linhas de árvores foi plantado no primeiro ano milho para grãos, consorciado com *Crotalária juncea*, no segundo ano foi implantado novamente milho para silagem consorciado com *U. brizantha*, avaliou a decomposição e a liberação de nutrientes pela palhada e no segundo ano a característica da pastagem. O consórcio simultâneo de milho e crotalária proporcionou boa produção de biomassa, expressando valores de 10,25; 0,75; 5;80; 4,85; 1,40 e 0,10 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca, Mg e S, em concentração inicial. A liberação de N, P e Ca obtiveram liberação ajustando a equação quadrática com liberação inicial e estabilização ao decorrer do tempo. A Crotalária consorciada com milho é uma alternativa eficiente para produzir biomassa, propiciando uma palhada com capacidade de cobertura do solo e enriquece o sistema, entretanto deve-se ter o cuidado em sua implantação simultânea. Para a pastagem foi observado que as plantas mais próximo as arvores expressam menor produção de MV e MS de capim, embora ocorra maior índice da relação F:C e o incremento na percentagem de folhas. O sistema iLPF é comprovadamente um sistema sustentável que garante vários benéficos com a otimização das áreas produtivas e diversificação do meio, gerando ganhos econômicas, produtivo e financeiro, possuindo características para ser uma técnica para substituir modelos ultrapassados.

Palavras chave: adubação verde, ciclagem de nutriente, leguminosa, silvipastoril.

ABSTRAT

The iLPF Forest-Livestock-Forest integration system is a new production technology of a more sustainable character, which seeks the maximum use of the elements (water, light and nutrients) through the interaction between the agricultural, livestock and forestry components, and for this reason it is a model that may be an alternative for Brazilian producers. The objective of this work was to evaluate the amount of corn straw and *Crotalaria*, in a consortium system and the development of the Marandu grass pasture at different distances of the row of three eucalyptus species planted in single and triple row arrangement and three densities of planting. The experiment was installed in the School Farm of the State University of Goiás, Campus São Luís dos Montes Belos, GO, in soil classified as LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Among the tree lines was planted in the first year corn for grain, intercropped with *Crotalaria juncea*, in the second year corn for silage was intercropped with *U. brizantha*, evaluated the decomposition and the release of nutrients by straw and in the second year the characteristic of pasture. The simultaneous consortium of corn and crotalaria provided good biomass production, expressing values of 10.25; 0.75; 5; 80; 4.85; 1.40 and 0.10 g kg⁻¹ for N, P, K, Ca, Mg and S, in initial concentration. The release of N, P and Ca obtained liberation adjusting the quadratic equation with initial release and stabilization over time. *Crotalaria* intercropped with maize is an efficient alternative to produce biomass, providing a straw with soil cover capacity and enriches the system, however care must be taken in its simultaneous implantation. For the pasture it was observed that the plants closer to the trees express lower production of MV and DM of grass, although a higher index of the F: C ratio occurs and the increase in the percentage of leaves. The iLPF system is proven to be a sustainable system that guarantees several benefits with the optimization of productive areas and diversification of the environment, generating economic, productive and financial gains, possessing characteristics to be a technique to replace outdated models.

Key words: green manuring, nutrient cycling, legume, silvipastoril.

LISTA DE TABELA

- Tabela 1 Valores médios de matéria orgânica (MO), Ph, alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), H+Al, Enxofre (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) de dois sistemas de uso da terra o de (Ilpf) e o de pastagem degradada nas camadas de 0,00 até 1,00 metro na região brasileira da Mata dos Cocais..... 25
- Tabela 2 Valores médios de matéria orgânica no solo (g kg^{-1}) em sistema de Ilpf com linha simples (Ilpf1) e tripla (Ilpf3) em função de diferentes distâncias das árvores e sistema de pastagem recuperada (PR) em comparação a pastagem degradada (PD) em duas profundidades (0,00-0,10 e 0,10-0,20), em Nova Canaã do Norte, MT, e Cachoeira Dourada, GO, 2012..... 26
- Tabela 3 Valores médios da condutividade elétrica (K_o), densidade, relações de porosidade, índice S, capacidade de aeração do solo (CAS) e capacidade de água disponível (CAD) em função de sistema de linha simples (iLPF 1) e triplo (iLPF3) de árvores de *Eucalyptus urograndis* em função de 4 (0;2,5;5,0;10,0 m) e 5 (0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 m), respectivamente, em comparação com área de pastagem degradada (PD) nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20, em Nova Canaã do Norte, MT, 2012..... 27
- Tabela 4 Valores médios da condutividade elétrica (K_o), densidade, relações de porosidade, índice S, capacidade de aeração do solo (CAS) e capacidade de água disponível (CAD) em função de arranjo de linha tripla (iLPF3) de árvores de *E. urograndis* em função de 6 distâncias (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 9,0 m) e de uma área de pastagem recuperada (PR) ambas em comparação á uma área de pastagem degradada (PD) nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20, em Cachoeira Dourada, Goiás, 2012..... 28

Tabela 5	Tabela 1. Caracterização inicial do solo nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental.....	55
Tabela 6	Tabela 2 – índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde (MV) e matéria seca (MS), relação folha:colmo (F:C) e percentagem de folha e colmo de capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em ambiente de iLPF em função de três diferentes espécies de eucalipto, plantio em linha simples e tripla, densidades com 1, 2 e 3 metros entre árvores e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros das árvores.....	58
Tabela 7	Tabela 3 – Altura (m) do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em ambiente de iLPF em função das interações de espécies e arranjos com distâncias.....	59
Tabela 8	Tabela 4 - Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função da interação de três espécies de <i>Eucalyptus</i> spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.....	61
Tabela 9	Tabela 5 - Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função da interação de três densidades de plantio de <i>Eucalyptus</i> spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.....	61
Tabela 10	Tabela 6 – Percentagem de folhas, colmos e relação folha:colmo (F:C) do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função da interação de três espécies de <i>Eucalyptus</i> spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.....	63

LISTA DE FIGURA

Figura 1	Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período experimental de janeiro a dezembro do ano de 2017 da região do centro goiano.....	40
Figura 2	a): massa de palhada de crotalária e milho na superfície do solo, b): coeficiente de decomposição da palhada de acordo com dias após o manejo da palhada (DAM).....	44
Figura 3	Concentração de macronutrientes g kg ⁻¹ na palhada de crotalária mais milho em função do tempo, dias após o manejo (DAM).....	45
Figura 4	Quantidade de nutrientes kg ha ⁻¹ • acumulado e • liberado de N, P, K, Ca, Mg, e S na palhada de crotalária mais milho em função do tempo (DAM).....	47
Figura 5	Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período de novembro até novembro de 2018 da região do Centro goiano.....	54
Figura 6	Figura 2 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF).....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Al ⁺³	Alumínio
Ca	Cálcio
°C	Graus Celsius
CAD	Capacidade de agua disponível
CAS	Capacidade de aeração do solo
Cm	Centímetro
CT	Clorofila total
cv.	Cultivar
DAM	Dias Após o Manejo
dm ⁻³	Decímetro cubico
F:C	Folha colmo
H ⁺	Hidrogênio
H	Horas
Há	Hectare
ha ⁻¹	Por Hectare
iLPF	Integração Lavoura-pecuária-floresta
K	Potássio
k	Constante de decomposição
K ₂ O	Oxido de potássio
K _o	Condutividade elétrica
m	Metros
m ²	Metros Quadrados
Mg kg	Mega quilograma
mg	Miligrama
MST	Matéria fresca total
Mg	Magnésio
mmolc	Milimol de carga
MO	Matéria Orgânica
% MS	Porcentagem de Matéria Seca
MST	Matéria Seca Total
MV	Matéria verde
N	Nitrogênio
Na	Sódio
P	Fósforo
PD	Plantio Direto
pH	Potencial Hidrogeniônico
S	Saturação
%	Porcentagem

Sumário

RESUMO	7
ABSTRAT	8
LISTA DE TABELA	9
LISTA DE FIGURA	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	12
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
Introdução	14
Definição do iLPF	15
Vantagens do sistema iLPF	16
Culturas agrícolas e sua importância dentro do sistema iLPF	17
Pastagens integradas em sistema iLPF	18
Palhada	19
Componente arbóreo	21
Influência do sistema iLPF nas características dos solos	23
REFERÊNCIAS	30
CAPITULO 2-TAXA DE DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES PELA PALHADA DE MILHO E CROTALÁRIA E EM SISTEMA DE iLPF	37
RESUMO	37
ABSTRACT	37
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	48
CAPÍTULO 3- DESENVOLVIMENTO DO CAPIM MARANDU SOBRE EFEITO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, ARRANJOS E ESPAÇAMENTO ENTRE ARVORES À DIFERENTES DISTÂNCIAS DO RENQUE	51
RESUMO	51
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAIS E MÉTODOS	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65
CAPITULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

O Brasil é um país com grande extensão territorial, com a quinta colocação, possuindo cerca de 8 515 767 Km², e em grande parte dessa área é possível a utilização agropecuária, com características edafoclimáticas favoráveis para uma produção rural. Frente a importância do agronegócio na economia brasileira e as condições de degradação que os solos enfrentam, devido ao uso descomedido da terra, é imediata a necessidade de adoção de meios de produção sustentável.

Segundo Macedo (2009), a degradação de pastagens e o uso da agricultura tradicional, são realidades que demandam a atenção, pois deixam a desejar quanto a sustentabilidade na produção agrícola. Na agricultura, práticas culturais inadequadas como o cultivo intensivo do solo, exploração contínua sem rotação de culturas, têm causado queda na produtividade, degradação química e física do solo, aprofundando os problemas de pragas, doenças e plantas invasoras.

Para mudar a realidade de sistemas tradicionais, pouco sustentável dos sistemas agrícolas, estão em desenvolvimento modelos de produção mais intensivos, eficientes e de menor impacto ambiental.

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

Quando se fala em características dos solos é apresentado que os sistemas de integração geram melhorias nesses atributos. Jakelaitis et al. (2008) avaliando a qualidade do solo em diferentes ambientes, verificaram que a pastagem exclusiva foi o ambiente de pior qualidade, e que a integração entre agricultura e cultivo forrageiro foi o sistema que se sobrepôs ao de monocultivo.

Dentro do sistema iLPF, a utilização de gramíneas forrageiras perenes, em regiões de inverno seco, tem sido um sucesso na produção de palhada para o Sistema de Plantio Direto (PD). Estas plantas são utilizadas devido à sua maior persistência sobre a superfície do solo, pois possuem uma relação lignina/N mais alta,

proporcionando assim a decomposição mais lenta da palhada que é depositada sobre a superfície do solo (PARIZ et al., 2011).

Além de gramíneas forrageiras, a utilização de leguminosas pode ser uma alternativa benéfica, de modo a permitir aumento do aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N atmosférico, e a utilização desse nutriente pela cultura subsequente, permitindo a redução no fornecimento de N mineral (OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo Trecenti et al. (2009), os benefícios da floresta para a lavoura são basicamente servir como quebra-vento, reduz a evapotranspiração das culturas, além de ser barreira contra disseminação de pragas e doenças. Ainda segundo o mesmo autor, a floresta cria um microclima para a pastagem, o que mantém as forrageiras verdes por um período mais prolongado durante a seca, reduz o estresse, proporcionando melhores condições de ambiência animal, com reflexos no ganho de peso e na produção de leite.

São inúmeros os fatores que influenciam nas características da fertilidade dos solos do Cerrado, o sistema de produção é um desses, devido seu impacto direto sobre química, física e a biologia do solo. Em resposta a isso torna-se cada vez mais comum a recomendação de tecnologias como cultivos integrados, dentre outros manejos conservacionistas.

Definição do iLPF

O iLPF é um sistema de com princípios sustentáveis de produção, que engloba atividade agrícola, pecuária e florestal, implantada em mesmo local, em sistema de consorciação, sucessão ou rotação, buscando aproveitamento da relação entre os componentes desse sistema e as culturas (KLUTHCOUSKI et al., 2015).

Segundo Hirakuri et al. (2012), os sistemas de integração são modelos de cultivo ou criação, realizados entre si em mesma área, com objetivo de aumentar o uso das áreas produtivas e diversificar o sistema, utilizando da agricultura, lavouras, pecuária e floresta de forma interativa, onde pode-se derivar em vários modelos como, lavoura-floresta, pecuária-floresta, lavoura-pecuária (iLP), lavoura-pecuária-floresta (iLPF).

Ainda sobre o modelo, esse possui diferentes formas de condução, dentre elas a silviagrícola, agropastoril e agrossilvipastoril e essa diversidade possibilita

flexibilidade na condução e implantação em função das realidades edafoclimáticas da região (BALBINO et al., 2011a).

O modelo de Lavoura-Pecuária-Floresta é uma tecnologia de produção que possui papel importante em relação a sustentabilidade, pois tem princípios mitigadores pela apreensão e acúmulo de carbono (C) no solo e na biomassa, por consequência redução da emissão de gases no sistema (BALBINO et al., 2011b).

Considera-se ainda essa uma técnica, uma alternativa para a intensificação de áreas produtivas em que se busca o manejo conjunto, inovando os sistemas de monoculturas, trazendo ganhos ambientais pela característica de contribuir com a conservação, além de melhor estabilidade econômica das propriedades pela variedade produtiva (SILVA; ARAKAKI, 2012).

Além de ser um sistema dinâmico, que através do sinergismo entre culturas distintas, possui certa complexidade, e exige um elevado nível tecnológico, por possuir esses variados sistemas de produção em mesma área, sendo necessário um estudo aprofundado para sua propagação e divulgação como alternativa de sistema produtivo diverso e sustentável (BALBINO et al., 2011 a).

Vantagens do sistema iLPF

As vantagens na utilização do sistema de integração são, atuar direta e indiretamente, no aumento produtivo das culturas, na melhoria das características dos solos, no acréscimo do estoque de C no solo, na redução da pressão do desmatamento de áreas nativas, na estabilidade econômica a curto, médio e longo prazo devido a diversificação de produtos. Esses benefícios são incentivos para o produtor manter-se na propriedade (CORDEIRO et al., 2015; BOMFIM et al., 2017; ADAMI; ALEXANDRE, 2015).

De acordo com Zanin et al. (2016), além do aspecto de sustentabilidade e da diversidade de produção, a criação animal dentro desse sistema é comprovadamente vantajosa, principalmente quando se refere a melhorias no âmbito de climatização dos animais, com riscos de estresse térmico inferior ao sistema de criação extensivo, devido à sombra gerada pelas copas das árvores, promovendo o bem-estar animal.

É comum a bovinocultura ser abordada como vilã aos sistemas sustentáveis de produção, pela emissão de gases como CO₂ e Metano, mas dentro do iLPF ela é realizada atendendo fundamentos primordiais como princípios ambientais, social e

econômico de forma equilibrada, em que através da interação das culturas ocorre a minimização dos efeitos em relação principalmente a emissão de gases de efeito estufa, pelo acúmulo de carbono pela estrutura vegetal, principalmente pelo componente arbóreo (ALVES et al., 2012).

Esse sistema possui a capacidade de condução da bovinocultura de corte de forma sustentável, com balanço de C favorável, acumulando mais C do que a atividade pecuária é capaz de produzir no seu ciclo, propiciando sistema de C zero, que possibilita condições de marketing positivas para comercialização e de agregar valor econômico aos produtos provido desses sistemas (PACHECO et al., 2016).

Culturas agrícolas e sua importância dentro do sistema iLPF.

Na fase inicial do sistema são inseridos os componentes agrícolas, que contribuem com cerca de 85% dos custos da implantação do iLPF. As culturas utilizadas são as produtoras de grãos, geralmente soja, milho, sorgo entre outros, que garantem a estabilidade econômica do sistema enquanto as culturas sucessoras ainda estão iniciando o ciclo produtivo (PACHECO et al., 2016).

Demonstrando a viabilidade da utilização da soja no sistema iLPF, Silva et al., (2015) verificaram que os valores encontrados no iLPF foram equivalentes aos sistemas Santa Fé e ao convencional, em Paragominas- PA no ano de 2010/11, em Latossolo Amarelo, utilizando o Mogno africano como componente arbóreo, produzindo cerca de 38, 44 e 45 sacas ha⁻¹ respectivamente, não havendo diferença significativa, não afetando a produtividade de grãos colhidos quando conduzido de forma correta.

Silva et al. (2016b), ressaltando ainda a eficiência do sistema iLPF para a produção de grão, apresentaram valores similares na produtividade da cultura do milho, alcançando a produção de 93 sacas ha⁻¹, consorciado com árvores de paricá (*Schizolobium amazonicum*) com espaçamento de 21 metros entre renques, enquanto o sistema convencional de produção o valor obtido foi de 97 kg ha⁻¹ sem diferença significativa entre os sistemas.

O sorgo também pode ser uma alternativa de cultura, pois é bem aceito e integralizado aos sistemas iLP e iLPF, seja para produção grãos ou para silagem frequentemente utilizado, servindo como fonte de alimento para fabricação de rações

para os animais, aproveitado no próprio sistema ou pela comercialização dessa silagem ou grãos gerando receita (ALVARENGA et al., 2011).

Além da obtenção dos valores equivalente ao sistema convencional de produção de grãos, o iLPF possui ganhos pela diversificação das rendas, e ainda ganhos posteriores como a capacidade de produção da pecuária de carne ou leite, com a criação animal alimentada pela pastagem e a comercialização da madeira pelo componente arbóreo a longo prazo (PACHECO et al., 2016).

Pastagens integradas em sistema iLPF.

As pastagens, geralmente instaladas em consórcio com a cultura secundária (safrinha), possui mais de uma utilização, fornecimento de forragem para os animais na entressafra, ofertando uma pastagem de bom valor nutricional; e é utilizada para formação de palhada para o PD, melhorando os teores de matéria orgânica dos solos (MO), resultando em maior produtividade das lavouras (KICHEL et al., 2014).

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

A fim de reforçar a eficiência do cultivo do capim em consórcio Machado e Valle (2011), durante três anos de cultivo, em Dourado-MS, na estação seca do ano, verificaram a eficiência do capim Xaraés em sucessão a soja, demonstrando alta produtividade de forragem alcançada pela cultivar.

A instalação das pastagens no sistema gera muitos benefícios, pois onde as áreas produtivas ficariam desprotegidas, em pousio aguardando um novo ano agrícola, são utilizadas como uma cobertura vegetal do solo protegendo contra erosão, reduzindo o impacto das gotas de chuva e escoamento da camada superficial, reduzindo a erosão eólica pelo controle direto dos ventos, impedindo o transporte das partículas, protegendo de altas temperaturas, atuando no combate a plantas invasoras resistentes e ainda gerando uma barreira que reduz a evapotranspiração (CATI, 2014).

O iLPF proporciona condições benéficas a pastagem, por proporcionar a persistência produtiva por mais tempo no período seco, no qual comumente ocorre

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

O sombreamento na pastagem não é essencialmente prejudicial, visto que Paciullo et al. (2011) encontraram benefícios dessa em dosséis localizados de 7 a 10 m das árvores no que se refere a produção de massa, perfilhamento e teor de proteína bruta.

Palhada

As práticas agrícolas convencionais com a utilização intensiva de maquinário e revolvimento da superfície do solo no preparo, é um aspecto cultural, no entanto modelos tecnológicos conservacionistas mostram um grande potencial de intervenção e alternativa de substituição de modelos arcaicos, possuindo características de eficiência agrônômica e ambiental (SOUZA et al., 2016).

Dentro do sistema de (PD), que tem como primícias a continua cobertura com material vegetal, o não revolvimento das camadas dos solos e a rotação de cultura, é consagrado a importância da palhada, pois essa influencia diretamente o comportamento do solo, e garante benefícios na fertilidade e no uso de fertilizantes (BERNARDI et al., 2003).

A cobertura vegetal do solo possui papel singular e de grande importância para o mesmo, na agricultura a proteção é o principal objetivo, evitando que o solo fique descoberto, em contrapartida auxilia ainda na melhoria dos teores de matéria orgânica e na elevação dos índices produtivos (KICHEL et al., 2014).

Segundo Costa et al. (2015), a fitomassa providas das plantas de cobertura atua como depósito de nutrientes que são liberados e disponibilizados as culturas sucessoras no processo de ciclagem de nutrientes, pela sua decomposição.

O que propicia uma fertilidade superior inerente ao maior acúmulo de matéria orgânica na superfície, e enriquece o sistema com a liberação gradativa de nutrientes (LEITE et al., 2010).

As forrageiras tropicais convencionalmente utilizadas pelo país são as gramíneas, principalmente do gênero *Urochloa* devido a características de

capacidade de produção de biomassa favorável, com aptidão de geração de massa seca e uma decomposição mais lentas, expressando natureza de proteção do solo por período mais prolongado, e liberação de nutrientes em fração segmentada, disponível a cultura subsequente (LEITE et al., 2010).

Comprovando os benefícios das gramíneas, Pacheco et al. (2011), com a utilização da *Urochloa brizantha* e a *Urochloa ruziziensis* como plantas de cobertura, descrevem fatores benéficos em sua utilização, pois apresentaram características favoráveis quanto ao acúmulo e de fitomassa e nutrientes, além de possuir persistência no período de entressafra, resistindo e protegendo o solo até a subsequente plantio.

Entretanto outros forrageiras podem ser utilizadas como os *Panicum* sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), milheto (*Pennisetum glaucum*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), (*Crotalaria spectabilis*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco, aveia-preta (*Avena strigosa Schreb*) (TORRES e PEREIRA, 2014; COSTA et al., 2015).

No entanto existe uma crescente linha de utilização de leguminosas nos sistemas de produção, devido aos ganhos que essas geram, o uso de plantas fixadoras de nitrogênio, são apresentadas como alternativa para enriquecer o meio, uma vez associados ao PD, demonstram eficiência em vários parâmetros, beneficiando aspectos distintos em sua utilização (CARDOSO et al., 2014).

Conforme Cardoso et al. (2014), comprovam que além do incremento referente a produtividade cultural da soja de cerca da 10 % na colheita de grão, sobre a palhada, os benéficos do plantio direto sobre resíduos da adubação verde, ocorre a influência positiva em características físicas e garante ao sistema um meio mais favorável aos microrganismos.

A fertilidade derivada da decomposição da fitomassa vegetal é variável, principalmente entre as gramíneas e leguminosas, difere de acordo com uma pluralidade de fatores, constituição da fitomassa, taxa de decomposição, condições de climáticas como temperatura e umidade, precipitação pluviométrica (COSTA et al., 2015).

Muitas leguminosas possuem também a capacidade eficiente de produção de biomassa, para proteção da superfície do solo, proporcionando benefícios semelhantes quando comparado as gramíneas, todavia as leguminosas possuem uma pequena variação na persistência na superfície, por possuir uma taxa de

decomposição mais acentuada devido sua composição, porém essa que não chega a influenciar de forma negativa o sistema (MARANGONI et al., 2017).

De acordo com Teodoro et al. (2011), a utilização de leguminosas, confirmaram os valores favoráveis na produção de matéria seca para a *Crotalaria juncea*, mucuna-cinza, feijão-de-porco e mucuna-preta, nas condições do Cerrado brasileiro, sendo essas recomendadas para a adubação verde, expressando grande competência para aumento dos teores de nitrogênio ao sistema, além do aporte de outros elementos.

Retratando os benefícios a características físicas do solo, a palhada atua na superfície como barreira, com caráter protetivo contra impactos das gotas de chuva, que uma vez sem essa proteção vegetal atingiria o diretamente, auxilia também na redução do escoamento superficial de água e solo, e conseqüentemente no controle de erosão (CATI, 2014).

De acordo com Rosado et al. (2012), a presença da cobertura vegetal atua de forma benéfica em características físicas do solo, melhorando atributos como densidade do solo e porosidade diâmetro médio ponderado dos agregados. E ainda, atua na redução da erosão hídrica, melhora a infiltração de água no perfil do solo e no controle da temperatura e da umidade (BRUNO et al., 2017).

Portanto, confirma a importância de estudos dos efeitos da cobertura vegetal, a palhada, sobre o solo e também sua influência sobre as culturas em sucessão, para melhor utilização, e a busca de uma inter-relação favorável, na proteção, liberação e ciclagem de nutrientes (MENDONÇA et al., 2015).

Componente arbóreo

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

Ainda segundo o mesmo autor as árvores atuam na qualidade e quantidade da radiação luminosa pelas copas, melhoria na qualidade do ar, atuação como quebra vento reduzindo a erosão eólica, redução da pressão extrativista de áreas de florestas nativas, minimização da ocorrência de doenças e plantas daninhas, e ainda servem de abrigo para animais

As árvores instaladas no sistema iLPF atuam na melhor retenção de solo e água na superfície, reduzindo a taxa de perdas desses, atuando como cultura conservacionista com capacidade de controle de erosão hídrica, sendo mais crítica a fase inicial, em que as árvores ainda não possuem grande capacidade de retenção, por seu sistema radicular não estar ainda desenvolvido (SILVA et al., 2011).

Além do potencial de acúmulo de C, o benefício da diversificação da renda da propriedade com comercialização da madeira, e melhoria do desempenho dos animais pela melhor condição ambiental fornecida pelas árvores, são benefícios gerados pelo componente arbóreo no sistema (ALMEIDA et al., 2011).

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

O eucalipto é a espécie mais comumente utilizada, por sua produtividade e precocidade, tem variada possibilidade de uso da madeira: para lenha, carvão vegetal, poste e mourões para cercas e sistemas elétricos, para indústria de papel, escoras para construção civil e madeira para indústrias de móveis (PACHECO et al., 2016).

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).

O arranjo de árvores utilizados é de extrema importância quando ao desenvolvimento e produtividade das mesmas, uma vez que arranjos mais adensados proporcionam maior produção por área, enquanto os mais espaçados, maior produção individual. Como evidenciado por Ferreira et al. (2016) ao encontrarem produtividades de 100 m³ no arranjo triplo, 90 m³ no arranjo duplo e 60 m³ ha⁻¹ no arranjo individual, contudo observaram maior DAP e volume de madeira no arranjo simples. Frente a esse fato pode-se realizar o plantio mais adensado para maior produtividade e posteriormente realizar a retirada de algumas árvores para comercialização, deixando as demais na área a fim de se desenvolverem, obtendo se a longo prazo maior valor agregado a madeira.

Influência do sistema iLPF nas características dos solos

O sistema de iLPF traz benefícios a qualidade do solo, influenciando nas propriedades químicas, físicas e biológicas, e ainda atua na quebra de ciclo de doenças e pragas pela rotação das culturas, gerando também benefícios socioambientais, melhorando áreas de solos degradados (ALMEIDA et al., 2011; SILVA e ARAKAKI, 2012).

E sobre características químicas, os sistemas que possuem componente florestal apresentam maior fertilidade do solo, provido da decomposição das estruturas vegetais das arvores como folhas e galhos, e a ciclagem de nutrientes, também gera um maior estoque de C de forma mais estável e menos solúvel quando comparado aos sistemas de monocultivo (BALDOTTO et al., 2015).

Em estudo comparando as características químicas do solo sob floresta nativa, vegetação de capoeira, pastagem degradada e área de iLPF, cinco meses após seu estabelecimento, Reis et al. (2018) encontraram melhores índices nos sistemas de iLPF e pastagem degradada em comparação aos demais, contudo para pH, Al, Ca e P houve diferenças significativas entre os dois sistemas, como ilustrado na Tabela 1. Com ênfase para o teor de fosforo no sistema que obteve um acréscimo bastante relevante.

A melhoria das características químicas é efeito de vários fatores, um deles é pelas árvores possuírem características morfológicas específicas, com sistema radicular bem desenvolvidos e com capacidade de exploração das camadas subsuperficiais, utilizando nutrientes já considerados perdidos pelas culturas agrícolas, e disponibilizando esses nutrientes pela deposição de folhas e galhos para a camada superficial, capacitando assim a reciclagem de nutrientes e aumento da MO no sistema (GAMA-RODRIGUES; BARROS, 2002).

A disposição de serapilheira na superfície do solo (folhas, galhos e material morto) é uma característica natural das florestas, as arvores além da grande capacidade de acúmulo de C, essas também dispõem pela liberação desse material o fornecimento de teores consideráveis de N, derivada de sua composição, além de ser um material que protege o solo (BARBOSA et al., 2017).

O sistema de iLPF apresenta elevado potencial de acumular MO conforme verificado por Silva et al. (2015 b), em um Latossolo amarelo, onde encontraram

valores superiores nos teores para o sistema iLPF e pastagem na camada de 0,00 e 0,10 m com teores de 6,14 e 5,60 g kg⁻¹.

E quando comparando a iLPF e mata na camada de 0,10-0,20 m com concentrações de 3,03 e 3,10 g kg⁻¹, respectivamente, apresentaram valores elevados e superiores quando comparado a pastagem e aos sistemas Barreirão e Santa Fé.

Assis et al. (2015) encontraram teores semelhantes de MO entre iLPF com arranjo de linha simples e tripla e área unicamente de pastagem degradada na camada de 0,10-0,20 m e inferiores a pastagem na camada de 0,00-0,10 na região do MT e semelhantes em ambas camadas em área no estado de GO como ilustrado na Tabela 2.

Loss et al. (2014) comprovaram que a introdução da floresta de eucalipto consorciada com pastagem *Panicum maximum* contribuíram com aumento da MOS, e melhores índices quanto ao C na fração húmica e C oxidável, quando comparado com pastagem nativa e lavoura na forma de monocultivo.

Em relação a características físicas do solo, há pesquisas demonstrando que a instalação do sistema iLPF influencia de forma positiva a estrutura do solo quando comparado a outros sistemas de produção, e quanto aos valores de densidade do solo, volume total de macro e microporos do sistema, são equivalentes a área de vegetação nativa, possuindo valores ideais e não apresentam efeitos restritivos para o desenvolvimento das raízes das plantas (SILVA et al., 2015 a).

Assis et al. (2015), em análises realizadas como condutividade hidráulica saturada, densidade, porosidade, capacidade de aeração do solo, capacidade de água disponível e índice S, atributos para a determinação da qualidade física do solo, comprovaram a eficácia do sistema iLPF em linha única de componente arbóreo, pois encontraram valores benéficos nesse sistema nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,30 e de melhores condições quando comparados ao sistema unicamente de pastagem (Tabelas 3 e 4).

Fatores relacionado as características físicas do solo demonstrado pela (tabelas 3 e 4) apresentam diferença significativas em seus valores, apresentando índices favoráveis atribuídos ao sistema iLPF, confirmando a influência positiva do sistema para a parte física do solo.

Tabela 1. Valores médios de matéria orgânica (MO), pH, alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), H+Al, Enxofre (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) de dois sistemas de uso da terra o de (iLPF) e o de pastagem degradada nas camadas de 0,00 até 1,00 metro na região brasileira da Mata dos Cocais.

Uso da Terra	Camada m	MO g cm ³	pH*	Al* cmolc dm ⁻³	Ca* cmolcdm ⁻³	Mg cmolc dm ⁻³	P* mg dm ⁻³	K cmolc dm ⁻³	Na cmolc dm ⁻³	H+Al Cmolc dm ⁻³	S Cmolc dm ⁻³	CTC Cmolc dm ⁻³	V%
iLPF	0,00-0,10	15,98	4,8	0,28	2,70	6,30	10,70	0,92	0,15	2	0,92	12,30	82
	0,10-0,20	10,65	4,9	0,60	2,83	6,20	9,33	0,76	0,13	2	0,76	12,32	81
	0,20-0,30	7,76	4,7	1,05	2,63	6,63	7,58	0,76	0,14	3	0,76	13,14	77
	0,30-0,40	6,43	4,6	3,95	2,43	6,60	4,72	0,62	0,15	4	0,62	14,17	72
	0,40-0,60	5,00	4,5	6,33	2,07	6,70	3,10	0,68	0,16	7	0,68	16,91	58
	0,60-0,80	3,60	4,5	8,90	1,13	6,40	1,21	0,66	0,15	10	0,66	17,99	47
	0,80-1,00	2,78	4,4	10,57	0,60	6,43	0,97	0,51	0,15	10	0,51	17,51	45
Pastagem Degradada	0,00-0,10	18,19	5,4	0,32	3,27	6,27	3,46	1,04	0,16	3	1,04	13,29	80
	0,10-0,20	10,28	5,5	0,33	3,37	5,90	1,37	0,91	0,14	2	0,91	12,55	81
	0,20-0,30	9,05	5,4	0,20	3,23	7,20	1,73	0,79	0,14	2	0,79	13,84	81
	0,30-0,40	8,14	5,1	1,40	3,27	10,73	1,30	0,67	0,13	4	0,67	18,35	81
	0,40-0,60	6,84	4,8	4,27	2,17	7,57	1,60	0,67	0,14	5	0,67	15,74	69
	0,60-0,80	5,21	4,7	8,43	1,27	7,57	1,48	0,5	0,13	9	0,50	18,71	51
	0,80-1,00	3,64	4,6	10,97	0,77	6,63	1,48	0,46	0,13	11	0,46	18,88	43

* Nutrientes seguidos de asterisco, são os houveram diferenças entre os sistemas de uso da terra pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

Fonte: Adaptado de Reis et al. (2018).

Tabela 2. Valores médios de matéria orgânica no solo (g kg^{-1}) em sistema de iLPF com linha simples (iLPF1) e tripla (iLPF3) em função de diferentes distâncias das árvores e sistema de pastagem recuperada (PR) em comparação a pastagem degradada (PD) em duas profundidades (0,00-0,10 e 0,10-0,20), em Nova Canã do Norte, MT, e Cachoeira Dourada, GO, 2012.

Sistema	Posição (m)	Camada (m)	
		0,00-0,10	0,10-0,20
Nova Canã do Norte-MT			
iLPF1	0,0	29,8	21,1
	2,5	26,8*	17,8
	5,0	29,7	20,4
	10,0	25,6*	20,4
iLPF3	0,0	27,1	22,2
	3,0	28,9	19,9
	6,0	32,4	20,3
	9,0	30,1	21,1
Pastagem D	12,0	32,1	22,2
		31,3	19,8
Cachoeira Dourada – GO			
iLPF3	0,0	35,1*	32,3
	1,5	36,1*	33,7
	3,0	34,2*	31,4
	4,5	34,3*	30,4
	6,0	34,0*	31,7
	9,0	34,2*	30,4
Pastagem R		46,8	36,6
Pastagem D		44,3	34,5

* Médias nas colunas seguidas de asterisco diferem da PD pelo teste de t a 0,05.

Fonte: Assis et al. (2015).

Tabela 3 - Valores médios da condutividade elétrica (Ko), densidade, relações de porosidade, índice S, capacidade de aeração do solo (CAS) e capacidade de água disponível (CAD) em função de sistema de linha simples (iLPF 1) e triplo (iLPF3) de árvores de *Eucaliptus urograndis* em função de 4 (0;2,5;5,0;10,0 m) e 5 (0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 m), respectivamente, em comparação com área de pastagem degradada (PD) nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20, em Nova Canaã do Norte, MT, 2012.

Sistema	Posição (m)	Camada (m)							
		0,0-0,10		0,10-0,20		0,0-0,10		0,10-0,20	
		Ko cm h ⁻¹		Densidade do Solo mg m ⁻³		Microporosidade m ³ m ³		Macroporosidade	
iLPF 1	0	6,0	17,0*	1,26*	1,18*	0,410	0,340	0,115*	0,216*
	2,5	15,3*	4,7	1,14*	1,34*	0,394	0,383*	0,176*	0,111
	5	10,6*	7,1	1,21*	1,32*	0,397	0,374*	0,149*	0,130*
	10	10,2*	5,5	1,17*	1,37*	0,394	0,373*	0,163*	0,11
iLPF3	0	3,7	11,1*	1,25*	1,19*	0,435*	0,403*	0,093	0,148*
	3	4,8	14,5*	1,24*	1,21*	0,418	0,379*	0,116	0,163*
	6	1,5	3,8	1,35	1,31*	0,422	0,382*	0,068	0,125*
	9	1,3	9,4*	1,29*	1,30*	0,431*	0,418*	0,081	0,093
	12	0,9	3,2	1,32	1,32*	0,424	0,375*	0,079	0,127*
PD		2,3	2,5	1,39	1,47	0,404	0,354	0,073	0,092
		Porosidade total m ³ m ³		Índice S		CAS		CAD Mm	
iLPF 1	0	0,524*	0,556*	0,035*	0,057*	0,24*	0,40*	9,6	8,0
	2,5	0,569*	0,494*	0,049*	0,037*	0,33*	0,26	10,5*	8,3
	5	0,545*	0,504*	0,046*	0,036*	0,28*	0,28*	9,9*	8,0
	10	0,557*	0,484*	0,048*	0,033*	0,31*	0,25	10,9*	7,7
iLPF3	0	0,528*	0,552*	0,037*	0,050*	0,2	0,34	10,5*	9,6*
	3	0,533*	0,542*	0,042*	0,061*	0,24	0,33*	10,9*	11,6*
	6	0,49	0,507*	0,028	0,042*	0,16	0,27*	9,9*	8,0
	9	0,512*	0,511*	0,030*	0,038*	0,18	0,27*	10,0*	10,3
	12	0,503	0,503*	0,031*	0,036*	0,18	0,27*	10,0*	8,0
PD		0,477	0,446	0,024	0,025	0,16	0,22	8,7	7,9

* Médias nas colunas seguidas de asterisco diferem da PD pelo teste de t a 0,05.

Fonte: Assis et al. (2015).

Tabela 4. Valores médios da condutividade elétrica (Ko), densidade, relações de porosidade, índice S, capacidade de aeração do solo (CAS) e capacidade de água disponível (CAD) em função de arranjo de linha tripla (iLPF3) de árvores de *E. urograndis* em função de 6 distâncias (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 9,0 m) e de uma área de pastagem recuperada (PR) ambas em comparação á uma área de pastagem degradada (PD) nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20, em Cachoeira Dourada, Goiás, 2012.

Sistema	Posição (m)	Camada (m)							
		0,0-0,10		0,10-0,20		0,0-0,10		0,10-0,20	
		Ko		Densidade do Solo		Microporosidade		Macroporosidade	
		cm h ⁻¹		Mg m ⁻³		m ³ m ³		m ³ m ³	
iLPF3	0	8,2*	38,0*	1,23	1,09*	0,442	0,392*	0,094	0,195*
	1,5	18,7	38,0*	1,18	1,08*	0,432	0,377*	0,121	0,214*
	3,0	13,0	29,0	1,18	1,12*	0,438	0,424	0,118	0,152
	4,5	9,8	22,4	1,20	1,11*	0,455	0,413*	0,092	0,167*
	6,0	10,3	24,8	1,18	10,10*	0,454	0,388*	0,100	0,195*
	9,0	13,4	26,7	1,18	1,12*	0,446	0,409*	0,109	0,168*
PR		21,5	20,1	1,11*	1,07*	0,418*	0,408*	0,162*	0,188*
PD		15,6	18,3	1,22	1,24	0,440	0,434	0,099	0,097
		Porosidade total		Índice S		CAS		CAD	
		m ³ m ³						mm	
iLPF3	0	0,536	0,588*	0,05	0,080*	0,2	0,36*	11,6*	10,000
	1,5	0,544	0,591*	0,059*	0,074*	0,25	0,39*	11,9*	9,2
	3	0,556	0,577*	0,061*	0,071*	0,24	0,32*	12,3*	10,4*
	4,5	0,546	0,580*	0,057*	0,072*	0,2	0,32*	13,2*	10,8*
	6	0,554	0,583*	0,058*	0,073*	0,21	0,36*	12,8	9,3
	9	0,555	0,577	0,055*	0,096*	0,23	0,33*	12,2*	9,7
PR		0,582*	0,596*	0,066*	0,076*	0,30*	0,34*	10,8	11,0*
PD		0,538	0,530	0,040	0,039	0,20	0,19	9,6	8,2

* Médias nas colunas seguidas de asterisco diferem da PD pelo teste de t a 0,05.

Fonte: Assis et al. (2015).

Silva et al. (2016 a), comprovando também a melhoria de características físicas do solo com a inserção de árvores, demonstraram que o eucalipto proporcionou ganhos em características de densidade e porosidade e ainda aumentou os teores de C orgânico, servindo como alternativa para recuperar áreas em estágio de degradação.

Os sistemas agroflorestais possuem várias vantagens e benefícios, mas para propagação desse sistema algumas medidas são necessárias, como maiores estudos e desenvolvimento de culturas e espécies para a consorciação, melhorando a relação entre essas, gerando resultados satisfatório econômicos e ambientais, e produtos de qualidade como grãos, proteína animal e madeira (BALBINO et al., 2011 a).

REFERÊNCIAS

- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 309-316, 2015.
- ADAMI, A. F.; ALEXANDRE, J. W. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): uma alternativa sustentável para pecuária brasileira. **Linguagem Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 145-156, 2015.
- ALMEIDA, R. G.; OLIVEIRA, P. P. A.; MACEDO, M. C. M.; PEZZOPANE, L. R. M. Recuperação de pastagem degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases de efeito estufa. **International Symposium on Forage Breeding**, p. 384-400, 2011.
- ALMEIDA, R. G.; OLIVEIRA, P. P. A.; MACEDO, M. C. M.; PEZZOPANE, J. R. M. Recuperação de pastagens degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases no efeito estufa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO DE FORRAGEM, 3, 2011, Bonito. **Simpósio...** Bonito: ResearchGate, p. 384-400.
- ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. **Cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.
- ALVARENGA, R. C.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M. **A cultura do sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14. P. (Circular Técnica, 172).
- ALVES, C. O.; OAIGEM, R. P.; DOMINGUES, F. N.; MIRANDA, A. S.; MAIA, J. T. S.; FERREIRA, G. V. Tecnologia e programas de fomento em prol da sustentabilidade na bovinocultura: revisão de literatura. **Veterinária em foco**, v. 9, n. 2, p. 110-127, 2012.
- ASSIS, P. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v. 19, n. 4, p. 309-316, 2015.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTINEZ G. B. Contribuições dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista brasileira de Geografia física**, v. 6, n. 1, p. 1163-1175. 2011(b).
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária**, v. 46, n. 10, 2011(a), p. 1-12.

BALDOTTTO, M. A.; VIEIRA, E. M.; SOUZA, D. O.; BALDOTTO, L. E. B. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, v. 62, n. 3, p. 301-309, 2015.

BARBOSA, V.; GARCIA, P. B.; RODRIGUES, E. G.; PAULA, A. Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativas. **Revista Flor@m floresta e ambiente**, v. 24, p. 1-9, 2017

BERNARDI, A. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. Correção do Solo e Adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados. Rio de Janeiro: Embrapa, 2003. 22 p. (Documentos/Embrapa solos.; n. 46).

BONATO, J. A.; HENKES, J. A.; O sequestro de carbono (CO₂) proporcionado pelo sistema silvipastoril, com ênfase no aumento da renda familiar, com integração das atividades de lavoura e pecuária e a produção da madeira, carne e leite. **Revista gestão & sustentabilidade e ambiental**, v. 2, n. 1, p. 222-249, 2013.

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

BRUNO, C. L. S.; COSTA, L. H. M.; MONTALLI, M. H.; CARVALHO, J. P.; SILVA, R. A. Plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 611-619, 2017.

CARDOSO, R. A.; BENTO, A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.

CATI. Comissão técnica de conservação de solo. **Boas Práticas em Conservação do solo e da Água**. Campinas: CATI, 2014. (Manual técnico, 81).

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHAO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J. MARTHA JUNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de ciência & tecnologia**, v. 32, n. 1, p. 15-53, 2015.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; CAVASANO, F. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Produtividade da soja sobre palhada de forrageiras semeadas em diferentes épocas e alterações químicas no solo. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 8-16, 2015.

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

DIAS, J. S.; NEVES, I; SILVEIRA, V. H. Nutrientes, do que as plantas precisam, **UNIFERTL**, Canoas, RS; p. 1-10, 2012.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em propriedades Rurais. Minas Gerais: EPAMIG, 2012. 16 p.

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**, v. 11, n. 19, p. 1734-1742, 2016.

GITTI, D. C.; ARF, O.; VILELA, R. G.; MULLER, R. V.; PORTUGAL, J. R.; PEREIRA, D. A. S.; KAPPES, C. Épocas de semeadura da *Crotalaria juncea* e *C. spectabilis* intercaladas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2010. 1 CD-ROM.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, L. R.; SIMÕES, E. P.; CAMPANHA, M. M. Integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. In: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável: 10 anos de Pesquisa, 1., 2013, Campo Grande. **Anais ...** Mato Grosso do Sul: EMBRAPA Gado de Corte, 2013, 17 p.

IBGE. **Mudanças na cobertura e uso da terra do Brasil 2000-2010-2012-2014**, Rio de Janeiro: IBGE 2016. 33 p. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/mudancas/documentos/mudancas_de_cobertura_e_uso_da_terra_2000_2010_2012_2014.pdf>. Acesso em 5 Agost. 2017.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; **Sistema De Produção: Conceitos e definições no contexto agrícola**. 21. ed. Londrina, PR: Embrapa soja, 24. p. (Documentos). 2012.

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

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHAO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. BALBINO, L. C.; SILVA, V. P.; MULLER, M. D. Conceitos e modalidades da Estratégia de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHAO, R. L. (Ed.) **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 1, p. 21-33.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da SILVA; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. Sistema Santa Fé – **Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

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.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Agropecuária brasileira**, v. 30, n. 1, p. 29-35, 2010.

LOSS, A.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consorcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p.1347-1357, 2014.

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

MACHADO, L. A.Z.; VALLE, C. B. Desempenho agrônomo de genótipo de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 11, p.1454-462, 2011.

MORAIS DA MATTA, P.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; COLOMBARI, A. A.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M.S. Efeito do sombreamento no estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Archivos Latino-americano Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 97-102, 2009.

MARANGONI, R. E.; ARAUJO, L. S.; VALENTE, M. S.; SILVA, L. G. B.; SILVEIRA, P. M.; CUNHA, P. C. R. Produção de fitomassa seca de guandu-anão e milho e a decomposição das palhadas sob cultivo do feijoeiro. **Revista Agro@ambiental**, v. 11, n. 2, p. 119-127, 2017.

MULLER, M. M. L., GUIMARÃES, M. D. E. F., DESJARDINS, T.; SILVA, M. P. F. da. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, 409-418, 2001.

OLIVEIRA, F. L. R.; CABACINHA, C. D.; SANTOS, L. D. T.; BARROSO, D. G.; SANTOS JUNIOR, A.; BRANT, M. C.; SAMPAIO, R. A. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Revista CERNE**, v. 21, n. 2, p. 227-233, 2015.

OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. SISTEMA AGROSILVIPASTORIL: **Integração Lavoura, Pecuária e Floresta**. Viçosa, Minas Gerais: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. 190 p.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L.; SANTOS, D.C. **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com leguminosas**. Circular Técnica 88. 16p.

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

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

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

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

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p.875-882, 2011.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; BERGAMASCHINE, A.F.; ULIAN, N.A.; FURLAN, L.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CAVASANO, F.A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses after intercropping with corn crop in irrigated integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2029-2037, 2011.

PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

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**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2011.

REIS FILHO, W.; SILVA, V. P.; NICKELE, M. A.; MARTINS, M. F. O. **Formigas cortadeiras em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta – iLPF: fundamentos para o controle**. Colombo, PR: Embrapa, 2013. 7 p. (Circular técnico 331).

REIS, V. R. R.; DEON, D. S.; MUNIZ, L. C.; GARCIA, U. S.; CANTANHÊDE, I. S. L.; REGO, C. A. R. M.; COSTA, J. B.; MARQUES, E. O. Soil chemical attributes under Crop-Livestock-Forest Integration System and in Different Land Uses in Mata dos Cocais Region. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 4, p. 370-380, 2018.

RODRIGUES-GAMA, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Arvore**, v. 26, p.1-15, 2002.

ROSADO, T. L.; MONÇÃO, O. P.; GONTIJO, I; PIRES, F. R. Efeito da cobertura vegetal nos atributos físicos de um Latossolo amarelo cultivado com banana. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 8, n. 15, p. 721-728, 2012.

SALTON, J.C. **Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados**. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. Plantio direto na integração lavoura-pecuária. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; Brasília: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 2000. p. 189-200.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SOUZA, J. L.; COSTA, H.; SOUZA, G. S.; EWALD, M. C.; BREMEMKAMP, C.; MUNIZ, E. S.; BAHIENSE, D. V. Utilização de espécies vegetais como cobertura de solo no sistema plantio direto e como adubação verde na região serrana do ES. *Revista Científica Intellecto*, v. 1, n. 2, p. 87-102, 2016.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D. Insights from full-rotation Nelder spacing trials with Eucalyptus in São Paulo Brazil. **Southern Forests**, v. 72, n. 2, p.90-97, 2010.

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: 01 de out. 2016.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento da soja em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Flores. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015(c), p. 896-904.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Avaliação das propriedades físicas de um latossolo amarelo em um cultivo de cumaru em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 26, n. 1, p. 11-18, 2015 (a).

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica de um latossolo amarelo sob sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Jornal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. 2, 2015(b), p. 144-157.

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

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO. Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Revista AGROTEC**, v. 7, n. 1, p. 96-104, 2016(a).

SILVA, I. M.; ARAKAKI, K. K. Carbono florestal em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 4, p. 91-105, 2012.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; NILTON, C. AVANZI, J. C, LEITE, F. P. Sistema de manejo em plantio florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do vale do rio doce, MG. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 765-776, 2011.

SILVA, V. P.; B, M.; PULROLNIK, K., VILELA, L.; MULLEER, M. D.; OLIVEIRA, T. K.; RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; ABILIO, H. T.; PACHECO, R. Implantação e manejo do componente florestal em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHAO, R. L. (Ed.) **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 4, p. 81-101.

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

SOARES, K. A. R. S. C.; SILVA, H. M.; SOUZA, H. A.; STINGUEL, H. Produção de forragem em sistemas integrados. **Revista Nutritime**, v. 13, n. 4, p. 4738-4748, 2016.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos Agronômicos de Leguminosas para Adubação Verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 35, p. 635-643, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRE, M. G. Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num Latossolo no cerrado mineiro. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 4, p. 419-426, 2014.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M.C.; HASS, G.; RAMOS, M.M. **Integração lavoura-pecuária-floresta.** Boletim técnico, Brasília: MAPA, 2009, 54p.

VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; MASCARENHAS, M. H. T.; MACEDO, G. A. R.; SILVA, E. A.; SILVA, K. T. S.; RIBEIRO, P. C. O. Consorciação de Culturas com o Eucalipto no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012, p. 2236 - 2242.

ZANIN, E.; BICHEL, A.; MANGILLI, L. G. Bem estar de vacas leiteiras em sistemas silvipastoril. **PUBVET**, v. 10, n. 5, 2016, p. 381-387.

CAPITULO 2-TAXA DE DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES PELA PALHADA DE MILHO E *CROTALÁRIA* E EM SISTEMA DE ILPF.

Arthur Gabriel Teodoro, Lucas Matheus Rodrigues, Clarice Backes, Alessandro José Marques Santos.

RESUMO

O sistema de iLPF é um modelo produtivo sustentável, associado a técnicas como sistema de plantio direto, e a utilização de leguminosa como adubação verde para produção de palhada, traz benefícios em vários âmbitos. A *Crotalaria juncea* possui boa capacidade de produção de matéria seca, sendo uma planta indicada para produção de biomassa. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a quantidade de palhada de milho e *Crotalaria*, sua decomposição e liberação de nutrientes em 180 dias de avaliação. O trabalho foi conduzido na Fazenda Escola da UEG, Câmpus São Luís dos Montes Belos em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. O experimento foi constituído de sete tratamentos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180) DAM, e quatro repetições, foi determinado as a decomposição e a concentrações de macronutrientes. O consórcio simultâneo de milho e *Crotalaria juncea* proporcionou a produção de 6,82 Mg ha⁻¹ de massa, com valores de 10,25; 0,75; 5,80; 4,85; 1,40 e 0,10 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca, Mg e S, em concentração inicial. A liberação dos macros nutrientes expressaram características de ajuste a função quadrática para o N, P e Ca. A *Crotalaria juncea* consorciada com milho é uma alternativa eficiente para produzir biomassa, produzindo uma palhada com capacidade de cobertura do solo e enriquece o sistema pela ciclagem de nutrientes, a palhada obteve uma degradação inicial acelerada na fase inicial entre 30 e 60 DAM, e após houve uma estabilização em sua decomposição.

Palavras chave: adubação verde, biomassa, ciclagem de nutriente, leguminosa.

ABSTRACT

The iLPF system is a sustainable productive model, associated with techniques such as no-tillage system, and the use of legume as a green manure for straw production has benefits in several areas. *Crotalaria juncea* has good dry matter production capacity, being a suitable plant for the production of biomass. The objective of this work was to evaluate the amount of corn straw and *Crotalaria*, its decomposition and nutrient release in 180 days of evaluation. The work was conducted at the School Farm of UEG, Câmpus São Luís dos Montes Belos in LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. The experiment consisted of seven treatments (0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180) DAM, and four replicates, the decomposition and macronutrient

concentrations were determined. The simultaneous consortium of maize and *Crotalaria juncea* yielded 6.82 Mg ha⁻¹ mass, with values of 10.25; 0.75; 5; 80; 4.85; 1.40 and 0.10 g kg⁻¹ for N, P, K, Ca, Mg and S, in initial concentration. The release of the nutrient macros expressed quadratic function adjustment characteristics for N, P and Ca. *Crotalaria juncea* intercropped with maize is an efficient alternative to produce biomass, producing a straw with soil cover capacity and enriches the system by nutrient cycling, the straw obtained an accelerated initial degradation in the initial phase between 30 and 60 DAM, and after there was a stabilization in its decomposition.

Key words: green manure, biomass, nutrient cycling, legume.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando aproximadamente 25% do território nacional, presente principalmente nos estados da região centro oeste. Os solos dessas regiões apresentam características bem definidas, sendo em sua grande maioria altamente intemperizados, profundos e de caráter ácido (SANO et al., 2008; SAMPAIO et al., 2015).

Essas características se dão por alguns fatores como material de origem, clima, relevo, temperatura e atividades biológicas que decorreram no seu processo de formação, e a acidez desses solos principalmente pela remoção de cátions básicos como Ca, Mg, K e Na do complexo de troca (SOUSA et al., 2016).

Para a utilização desses solos para a produção agrícola, se tem a necessidade do uso de técnicas básicas como sua correção e adubação, o que proporcionam o fornecimento de nutrientes essenciais e tornam passível a exploração dessas áreas, (SOUSA e LOBATO 2004).

Além de técnicas de correção, os sistemas de integração são ferramentas para utilização dessas áreas agricultáveis, e o sistema de integrações lavoura-pecuária-floresta (iLPF) que é apresentado como um modelo produtivo com objetivo de intensificação, pois buscam de forma eficiente a utilização da interação entres as culturas agrícolas, a pecuária e o componente arbóreo (KLUTHCOUSKI et al., 2015).

Pois esse sistema de integração melhorar a eficiência de utilização das áreas produtivas, gera a diversificação, e atua na melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos, ainda é um modelo com princípios sustentável de produção (LOSS et al., 2014; CORDEIRO et al., 2015).

Também como modelo de tecnologia utilizado, o sistema de plantio direto (PD) é uma técnica conservacionista que traz fundamentos como preparo mínimo do solo, rotação de cultura e a formação e manutenção de cobertura do solo com palhada, o que garante benefícios na melhoria da fertilidade do solo e melhor eficiência na utilização de corretivos e fertilizantes aplicados (BERNARDI et al., 2003).

A persistência da palhada sob a superfície do solo é uma preocupação do sistema, pois essa possui a função de proteção, e a taxa de decomposição é um fator que deve ser acompanhado, pois é influenciada por diversos fatores, e a principal delas é a composição química (SOUZA et al., 2010). Essa decomposição está aliada também à taxa de disponibilidade dos nutrientes como N, P e K que é realizado de forma gradativa para cultura subsequente (LEITE et al., 2010).

Os resíduos das culturas vegetais no sistema de PD geram incremento nas culturas de grãos, com aumento superior a 10% na produtividade dessas culturas (CARDOSO et al., 2014).

Algumas leguminosas são utilizadas dentro desse sistema de PD, com intuito do aproveitamento do benefício de fixação biológica de nitrogênio (FBN), enriquecendo o sistema com N, que é disponibilizado para culturas posteriores pela palhada, por meio transformações por microrganismos (ALVES et al., 2016; VALLE e ZIMMER, 2013).

Uma vez que o N é um elemento altamente reativo, possui uma grande mobilidade e se perde facilmente, principalmente em solos do Cerrado, estas perdas podem ser minimizadas quando utilizado essa técnica de palhada de leguminosa, tornando esse nutriente menos suscetível aos processos de transformações biótica e abiótica, aumentando o aproveitamento do N, quando comparado a fertilizantes químicos (DAMIN e SILVA, 2016).

A utilização de leguminosas instaladas em consórcio é apresentada uma técnica vantajosa ao sistema, e garante grandes benefícios, porém o grande desafio é a permanência desse palhada por longo tempo após sua instalação (ALVES et al., 2016).

A *Crotalaria juncea* é uma espécie de planta que possui destaque, pois comparada entre leguminosas, apresenta boa capacidade de produção de matéria seca, sendo uma planta indicada por sua adaptabilidade, para ser utilizadas nos sistemas instalados nas condições da região do Cerrado (TEODORO et al., 2011).

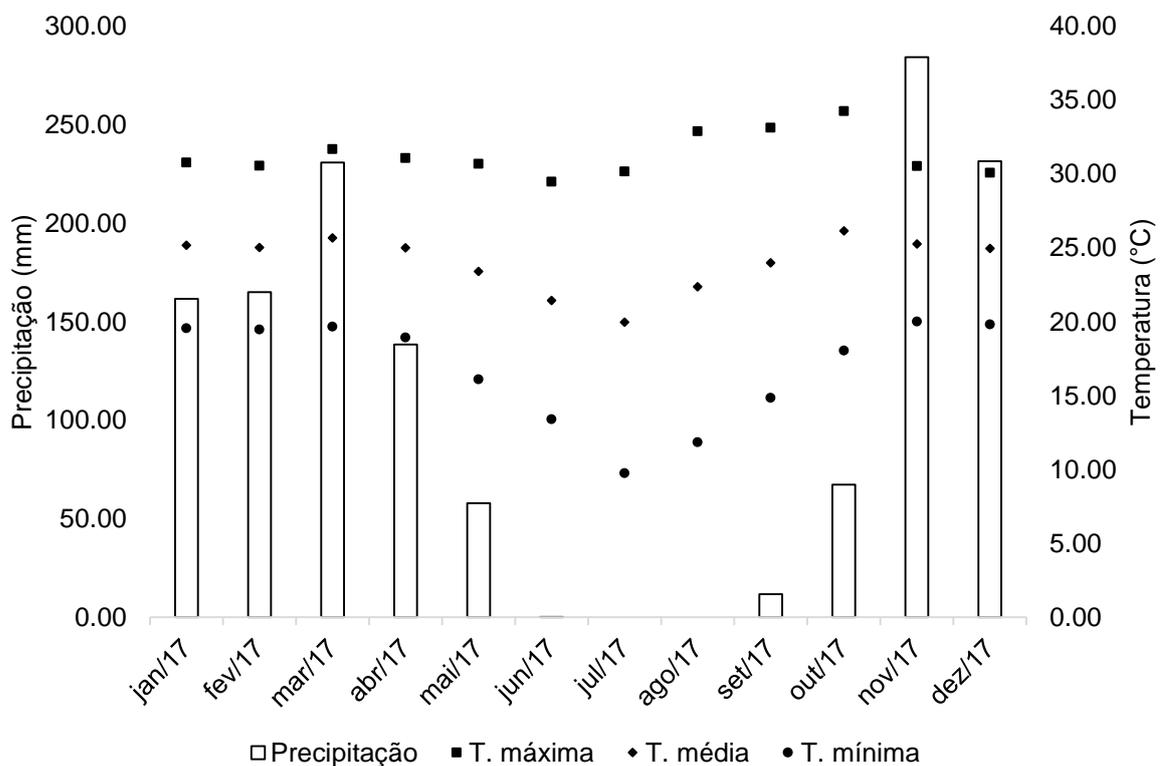
Objetivou-se com esse trabalho avaliar a quantidade de palhada de milho e Crotalaria, em sistema de consorciação, sua decomposição e liberação de nutrientes por um período de 180 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual do 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). A precipitação média anual é de 1785 mm, com 87 % concentrada entre os meses de outubro a março, ocorrendo em média 4 meses de déficit hídrico (ALVARES et al., 2013).

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

Figura 1: Dados de precipitação (mm), temperaturas mínima, média e máxima (°C) mensais no período experimental de janeiro a dezembro do ano de 2017 da região do centro goiano.



O solo foi 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 estava sendo cultivada com pastagem (*Uroclhoa brizantha* cv. Marandu), instalada a aproximadamente 14 anos, sem receber adubação ou manejo de recuperação.

Para caracterização química inicial da área, foi realizado a coleta de solo na camada de 0-0,20 m utilizando o trado holandês, retirou-se em 20 pontos de forma aleatória em toda área experimental, formando uma amostra composta, o material foi homogeneizado, identificado, e as análises realizadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001). O solo apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂) 4,9; matéria orgânica 20 g dm³; Fósforo 3 mg dm³; 3,7; 0,10; 0,266; 3,6; e 1,1 cmol_c dm⁻³ de H⁺ +Al⁺³, K, Ca, Mg, respectivamente; e Saturação por bases (v%) de 56%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído de sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram constituídos pelas épocas de coleta da palhada (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180) dias após o manejo (DAM), e quatro pontos distintos de coleta de palhada as repetições.

Realizou-se o preparo convencional, sendo o mais adequado para implantação do sistema, em área de 1,19 hectares, com aração e duas gradagem, feito também a calagem, com aplicação do corretivo a lanço, pela distribuidora de calcário acoplada ao trator, em quantidade de 1 Mg ha⁻¹, com 45% de CaO, 14% de MgO e PRNT de 90%, para elevação da saturação para 70%, e sua incorporação foi realizada pela gradagem.

Após o nivelamento realizou-se a sulcagem da área, com a utilização de sulcador acoplado ao trator, para o plantio das mudas de eucalipto, foram feitos os mesmos com aproximados 0,3 m de profundidade espaçados 15 m entre renques, para passível introdução das culturas agrícolas em consórcio e facilidade de mecanização da área. Foram introduzidos sentido a acompanhar a declividade do terreno, que também coincidiu com sentido Leste-Oeste.

A cultura agrícola instalada foi o milho (*Zea mays*) para produção de grãos, inserido entre as linhas do componente arbóreo no dia 23 de dezembro de 2016, utilizando-se o híbrido VT PRO 3[®], com taxa de germinação e sobrevivência de 81%. A semeadora adubadora utilizada foi a de disco para plantio convencional de quatro linhas, com espaçamento de 0,75 m e stand final de 70 000 plantas ha⁻¹.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com a exigência da cultura e expectativa de produção de grãos de 10 Mg ha⁻¹ em que, na semeadura foi fornecido 20, 100 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente com o formulado 5-25-15, e para cobertura 70 kg de N e K₂O com o formulado 20-0-20 (SOUSA e LOBATO, 2004).

Realizou-se em sistema de consorciação simultânea, a *Crotalaria juncea* cv. IAC-KR1 foi implantada na entrelinha do milho, utilizando o mesmo maquinário, colocada na caixa de adubo para o plantio, foram utilizado 20 kg de sementes ha⁻¹ com 70% de germinação e 70% de viabilidade, sendo essa leguminosa utilizada apenas para a produção de palhada.

Após a colheita das espigas de milho, aos 120 dias após o plantio, as plantas de milho e crotalaria foram manejadas com roçadeira para formação da palhada sobre o solo.

As coletas iniciaram no início do mês de maio e finalizaram em novembro do ano de 2017, sendo realizada mensalmente, com intervalos de 30 dias. Com auxílio de estrutura metálica com área de 1 m² dimensão 1x1, coletou-se todo material dentro da área delimitada em cada um dos quatro pontos, quantificava-se o peso para obter a massa fresca total (MFT).

Em laboratório as amostras foram peneiradas, lavadas em água de abastecimento e deionizada, armazenadas em sacos de papel identificados, secas em estufa de circulação de ar forçada à 65 ° C por 72 horas, aferindo-se o peso para cálculo da matéria seca (MS%).

Com os valores MFT e MS% determinou-se a quantidade de Massa seca total (MST) produzida e extrapolou-se a quantidade para hectare da cada coleta, e por diferença da massa entre as coletas determinava-se a sua decomposição.

Utilizando a metodologia de Rezende et al. (1999), para base de cálculo para determinação do coeficiente de decomposição (k), em que através da equação: $k = \ln(X/X_0)/t$ considera-se que X é a quantidade de matéria seca remanescente, t o tempo em dias, e X₀ é a quantidade de matéria seca inicial.

Para análise química o material seco foi triturado em moinho de facas Lafrance para redução das partículas, e novamente processado em moinho de facas tipo willey para realização de análises e determinar as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S pela metodologia (MALAVOLTA et al., 1997).

Com os valores de MST e concentração, determinava-se a quantidade total para acúmulo e liberação dos macronutrientes por extrapolação matemática.

Os resultados das análises da palhada foram submetidos a análise de variância utilizando o programa Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2010), o efeito de tempo de coleta após o manejo foi avaliado por meio da análise de regressão, com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consórcio simultâneo de milho e *Crotalaria juncea* proporcionou a produção de 6,82 Mg ha⁻¹ de cobertura vegetal para solo após a colheita do milho (Figura 1), o que demonstrou uma boa capacidade de produção de biomassa, sendo uma cultura recomendada como planta de cobertura para revestimento da superfície do solo.

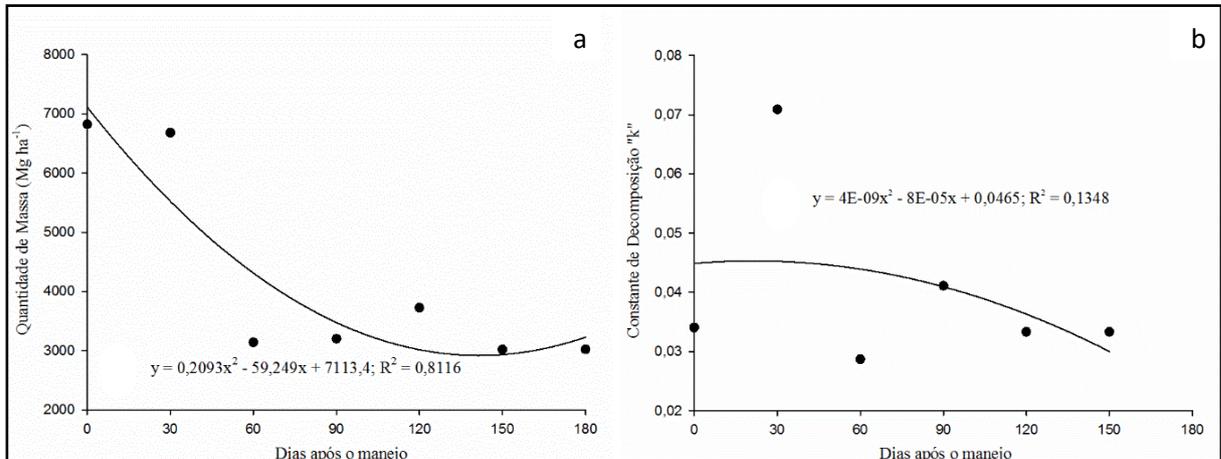
Valor de produção de massa seca contraposto ao encontrado por Gitti et al. (2012), que também em sistema de consorciação simultânea de milho mais crotalária obtiveram o valor de 13,12 Mg ha⁻¹ em solo do Cerrado.

A biomassa produzida foi provida principalmente da *Crotalaria juncea* que pela competição principalmente de luz, sobrepôs à cultura do milho em seu desenvolvimento, situação semelhante a encontrada por Gitti et al. (2012), quando avaliou a interação do plantio simultâneo da crotalária e milho. Segundo Teodoro et al. (2011) essa disputa, e a sobreposição da crotalária, se dá pela característica da espécie, que possui taxa de crescimento acelerado nos primeiros 40 dias após a semeadura, que deve ser considerada para seu uso, não sendo recomendado sua inserção de forma simultânea.

A palhada de crotalária mais milho gerou uma cobertura eficiente do solo nos 180 dias de avaliação no período seco. No final desse período verificou-se ainda cerca de 3,02 Mg ha⁻¹ (Figura 2a), aproximados 44% de massa total produzida, com capacidade de uma persistência favorável protegendo a superfície do solo, podendo ser uma forrageira indicada como planta para produção de palhada, o que também é confirmado por Costa et al. (2012) com trabalho de produção de fitomassa de *Crotalaria juncea*.

Para decomposição da palhada, observou-se uma rápida diminuição da massa do material, durante intervalo de 30 a 60 DAM, pois obteve-se o índice de taxa de decomposição k, mais elevado demonstrado na (figura 2b).

Figura 2: a) massa de palhada de crotalária e milho (Mg kg ha^{-1}) na superfície do solo, b) coeficiente de decomposição da palhada de crotalária e milho na superfície do solo de acordo com dias após o manejo da palhada (DAM).



*Significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

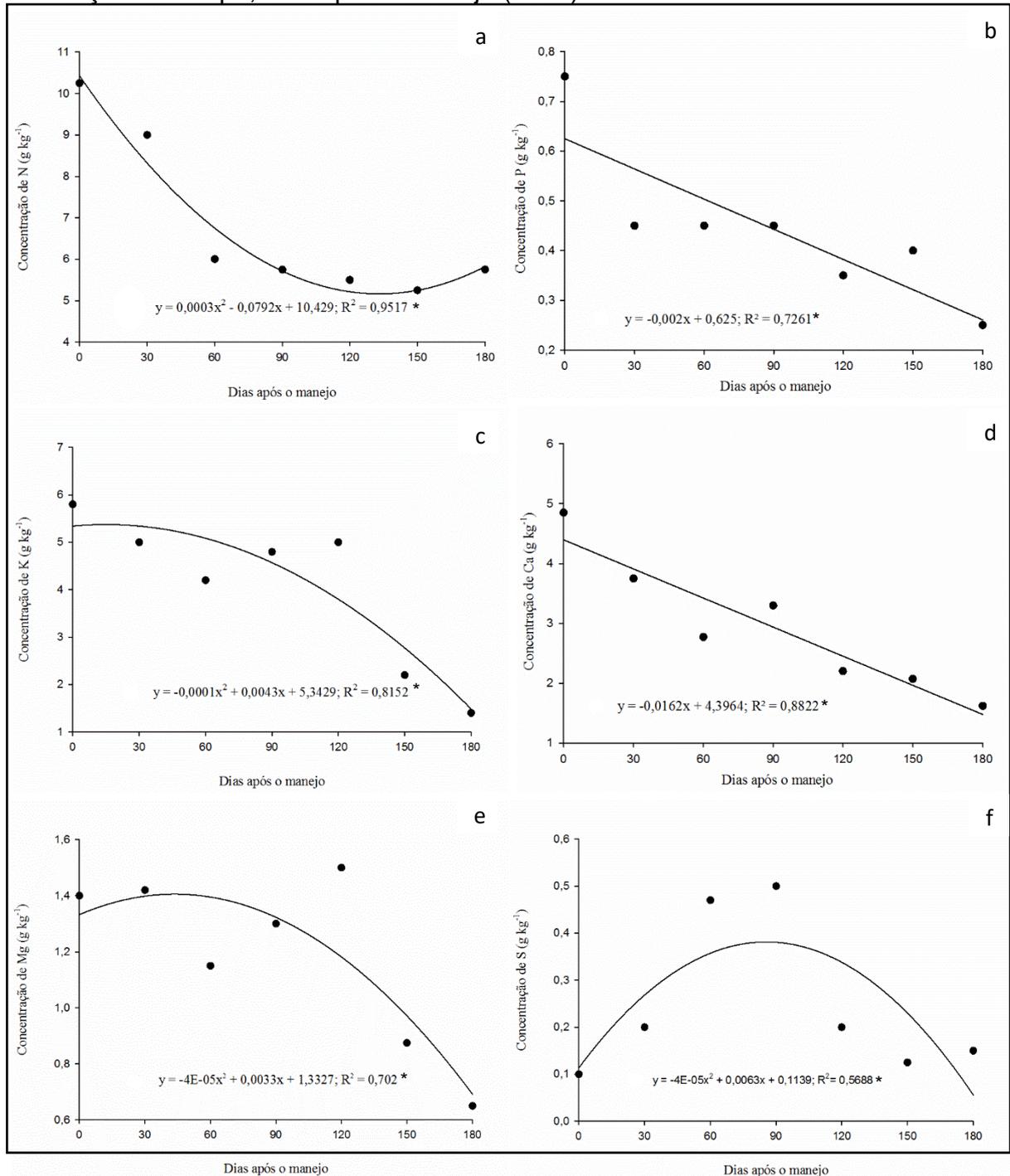
Comportamento semelhante ao encontrado por Soratto et al. (2012), que avaliando a decomposição da palhada de milho e crotalária, confirmaram a decomposição de 50% da massa vegetal inicial aos 65 DAM.

Para a concentração de macro nutrientes na palhada de milho e crotalária, a biomassa expressou a seguinte composição inicial, valores de 10,25; 0,75; 5;80; 4,85; 1,40 e 0,10 g kg^{-1} para N, P, K, Ca, Mg e S. Pereira et al. (2011), em trabalho semelhante de milho consorciado simultaneamente com crotalária, corroboram com valores aproximado em concentração de N, P e K da parte aérea da planta, sendo de 13,8; 1,50 e 8,80 g kg^{-1} respectivamente.

A concentração de P e Ca expressaram comportamento linear, com redução gradativa em seus valores (figura 3), associado a decomposição da biomassa e liberação desses elementos ao meio.

Entretanto para os valores de concentração de N, K, Mg e S obteve-se efeito ajustável a função quadrática. Em que o N expressou uma decrescente concentração até aos 60 DAM e após esse período observou-se estabilização no valor do teor desse elemento na palhada até o fim das avaliações (figura 3a), comportamento semelhante e associado a decomposição da massa, pois o N está diretamente relacionado a atividade microbiana responsável pela decomposição (ASSIS et al., 2003).

Figura 3. Concentração de macronutrientes g kg^{-1} na palhada de crotalária mais milho em função do tempo, dias após o manejo (DAM).



*Significativa 5% de probabilidade pelo teste F.

As concentrações de K, Mg apresentaram primeiro uma pequena redução de seus valores, e posteriormente aumento, e novamente sua diminuição (figuras 3 c e f), comportamento justificado pela decomposição inicial acentuada que produz uma diminuição dos teores, uma estabilização na decomposição e início da imobilização desses elementos, devido baixa concentração dos mesmos na biomassa.

A baixa concentração do S, possivelmente pela deficiência no solo e a falta da correção desse elemento, desencadeou o processo de imobilização desse elemento, até os 90 DAM, em que acarretou no aumento de seu teor, e posteriormente a redução do mesmo (figura 3e), novamente pelo efeito da decomposição e liberação desse nutriente ao meio.

Para o parâmetro de acúmulo de macro nutrientes, a palhada revelou valores ajustando a função quadrática para N, P, Ca e S (figura 4), com a redução nos teores de forma decrescente, com tendência a uma estabilidade a partir de 60 DAM. O acúmulo de K e Mg na palhada, o ajuste encontrado foi para função linear (figura 4).

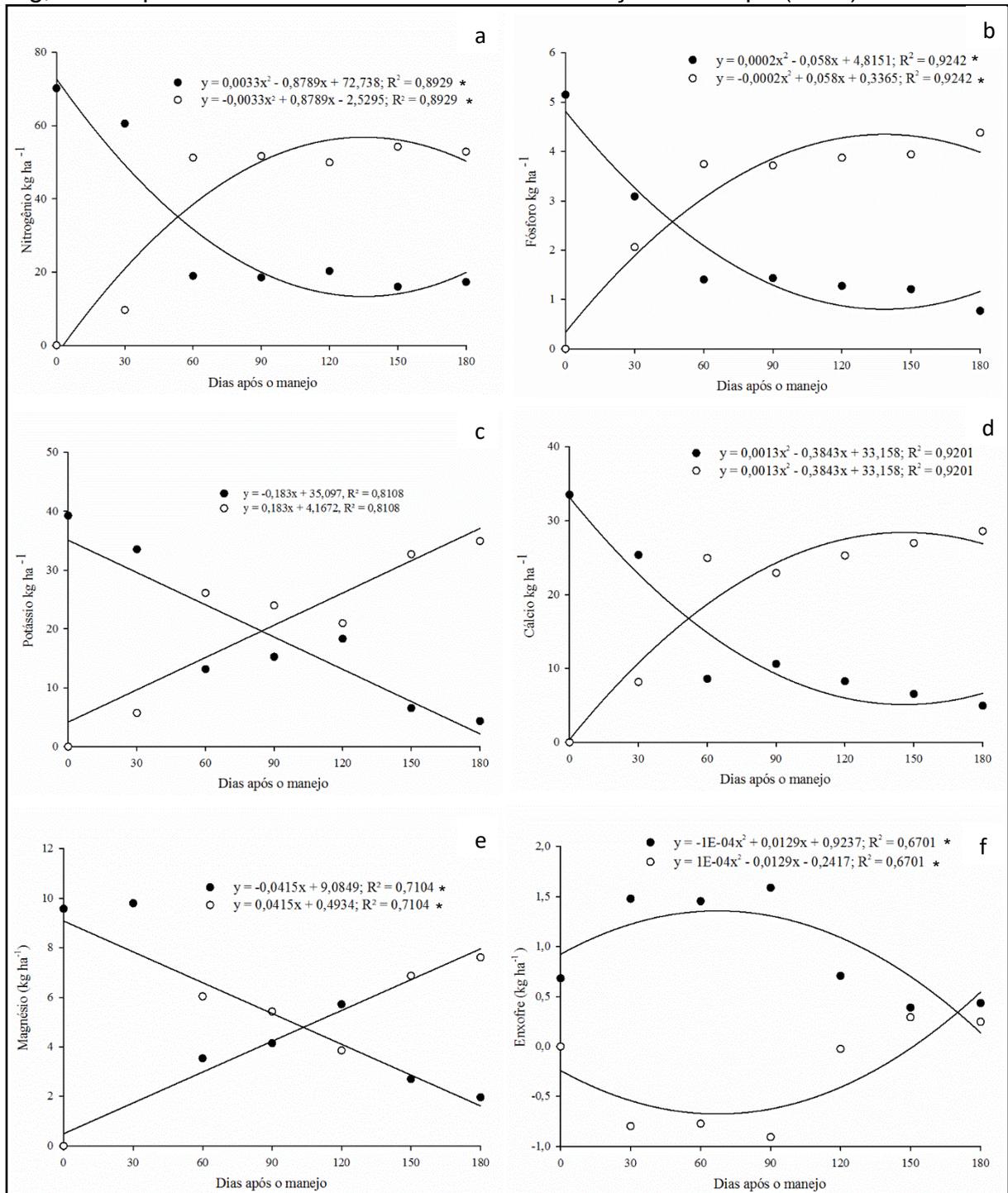
Os macronutrientes avaliados, com exceção o S, apresentaram maior acúmulo de nutrientes na primeira avaliação, em 0 DAM, pois ainda não haviam sofrido processo de decomposição para liberação desses nutrientes, que ocorreu nas avaliações subsequentes. Efeito explicado por Costa et al. (2012), afirmando que as quantidades acumuladas de nutrientes decresceram ao longo do tempo, em que quanto menor a sua quantidade remanescente na palhada, maior a quantidade disponibilizada para o meio.

Ao final do tempo de avaliação, aos 180 DAM os teores acumulados dos macronutrientes apresentaram uma redução de 75, 85, 89, 85, 79,5 e 36,3 % para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, do acúmulo inicial.

Contraopondo com os valores Crusciol et al. (2005), avaliando o acúmulo de macronutrientes na biomassa de nabo forrageiro, encontraram valores inferiores na comparação da primeiro e última avaliação, com 40,3, 55,8, 71,4, 76,8 e 79,2% para N, P, Ca, Mg e S, esses valores inferiores deve-se ao tempo de avaliação, em quantidade de dias pois avaliaram somente até os 53 DAM, enquanto que o presente foi conduzido por 180 dias.

Em que os valores na última avaliação correspondiam a 17,3; 0,8; 4,3; 4,9; 1,9 e 0,4 kg ha⁻¹ para N, P, K, Ca, Mg e S respectivamente, em quantidade de nutriente acumulado, valores aproximados aos encontrado por Costa et al. (2014), trabalhando com consórcio de crotalaria mais milho com fragmentação, onde obtiveram valores de 19,5; 2,9; 1,8; 5,4; 2,8 e 1,2, kg ha⁻¹ para os mesmos macronutrientes.

Figura 4. Quantidade de nutrientes kg ha^{-1} ◦ acumulado e • liberado de N, P, K, Ca, Mg, e S na palhada de crotalária mais milho em função do tempo (DAM).



*Significativa 5% de probabilidade pelo teste F.

A liberação dos macros nutrientes expressaram características de ajuste a função quadrática para o N, P e Ca (figura 4) em que segundo a curva de liberação obtiveram máximas em 133, 145 e 147 DAM, com a disposição de 55,99, 4,54 e 29 kg ha^{-1} , respectivamente. Porém observa-se uma maior velocidade de liberação

desses nutrientes nos primeiros 60 DAM. A liberação de K e Mg pela palhada ao solo obtiveram ajuste linear (figura 4).

Ao final do período de avaliação a palhada de Crotalária e milho, além da quantidade de macronutrientes restante acumulada, essa cobertura liberou uma porção significativa de desses elementos ao meio, num total de 53; 4; 35;29; 8; 0,3; kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, enriquecendo o sistema pela ciclagem de macronutrientes, e ainda minimizam os riscos com a perdas pela lixiviação por causa da liberação gradativa (COSTA et al., 2014).

CONCLUSÃO

A *Crotalária juncea* consorciada com milho é uma alternativa eficiente para produzir biomassa, produzindo uma palhada com capacidade de cobertura do solo e enriquece o sistema pela ciclagem de nutrientes.

Porem deve-se ter critérios para sua implantação simultânea, pois pode ocorrer competição e sobreposição a cultura produtora, reduzindo a produção de grãos.

A palhada teve uma decomposição inicial acelerada entre 30 e 60 DAM, e após houve uma estabilização nessa decomposição e liberação de nutrientes.

REFERÊNCIAS

1. ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
2. ALVES, B. J. R.; MARTINS, M. R.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio para a Sustentabilidade Agrícola no Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Eds.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado**. Goiânia, GO: Gráfica, 2016. Cap. 8, p. 253-290.
3. ASSIS, E. P. M.; CORDEIRO, M. A. S.; PAULINO, H. B.; CARNEIRO, M. A. C. Efeito da aplicação de nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição da palhada de sorgo em solo de cerrado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 2, p. 107-112, 2003.
4. BERNARDI, A. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do Solo e Adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2003. 22 p. (Documentos/ Embrapa solos.; n. 46).

5. CARDOSO, R. A.; BENTO, A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.
6. CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHAO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J. MARTHA JUNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de ciência & tecnologia**, v. 32, n. 1, p. 15-53, 2015.
7. COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e Liberação de macronutrientes e silício da fitomassa de crotalária em função da fragmentação. **Bioscience Jornal**, v. 28, n. 3, p. 384-394, 2012.
8. COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milho sob fragmentação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 197-208, 2014.
9. CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, .; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.
10. DAMIN, V.; SILVA, M.A. S. Manejo do nitrogênio na região do cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Eds.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado**. Goiânia, GO: Gráfica, 2016. Cap. 7, p. 225-251.
11. FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análise estatística. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 66p, 2010.
12. LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.
13. LOSS, A.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consorcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. **Bioscience Jornal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p.1347-1357, 2014.
14. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, MG. POTAFÓS, 2 ed. 1997, p. 319.
15. PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com

Crotalaria juncea: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p.191-200, 2011.

16. SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema de Plantio Direto: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: 248p. 1998. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
17. SAMPAIO, B. A.; VIERA, D. L.; CORDEIRO, A. O.; AQUINO, F. G.; SOUZA, A. P.; ALBUQUERQUE, L. B.; SHIMIDT, I. B.; RIBEIRO, J. F.; PELLIZARO, K. F.; SOUSA, F. S.; MOREIRA, A. G.; SANTOS, A. B. P.; REZENDE, G. M.; SILVA, R. R. P.; ALVES, M.; OLIVEIRA, M. C.; CORTES, C. A.; OGATA, R. **Guia de restauração do cerrado: Semeadura direta**. Brasília: Rede de sementes do cerrado, 40 p. 2015.
18. SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.
19. SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo sua correção na região do cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P.(Eds.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado**. Goiânia, GO: Gráfica, Cap. 5, p. 125-190, 2016.
20. SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. (Ed.) Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.
21. SOUZA, A. P.; LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; GUERRA, J. G. M.; ANDRADE, I. P. S.; ROCHA, H. S. Influência da decomposição de diferentes resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação no comportamento da vegetação espontânea. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 317-324, 2010.
22. TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos Agronômicos de Leguminosas para Adubação Verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 35, p. 635-643, 2011.
23. VALLE, C. B.; ZIMMER, A. H. Leguminosas forrageiras em pastos consorciados: experiências do passado que podem fomentar o futuro. In: CASAGRANDE, D. R.; LARA, M. A. S.; BERNARDES, T. F (Ed.). **As forragens e as suas Relações com o solo, o Ambiente e o Animal**. 2 ed. Lavras, MG: UFLA, 2013. Cap. 2, p. 17-28.

CAPÍTULO 3- DESENVOLVIMENTO DO CAPIM MARANDU SOBRE EFEITO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, ARRANJOS E ESPAÇAMENTO ENTRE ARVORES À DIFERENTES DISTÂNCIAS DO RENQUE

Arthur Gabriel Teodoro, Lucas Matheus Rodrigues, Clarice Backes, Alessandro José Marques Santos

RESUMO

A integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) destaca-se entre os sistemas integrados de produção (SI) por agregar o maior número de componentes, e com isso potencializar os efeitos em função do manejo empregado. Frente ao poder de influência do componente florestal na pastagem é essencial identificar seu desenvolvimento sob diferentes modelos de implantação. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de três espécies de eucalipto, dois arranjos, três espaçamentos entre árvores e o desenvolvimento do capim Marandu à diferentes distâncias do renque das árvores. O trabalho foi conduzido em região de Cerrado sob LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com árvores de 23 meses de desenvolvimento. O delineamento estatístico foi em esquema fatorial 3x2x3x3 com três espécies de eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*, *Corymbia citriodora*, *E.* clone I144), dois arranjos (de linha simples e tripla), três espaçamentos entre plantas de 1, 2 e 3 metros) e três distâncias dos renques (à 2,5, 5,0 e 7,5 metros). Avaliou-se índice SPAD total, altura, produção de massa verde (MV) e massa seca (MS) de capim, percentagem de folha, colmo e relação folha:colmo (F:C). Foi observado que à 2,5 m ocorreu menor produção de MV e MS de capim, embora incremento na relação F:C e percentagem de folhas. À 2,5 m das árvores frente a espécie *Cloeziana*, a de menor altura, ocorreu menor produtividade, mas maior teor de folhas e relação F:C e o inverso ocorreu nas demais distâncias.

Palavras-chave: Agrossilvipastoril. Braquiarião. Silvipastoril. *Urochloa brizantha*.

ABSTRACT

The integration of crop-livestock-forest (iLPF) stands out among integrated production systems (IS) because it aggregates the largest number of components, and with this, to potentiate the effects in function of the management used. Due to the influence of the forest component on the pasture, it is essential to identify its development under different models of implantation. The objective of this work was to evaluate the effect of three species of eucalyptus, two arrangements, three spacings between trees and the development of the Marandu grass at different distances of the trees. The work was conducted in Cerrado region under

LATOSSOLO VERMELHO Distrófico with trees of 23 months of development. The statistical design was in a 3x2x3x3 factorial scheme with three eucalyptus species (*Eucalyptus cloeziana*, *Corymbia citriodora*, E. clone I144), two arrangements (single and triple row), three plant spacings of 1, 2 and 3 meters) and three distances (2.5, 5.0 and 7.5 meters). The total index SPAD, height, green mass (MV) and dry mass (DM) of grass, percentage of leaf, stem and leaf: stem ratio (F: C) were evaluated. It was observed that at 2.5 m decreased MV and DM production of grass, although increase in F: C ratio and percentage of leaves. At 2.5 m of the trees in front of the Cloeziana species, the lowest height, there was lower productivity, but higher leaf content and F: C ratio and the inverse occurred at the other distances.

Keywords: Agrosilvipastoril. Braquiarião. Silvipastoril. *Urochloa brizantha*,

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção (SI) foram propostos a partir da necessidade de recuperação e conservação de áreas degradadas, preocupação crescente no cenário agropecuário brasileiro, contudo aliado também a intensificação da produção devido à crescente demanda desses produtos. Com alicerce sob ganhos e estabilidade econômica ao produtor, situação possível devido a diversificação da produção.

O modelo integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) propõe a produção em consórcio, sucessão ou rotação dos componentes na mesma área, esse como SI que integra maior número de componentes potencializa os benefícios da integração, mas também as desvantagens e riscos proporcionais em função da correta ou não aplicação da tecnologia (BALBINO et al., 2011).

Dentro do iLPF é possível aplicar modelos de consórcio entre lavoura e pecuária com objetivo de construir benefícios a longo prazo, como o consórcio de milho com leguminosas ou capim com intuito de formar palhada e, ou, pastagem para proteção do solo e alimentação animal (NGWIRA et al., 2011; KLUTHCOUSKI et al., 2000). Todavia devido a integração é impossível abordar os consórcios de maneira isolada, pois o efeito de um componente no outro é simultâneo.

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

A partir desse o sombreamento gerado altera o desenvolvimento e produção dos demais componentes, negativamente ou positivamente em função da correta implantação do componente arbóreo e nível de tolerância a sombra das demais espécies vegetais utilizadas.

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

No componente arbóreo são visadas características como adaptação ao meio de produção, rápido desenvolvimento, demanda de mercado regional, rápido desenvolvimento, copa de baixa densidade e fuste reto pois esse conjunto além de possibilitar agilidade de rotação no sistema minimiza o impacto da floresta nos demais componentes (FERREIRA e COSTA, 2015).

O *Eucalyptus spp.* além de atender à essas características ocupa mais de 73% da área de floresta plantada brasileira, com produtividade média de 36 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (IBÁ, 2017), índices que evidenciam o potencial deste no Brasil. Contudo devido ao número de espécies deste com desenvolvimento e potencialidades distintas são essenciais testes para tornar assertiva a escolha da espécie em função do ambiente e objetivo de produção.

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

Esse gênero vem sendo testado em diferentes condições de sombreamento (MARTUSCELLO et al., 2009; MENDONÇA et al., 2017), contudo devido a diversidade de espécies e cultivares com diferentes respostas em diferentes regiões pesquisas são essenciais para suprir a demanda de informação necessária para implantação da tecnologia.

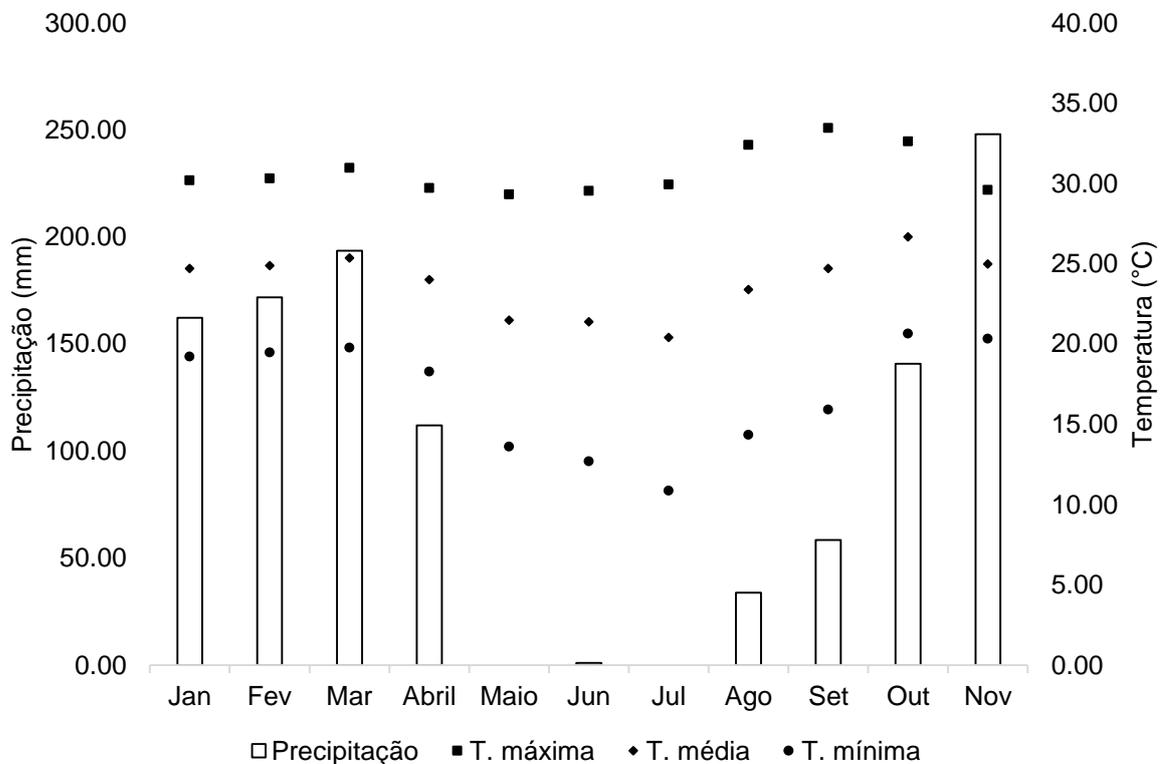
Em virtude da demanda de informação para tornar possível e viável a condução do iLPF na região do cerrado objetivou-se com esse trabalho avaliar o

desenvolvimento de pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu à diferentes distâncias do renque de três espécies de eucalipto plantados em arranjo de linha simples e tripla e três espaçamentos entre árvores de plantio.

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). E a precipitação que ocorreu de janeiro a novembro de 2018 na região está ilustrada na Figura 1.

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



Fonte: UFG, 2019.

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, inserido em relevo suave ondulado. Com vegetação originária do local Cerrado stricto sensu e esse foi cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu instalada a aproximadamente 14 anos, sem manejo de fertilidade.

Em outubro o capim foi dessecado e para caracterização inicial do solo e coletou-se amostras nas profundidades de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 com os resultados dispostos na Tabela 1.

Para instalação do sistema iLPF no ano de 2016 realizou-se o preparo da área de forma convencional sendo o mais adequado, com uma aração e duas gradagens, em que antes da última gradagem aplicou-se 1 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, para elevação da saturação para 75% em função da necessidade observada na análise de solo.

Realizou-se a sulcagem da área para o plantio das mudas de eucalipto, com a utilização de sulcador acoplado ao trator, foi realizado com aproximados 0,3 m de profundidade e com espaçamento de 15 m, para passível introdução da cultura agrícola. As mudas foram introduzidas sentido a acompanhar a declividade do terreno, que também coincidiu com sentido Leste-Oeste.

Tabela1. Caracterização inicial do solo nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m da área experimental.

Parâmetro	Unidade	Camada (m)	
		0,00-0,20	0,20-0,40
pH (CaCl ₂)	u.n.	4,9	4,9
Ca	cmolc dm ⁻³	3,6	2,7
Mg	cmolc dm ⁻³	1,1	0,7
Al	cmolc dm ⁻³	0,1	0,1
CTC	cmolc dm ⁻³	8,77	6,39
P (Melich I)	mg dm ⁻³	3	13
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
Argila	%	39	39
Silte	%	25	25
Areia	%	36	36

*MO: teor relativo de Matéria Orgânica no solo.

Foi implantado o componente arbóreo no mês de dezembro, com o plantio das mudas das árvores de acordo com o delineamento em esquema fatorial 3x2x3x3, totalizando 54 tratamentos com duas repetições.

Foram avaliadas três espécies florestais (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, *Eucalyptus cloeziana* F. Muell e *Eucalyptus* spp. I-144) em dois arranjos (linhas simples e linhas triplas), três espaçamentos entre árvores (1, 2 e 3 metros entre árvores) e à três distâncias dos renques das árvores (2,5, 5,0 e 7,5 metros). No arranjo triplo o espaçamento entre linhas foi de três metros e entre arranjos o espaçamento foi de 15 metros (figura 2).

Ainda no primeiro ano, em dezembro de 2016 foi implantado no sistema lavoura de milho para produção de grão em consórcio com *Crotalaria juncea*, aos 120 dias após emergência (DAE) das plantas de milho foi realizada colheita das espigas e manejo das plantas deste e de crotalária com roçadeira para formação de palhada.



Figura 2 - Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF).

No segundo ano de experimento a pastagem foi implantada, no mês de janeiro de 2018 em consórcio com o milho para produção de silagem. Utilizou-se a *Urochloa brizantha* cv. Marandu a sementes do capim possuía 40% de valor cultural (VC) em que utilizou 8 kg de sementes puras viáveis ha⁻¹, plantadas com uso de semeadora de plantio direto na entre linha do milho junto ao adubo.

A adubação no plantio foi realizada conforme Cantarella et al. (1997), para produção de 10 Mg 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, sendo fornecidos 80 kg ha⁻¹ de N e K com a fórmula 20-00-20.

Aos 90 DAE (abril de 2018) das plantas de milho o capim e as plantas de milho foram cortadas à 0,25 m do solo para confecção da silagem, a partir de então a pastagem permaneceu na área. A primeira avaliação desta ocorreu em novembro de 2018.

No momento da avaliação as espécies *C. citriodora*, *E. cloeziana*, e clone I144 estavam com alturas de 2,70, 6,29 e 10,26 m de altura, respectivamente.

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

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

O capim foi cortado a altura de 0,25 m em área de 1 m² delimitada por quadrado metálico (1x1) posicionado na área útil de cada parcela, essa massa foi pesada para obtenção da produção em MV, deste total foi separado 0,300 kg de capim, colocado em saco de papel identificado e mantido em estufa de circulação forçada à 65°C até atingir peso constante e pesado novamente para obtenção do peso seco. Com este calculou-se a percentagem de umidade e então a produtividade em MS, extrapolou-se para hectare.

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito dos fatores de forma individual sobre o índice SPAD, altura, população de perfilhos, matéria verde e matéria seca de capim Marandu, relação folha colmo e percentagem de folhas e colmos estão dispostos na Tabela 2.

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

Fatores	SPAD	Altura	Perfilho	MV	MS	F:C	Folha	Colmo
		cm	m ²	Mg ha ⁻¹			%	
Espécies								
Cloeziانا	44,28	99,58a	621,93	23,94a	4,57a	0,97	49,08	50,93
Citriodora	44,4	89,84b	601,78	21,55ab	4,38ab	1,06	50,91	49,09
Clone I144	43,84	89,46b	574,22	20,59b	4,02b	1,00	49,63	50,37
Arranjo								
Simpleس	44,51	92,63	660,44a	23,48a	4,39	1,01	49,9	50,1
Triplo	43,84	93,29	538,17b	20,58b	4,26	1,00	49,84	50,16
Espaçamentos entre arvores								
1	44,8	93,63	597,93	21,57	4,19	0,99	49,46	50,54
2	43,53	91,66	598,67	21,35	4,21	1,01	49,95	50,05
3	44,19	93,59	601,33	23,17	4,57	1,03	50,21	49,79
Distância								
2,5	43,64	71,79b	580,00	16,24b	3,28b	1,15a	52,92a	47,08b
5	43,89	100,61a	597,04	24,16a	4,73a	0,95b	48,54b	51,46a
7,5	44,99	106,47a	620,89	25,69a	4,96a	0,94b	48,15b	51,85a
CV%	9,29	12,54	16,8	19,34	22,06	15,89	6,87	6,83

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

O índice SPAD não foi influenciada por nenhum fator individual ou suas interações, o que sugere que as condições adversas e de competição criadas não afetaram no potencial fotossintético da planta, embora o desenvolvimento e produtividade tenham sido alterados (Tabela 2). Thiesen et al. (2017) observaram que índice SPAD não tem correlação com a produção de massa, folhas ou colmo, o que, portanto, justifica esse comportamento.

Lopes et al. (2017) observaram com *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* com 14 e 22 m de altura, respectivamente, aumento em 20% no teor de clorofila sob sombreamento intenso o que corrobora com o descrito por Paciullo et al. (2007). Nesses embora com espécies arbóreas de desenvolvimento semelhante, a espécie forrageira é diferente, o que sugere, comportamento e tolerância diferente do capim Marandu ao sombreamento que a *U. decumbens* dado as diferenças de desenvolvimento das forrageiras.

Já a população de perfilhos foi só influenciada pelos arranjos utilizados, ocorreu maior população de perfilhos no arranjo simples que no triplo, pois conforme Faria et al. (2018), o número de perfilhos depende da incidência luminosa sobre a planta, em que sob condições de privação de luz ocorre redução da densidade de perfilhos. Portanto no caso do arranjo triplo o maior número de árvores, maior a área sombreada e por isso ocorreu menor densidade neste arranjo. Cabral et al. (2017) com capim Marandu com 17 anos de implantação em ambiente silvipastoril e monocultivo observaram população de 430 e 510 perfilhos⁻¹ m², respectivamente, embora evidencie o efeito da sombra, ambos foram menores que o obtido neste (Tabela 2), mas no primeiro ano de implantação.

A altura do capim Marandu sofreu alteração em função das espécies utilizadas, distâncias avaliadas (Tabela 2), da interação dessas e também da interação entre arranjo e distância (Tabela 3).

Tabela 3 – Altura (cm) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em ambiente de iLPF em função das interações de espécies e arranjos com distâncias.

Fatores	Distâncias		
	2,5	5	7,5
	Espécies		
Cloeziana	88,30aB	106,62A	103,82abA
C. Citriodora	71,05bB	97,83A	100,53bA
Clone I144	56,03cC	97,28B	115,07aA
	Arranjo		
Simple	76,01aB	98,31A	103,56A
Triplo	67,58bB	102,91A	109,39A

Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, dentro de cada interação, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Oteve-se maior média de altura em função da espécie Cloeziana que as demais, essa que por sua vez tinha menor altura aos 23 meses de desenvolvimento

e, por isso, menor área sombreada, visto que a sombra promove menor desenvolvimento em altura (BOSI et al., 2014). E essa circunstância justifica também menor altura à 2,5 m, ou seja, quanto mais próximo a árvore maior o ambiente de competição gerado, portanto, menor altura da planta (Tabela 2).

Sobre a altura essa foi influenciada por duas interações, a entre espécies e distâncias e arranjos e distâncias (Tabela 3). Só ocorreu diferença entre as espécies à 2,5 e 7,5 m das árvores, à 2,5 m com maior altura frente a espécie *Cloeziana* e menor no Clone I144 essas que foram as árvores de menor e maior altura, respectivamente, o que evidencia o efeito do desenvolvimento da espécie arbórea no componente pastagem. Quanto aos arranjos só diferiram à 2,5 m das árvores com maior altura no Simples, portanto à 5,0 e 7,5 o desenvolvimento do capim nesses foi igual.

Em função de todas espécies à 2,5 m das árvores ocorreu menor desenvolvimento do capim em altura, para *E. Cloeziana* e *C. Citriodora* à 5,0 e 7,5 ocorreu as maiores médias e não diferiram, já nas faixas do clone I144 a maior altura ocorreu a 7,5 m e intermediária à 5,0 m e visto que essa espécie foi a de maior desenvolvimento e capaz de gerar alteração na altura do capim a maior distância. E em função dos arranjos à 2,5 m ocorreu menor altura do capim e maior e iguais nas demais distâncias.

A menor altura do capim Marandu à 2,5 m em função do fator individual (Tabela 2) e nas interações da distância com espécie e arranjo (Tabela 3) é justificada por nesse ser o ambiente com maior intensidade da influência das árvores pois ocorre maior sombreamento embora o índice SPAD não tenha alterado (Tabela 2) e por isso infere-se que mesmo com a diferença em altura a sua capacidade metabólica manteve-se.

Reis et al. (2013) observaram que o sombreamento artificial não influenciou sobre o desenvolvimento em altura do capim Marandu, contudo como demonstrado aqui (Tabela 2 e 3) o sombreamento natural é capaz de alterar essa característica como corroborado por Bosi et al. (2014) com *U. decumbens*.

As produções em MV e MS do capim variou em função dos fatores espécies, arranjo e distância (Tabela 2) e das interações entre espécie e distância (Tabela 4) e espaçamentos entre árvores e distância (Tabela 5).

Tabela 4 - Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de três espécies de *Eucalyptus* spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.

Espécies	Distâncias		
	2,5	5	7,5
MV (Mg ha ⁻¹)			
Cloeziana	20,00aB	25,82A	25,82A
C. Citriodora	17,85aB	22,38A	22,38A
Clone I144	10,90bB	24,28A	24,28A
MS (Mg ha ⁻¹)			
Cloeziana	3,92aB	4,92A	4,88A
C. Citriodora	3,77aB	4,55AB	4,82A
Clone I144	2,14bB	4,73A	5,17A

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator, diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5 - Produtividade em matéria verde (MV) e matéria seca (MS) de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de três espaçamentos entre árvores de plantio de *Eucalyptus* spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.

Espaçamentos entre árvores	Distâncias		
	2,5	5	7,5
MV (Mg ha ⁻¹)			
1	15,16bB	24,84A	24,7A
2	13,78bB	24,06A	26,23A
3	19,80aB	23,57AB	26,14A
MS(Mg ha ⁻¹)			
1	3,10abB	4,76A	4,71A
2	2,88bB	4,86A	4,89A
3	3,86aB	4,58AB	5,27B

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator, diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A produção de MV e MS respondeu da mesma forma quanto aos fatores espécie e distância (Tabela 2). Ocorreram as maiores produtividades nas espécies Cloeziana e Citriodora, esta que também não diferiu da menor obtida no clone I144 e quanto as distâncias a menor obteve-se à 2,5 m das árvores com maior à 5,0 e 7,5 m. Entretanto quanto ao fator arranjo obteve-se maior produtividade de MV de capim no arranjo simples do que no triplo, já quanto a MS os arranjos foram equivalentes, a

partir disso infere-se que essa diferença ocorreu em função da umidade, com maior desta no arranjo simples.

Nas produtividades de MS e MV do capim influenciou também as interações entre espécie e distância (Tabela 4), à 2,5 m a produção foi reduzida frente ao clone I144 e as nas demais maiores e iguais, isso é relacionado a esta espécie ser a mais desenvolvida e portanto exerceu maior influência nas forrageira próxima a árvore que as demais, contudo à 5,0 e 7,5 m a produção entre espécies foi equivalente.

Já quanto as distâncias, em todas espécies ocorreu menor produção de MV e MS de capim à 2,5 m e maiores nas demais situação que reforça o efeito do componente arbóreo na produção de capim quão mais próximo as árvores.

A interação entre espaçamentos entre arvores e distâncias também influenciou sobre a produção de MV e MS (Tabela 5), nessa à 2,5 m quanto mais adensadas, ou seja quanto menor a distância entre as árvores, menor foi a produção assim a maior produção ocorreu frente as árvores espaçadas em 3 metros em que o poder de competição foi menor, já à 5,0 e 7,5 m os espaçamentos entre arvores não diferiram.

Em todos os espaçamentos entre arvores à 2,5 m ocorreu a menor produtividade, assim, frente a resposta ao fator individual e a interação de espécie e espaçamentos entre arvores com distância observa-se o efeito significativo dessas nas produções de MS e MV, este sendo intensificado quão mais próximo ao renque das árvores.

Contudo Oliveira et al. (2014) evidenciaram efeitos benéficos do sombreamento parcial no *Panicum maximum* cv. Mombaça em que sob sombreamento ocorreu maior produção de massa que a pleno sol. Já Mendonça et al. (2017) também com *U. brizantha* e no cerrado corroboraram como o efeito negativo da sombra na produtividade do capim assim como Guerra et al. (2016) com *U. decumbens*. Portanto a partir do obtido e do descrito pelos demais autores a variabilidade de resposta em função do gênero do capim é um fator determinante. Por isso são necessárias pesquisas com diferentes capins para melhor aplicação no iLPF.

Paciullo et al. (2011) com árvore de *E. grandis* e a leguminosa *Acacia mangium* com alturas de 21,7 e 14,2 m, respectivamente, observaram efeito negativo na produtividade de *U. decumbens*, além de constatarem que nas condições testadas na distância entre 7 e 10 metros, ocorreram as melhores produtividades e desenvolvimento da forrageira. Assim como também foi evidenciado aqui, porém com

árvores menores, a faixa de melhor desenvolvimento do capim foi de 5,0 a 7,5 m de distância do renque.

As médias de produtividades obtidas com o capim Marandu foram semelhantes as observadas por Rodrigues Júnior (2015) que obtiveram produção de MS de 5,49 até 10,24 Mg ha⁻¹ com pastagem de em média três anos de condução sob diferimento.

Os percentuais de folha e colmo, bem como a relação F:C foram influenciados de forma individual pelo fator distância (Tabela 2) e também pela interação entre espécies e distâncias (Tabela 6).

Tabela 6 – Percentagem de folhas, colmos e relação folha:colmo (F:C) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da interação de três espécies de *Eucalyptus* spp. e à 2,5, 5,0 e 7,5 metros de distância do renque das árvores.

Espécies	Distância (m)		
	2,5	5	7,5
	Folha		
Cloeziana	49,76b	48,77	46,62
C. Citriodora	54,52aA	49,10B	49,11B
Clone I144	54,5aA	47,77B	46,62B
	Colmo		
Cloeziana	50,24a	51,23	51,29
C. Citriodora	45,48bB	50,9A	50,89A
Clone I144	45,50bB	52,24A	53,38A
	F:C		
Cloeziana	1,00b	0,96	0,96
C. Citriodora	1,21aA	0,97B	0,97B
Clone I144	1,23aA	0,92B	0,88B

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, dentro de cada fator, diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A relação folha:colmo, percentagem de folha e colmo foram todos influenciados pela distância do renque (Tabela 2), em que à 2,5 m ocorreu maior percentagem de folha e também relação F:C, e condizente a isso menor percentagem de colmo, assim à 5,0 e 7,5, além de não diferirem, observou-se menor percentagem de folha e relação F:C e maior percentagem, respectivamente.

Nas percentagens e relação F:C influenciou também a relação entre espécies e distâncias, como disposto na Tabela 6. À 5,0 e 7,5 m ocorreu maior percentagem de folha e relação F:C frente a espécie Cloeziana, enquanto frente as demais, menores e equivalentes. Em relação a distância nas espécies Citriodora e clone I144 à 2,5 m

ocorreu maior percentagem de folhas e relação F:C, com menores à 5,0 e 7,5 m. Já sobre a percentagem de colmo ocorreu o contrário em todas essas situações.

O desenvolvimento dessas percentagens e relação F:C foi igual independente da distância frente a espécie Cloeziana, justificado pelo seu menor porte, portanto até os 23 meses sem influência nas faixas avaliadas. Enquanto que nas demais espécies as maiores médias de percentagem de folha e relação F:C à 2,5 m foi explicado por Paciullo et al. (2011), que explicam que em condições de sombreamento a planta tende a desenvolver maior área foliar para captação da luz, embora Guerra et al. (2017) não tenham observado esse fenômeno com a *U. decumbens*, porém com árvores de *Myracrodruon urundeva* com até 6 metros de altura.

Também com o capim Marandu Rodrigues Júnior et al. (2015) encontraram valores de relação F:C de 0,32 até 1,08, embora esses inferiores aos observados (Tabela 2), os autores os evidenciaram em pastagem de em média 3 anos sob diferimento.

Uma maior relação F:C é positiva para nutrição animal, pela maior quantidade de folhas que contribuiu para melhor perfil nutricional e estrutura da pastagem (SANTOS et al., 2010). Portanto nesse sentido o efeito do sombreamento é positivo, contudo é necessário avaliar o contexto de produção visando eficiência do pastejo e nutrição animal.

CONCLUSÃO

O índice SPAD não foi alterado por nenhuma condição imposta nas condições testadas.

Nas condições do arranjo simples ocorreu maior densidade de perfilhos e produção de MV de capim que no triplo.

Nesse sistema a proximidade à árvore afetou negativamente a produção em MV e MS de capim marandu, embora aumente a percentagem de folhas na massa.

Na distância mais próxima do renque na menor espécie de eucalipto a *E. cloeziana* promoveu menor percentagem de folha e maiores produtividades de MV e MS de capim, enquanto na mesma distância frente a mais alta espécie o clone I144 ocorreu o inverso, com desempenho intermediário entre esses frente a *C. citriodora*.

REFERÊNCIAS

1. 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.
2. BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.
3. BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.
4. BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 49, n. 6, p. 449-456, 2014.
5. CABRAL, C. E. A.; BARROS, L. V. de; ABREU, J. G. de; SILVA, F. G. da; CABRAL, C. E. A.; NETO, A. B.; ANDRADE, F. C. F.; SALES, K. C.; HERRERA, D. M.; DELLARME LINDA, T. M. M. Marandu palisade grass intercropped with densely spaced teak in silvopastoral system. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, v. 4, p. 2075-2082, 2017.
6. 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.
7. FARIA, B. M.; MORENZ, M. J. F.; PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C.; GOMIDE, C. A. M. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 529-536, 2018.
8. FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
9. 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.
10. GUERRA, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T.; RECCO, C. R. S.; SILVA, C. L. S. P.; GIMENES, F. M. A. Forage yield and nutritive value of naturally growing *Brachiaria decumbens* as undergrowth to na aroeira tree stand in a silvopasture system. **African Journal of Agricultural**, Ogun, v. 11, n. 40, p. 3922-3928, 2016.
11. IBÁ. **Relatório 2017**. 2017. Disponível em: <https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 31 out. 2018.

12. 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.
13. LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILELLA, S. D. J. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.
14. MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.
15. MENDONÇA, R. M. A. de; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; LEMOS FILHO, J. P. de; TOTH, G.; CARMO, T. D. do. Meteorological, light and grass characteristics under trees in a Silvopasture in the Brazilian cerrado. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 11, n. 2, p. 177-183, 2017.
16. 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.
17. OLIVEIRA, E. P. de; SILVEIRA, L. P. O.; TEODORO, P. E.; ASCOLI, F. G.; TORRES, F. E. Efeito do sombreamento e do incrustamento de sementes sobre o desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1682-1691, 2014.
18. PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e sol pleno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.
19. 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.
20. 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.
21. REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; EMERENCIANO NETO, J. V.; LEMOS FILHO, J. P. de; BORGES, I.; LONGO, R. M. Produção e composição bromatológica do capim-marandu sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, spl. 1, p. 1606-1615, 2013.

22. RODRIGUES JÚNIOR, C. T.; CARNEIRO, M. S. S.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; ANDRADE, A. C.; PINTO, A. P.; FOGAÇA, F. H. S. CASTRO, K. N. C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, spl. 1, p. 2141-2154, 2015.
23. RODRIGUES, B. M.; BRAZ, T. G. S.; FRAZÃO, L. A.; ALMEIDA, B. Q.; ALVES, M. A.; SILVA, A. C. C.; OLIVEIRA, M. E. M.; VIEIRA, T. R. Consorciação de estilosantes campo grande e capim-Marandu em sistema silvipastoril a sol pleno durante a fase de estabelecimento. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 75, n. 1, p. 1-11, 2018.
24. SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. da; SILVA, G. P.; PIMENTEL, R. M.; CARVALHO, V. V. de; SILVA, S. P. da. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.
25. THIESEN, L. A.; MARQUES, M. V.; PINHEIRO, M. V. M.; HOLZ, E.; FONTANA, D. C.; SANTOS, J. dos. Correlação de Pearson entre pigmentos fotossintetizantes e fitomassa de plantas de *Aloysia triphylla*. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 3, p. 249-257, 2017.
26. VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 460-472. 2009.

CAPITULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema iLPF é um sistema com princípios sustentável que garante vários benéficos com a otimização das áreas produtivas e diversificação do meio, pela inserção de um ou mais componentes, e o aproveitamento de suas interações gerando ganhos ambientais, econômicas e produtivos.

Esse sistema pode gera melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo sendo um modelo com tendência a se propagar e tem tudo para ser aceito pelos produtores brasileiros.

A lavoura instalada no início do sistema é uma alternativa de produção gerando retorno financeiro com a venda de grãos na fase inicial, uma vez que a entrada dos animais deve ser realizada após as arvores estarem com tamanho adequado, para não gerar danos ao componente arbóreo.

As pastagens no sistema iLPF sofrem influência do sombreamento pelas arvores, reduzindo a massa produzida mas essa redução é compensado pelo aumento da porcentagem de folha e aumento da relação F:C.

No entanto há a necessidade de mais estudos em relação a interação entre os componentes, para se desenvolver um modelo eficaz que garanta bons resultados para distintos objetivos dentro do sistema.