

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE FEIJÃO GUANDU
EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-
FLORESTA**

RAFAEL FERREIRA DIAS



Rafael Ferreira Dias

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE FEIJÃO GUANDU EM
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-
FLORESTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Evander Alves Ferreira

Montes Claros

2021

**Rafael Ferreira Dias. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE FEIJÃO
GUANDU EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-
FLORESTA.**

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Carlos Juliano Brant Albuquerque - ICA/UFMG

Igor Costa de Freitas – Doutorando PPGPV/UFMG



Profº. Evander Alves Ferreira – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, _17_ de _Março_ de 2021_.

RESUMO

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa utilizada como adubo verde e como fonte de alimentação humana e animal. Devido seu potencial de desenvolvimento em diferentes condições edafoclimáticas, o guandu tem sido estudado isoladamente ou em sistemas integrados. A integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou agrossilvipastoril é o sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. Este sistema visa diversificar as atividades e intensificar o uso da terra. Neste contexto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produtividade de feijão guandu anão cultivado em sistemas de ILPF com diferentes espaçamentos entre linhas de eucalipto, consorciado com capim buffel e milho. O Delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 3 repetições e 4 tratamentos, em parcela subdividida 4x2. O primeiro fator consistiu nos sistemas agrossilvipastoris com guandu e o segundo nos locais de avaliação dentro do sistema (a 1,5 m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA)). Os tratamentos foram: eucalipto no espaçamento (2x3)+10 m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF – E10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10 m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF – E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15 m consorciado com buffel e guandu (ILPF – E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15 m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF – E15+B+M+G). Estimou-se os índices de clorofila (IC a, IC b, IC a+b e razão IC a/b), o diâmetro do caule (DC) e diâmetro das hastes (DH), altura de plantas (AP), número de hastes planta⁻¹ (NH), produtividade efetiva de massa verde e seca de caule (PEMVC e PEMSC), de folhas e hastes (PEMVFH e PEMSFH), vagens (PEMVV e PEMSV) e total (PEMVT e PEMST), teor de nitrogênio (N), proteína bruta (PB), e produtividade efetiva de PB de folhas e hastes. Os sistemas foram conduzidos sob irrigação suplementar. As médias foram submetidas à ANOVA e comparadas pelo teste Tukey (p<0,05). O tratamento ILPF-E15+B+G no local CA apresentou melhores resultados em PEMSC, PEMVC, PEMSFH, PEMVFH, PEMSV, PEMVV, PEMST e PEMVT. O LE não apresentou diferenças significativas entre os arranjos nessas avaliações. Menores teores de PB e N foram encontrados no arranjo ILPF-E15+B+G, no entanto, esse arranjo apresentou maior produtividade efetiva de PB. O CA apresentou maior ALT e DH, e no arranjo ILPF-E15+B+G maior NH, DC. Nos arranjos de 15 m tiveram maiores valores de ICFa, ICFb e ICFa+b. Portanto, deve-se priorizar o uso de espaçamento maiores (15 m) entre fileiras de eucaliptos para sistemas integrados. A introdução do milho no sistema integrado e o plantio no local LE (1,5 m de distância do eucalipto) prejudicaram o desenvolvimento e produção do feijão guandu. Maiores valores de PB e N foram encontrados no local LE em arranjos menores (10 m) junto com o cultivo de milho, porém apresentaram menor produtividade efetiva.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*. agrossilvipastoril, consórcio, espaçamento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Controle de plantas daninhas feito com auxílio de enxada e plantios sendo conduzidos sob irrigação suplementar.....18

Figura 2 - Avaliação da altura e índice de clorofila da planta de feijão guandu.....19

Gráfico 1 - Temperaturas médias (°C) e precipitação média mensal (mm) no município de Francisco Sá / Minas Gerais entre janeiro e junho de 2019 (INMET, 2019).....16

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Produtividade efetiva de massa verde de caule (PEMVC), folhas e hastes (PEMVFH), vagens (PEMVV) e total (PEMVT) de feijão guandu em sistemas de ILPF.....21
- Tabela 2** - Produtividade efetiva de massa seca de caule (PEMSC), folhas e hastes (PEMSFH), vagens (PEMSV) e total (PEMST) de feijão guandu em sistemas de ILPF.....23
- Tabela 3** - Teor de nitrogênio (N), proteína bruta (PB) e produtividade efetiva de proteína bruta de folhas e hastes (PEPB) de feijão guandu em sistemas de ILPF.....24
- Tabela 4** - Diâmetro do caule (DC) e das hastes (DH), altura de plantas (AP) e número de hastes planta⁻¹ (NH) de feijão guandu em sistemas de ILPF.....25
- Tabela 5** - Índices de Clorofila (IC) em lâminas foliares de feijão guandu em sistemas de ILPF.....27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AP - Altura de plantas
- CA - Plantio no centro das aléias
- DC - Diâmetro do caule
- DH - Diâmetro das hastes
- ICa - Índice de clorofila a
- ICb - Índice de clorofila b
- ICa+b - Índice de clorofila a+b
- ICa/b - Índice de clorofila a/b
- ILF - Integração Lavoura-Floresta
- ILP - Integração Lavoura-Pecuária
- ILPF - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
- ILPF – E10+B+G - Eucalipto no espaçamento (2×3) + 10 m consorciado com capim buffel e feijão guandu anão
- ILPF – E10+B+M+G - Eucalipto no espaçamento (2×3) + 10 m consorciado capim buffel, milho e feijão guandu
- ILPF – E15+B+G - Eucalipto no espaçamento (2×3) + 15 m consorciado com capim buffel e feijão guandu
- ILPF – E15+B+M+G - Eucalipto no espaçamento (2×3) + 15 m consorciado com capim buffel, milho e feijão guandu
- IPF - Integração Pecuária-Floresta
- LE - Plantio a 1,5 m de distância das linhas de eucaliptos
- N - Teor de Nitrogênio
- NH - Número de hastes planta⁻¹
- PB - Teor de proteína bruta
- PEMSC - Produtividade efetiva de massa seca de caule
- PEMSFH - Produtividade efetiva de massa seca de folhas e hastes
- PEMST - Produtividade efetiva de massa seca total

PEMSV - Produtividade efetiva de massa seca vagens

PEMVC - Produtividade efetiva de massa verde de caule

PEMVFH - Produtividade efetiva de massa verde de folhas e hastes

PEMVT - Produtividade efetiva de massa verde total

PEMVV - Produtividade efetiva de massa verde vagens

PEPB - Produtividade efetiva de Proteína Bruta de folhas e hastes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. Sistema de integração.....	11
2.2. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.....	12
2.3. Desempenho agrônomo de culturas em sistema ILPF.....	13
2.4. Culturas tolerantes à seca.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	15
3.2. Tratamentos.....	16
3.3. Tratos culturais e avaliação da produção.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O Feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) pertence à família Fabaceae. É uma leguminosa arbustiva possuindo porte alto, produz boa quantidade de massa vegetal e tem ciclo semi-perene, com sistema radicular bastante robusto que penetra em solos compactados e adensados promovendo sua descompactação, com raízes robustas profundas e vigorosas. É uma planta rústica, tolerante à seca e tem sido utilizada para cobertura de solo, com estudos isoladamente ou em consórcio com outras plantas de cobertura de solo (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

O cultivo simultâneo de diferentes espécies em uma mesma área pode contribuir para a economia do produtor (MARQUES *et al.*, 2010), gerando maior renda pela oferta de produtos diferenciados ao longo do ano. Entretanto, é necessário o conhecimento de como determinadas espécies se desenvolvem neste tipo de cultivo. O desempenho de culturas consorciadas depende de vários fatores, com destaque para tipo de cultura e arranjo espacial. Contudo, deve-se levar em consideração a competição por água, luz e nutrientes, que pode ser um fator limitante para o sucesso do consórcio, podendo prejudicar o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (PARIZ *et al.*, 2011). Para Guimarães *et al.* (2017) o consórcio de feijão guandu não interferiu na produção de massa fresca do milho para silagem e massa fresca e seca de capim ruziziensis, contudo obtiveram menores produtividades de massa seca do milho no consórcio com arranjos mais adensados de feijão guandu e capim ruziziensis.

Entre os sistemas tecnológicos existentes em plantios, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) se caracteriza como um sistema que combina a utilização de espécies agrícolas, da pecuária e da floresta numa mesma área e de forma simultânea ou escalonada no tempo (HUDSON; GARCIA, 2010). Este sistema se configura como uma estratégia agroecológica, que visa aplicar manejos voltados à manutenção dos solos biologicamente ativos, assegurando boas colheitas de variados componentes agrícolas, o que gera maior segurança econômica, e sendo ambientalmente correto (PETERSEN; WEID; FERNANDES, 2009). Atualmente, com a difusão dos sistemas de ILPF, o feijão-guandu tem sido considerado de elevado potencial

para uso no sistema, uma vez que ocorre a fixação de nitrogênio na área (adubação verde) e proporciona a descompactação do solo favorecendo o crescimento da espécie florestal e da forrageira.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade de feijão guandu anão cultivado em sistemas de ILPF com diferentes espaçamentos entre linhas de eucalipto, consorciado com capim buffel e milho no norte de Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistemas de integração

O crescimento populacional de 9,5 bilhões de pessoas no mundo em 2050 projetado pela ONU é um assunto que preocupa as principais entidades governamentais, principalmente na questão de alimentos suficiente para todos. A agricultura, que é a responsável pela oferta de alimentos em todo o mundo, já vem sendo pressionada pelo uso de novas áreas de florestas e regiões de preservações.

Neste cenário futuro com demandas crescentes de alimentos, bioenergia e produtos florestais, em equilíbrio com a necessidade de reduzir o desmatamento e mitigar as emissões de gases de efeito estufa, exige soluções que conciliem o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade dos recursos naturais (BALBINO *et al.*, 2011). Dessa forma, a busca por alimentos sustentáveis passou a ser centrada em ações que não tenham efeitos adversos ao meio ambiente; sejam acessíveis e efetivas para os produtores rurais; e levem a melhoria, tanto da produtividade agrícola, como da produção de alimentos, bem como tenham efeitos positivos em bens e serviços ambientais (PRETTY, 2008).

Coerente a esse cenário mais sustentável e com demandas crescentes de alimentos pela população mundial, vem se destacando o uso de sistemas integrados que preenche esses dois requisitos de forma harmônica. Esses sistemas, segundo Rusinamhodzi *et al.* (2012), serão de importância fundamental para a segurança alimentar em longo prazo.

Entende-se como um sistema integrado, a combinação de plantios relacionados às atividades agropecuárias, agrícolas e/ou florestais na mesma área ou gleba, podendo ser adotadas em consorciação, sucessão e/ou rotação de culturas (CORDEIRO *et al.*, 2015). Estes

sistemas buscam a prevalência dos efeitos sinérgicos e potencializadores entre os componentes envolvidos, maximizando o uso da área e dos meios de produção, e ainda diversificando a renda.

Há quatro grandes grupos que dividem os sistemas de integração, segundo Balbino *et al.* (2011), são eles: Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou agropastoril, sistema que integra os componentes agrícolas e pecuários na mesma área em rotação, consórcio ou sucessão por um ou mais anos. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou agrossilvipastoril, sistema que integra os componentes agrícolas, pecuários e florestais em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, por um ano agrícola ou mais. Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou silvipastoril, sistema que integra em rotação os componentes florestais e pecuários em uma mesma área. Integração Lavoura-Floresta (ILF) integra os componentes florestais em consórcio com os agrícolas em uma mesma área.

2.2 Sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta, dentre os outros sistemas integrados, é a que apresenta maior complexidade nos seus tratos culturais, por envolver três diferentes componentes agronômicos, mas é o que apresenta maior usufruto da área de uso e equilíbrio econômico, pela diversificação de produtos (MARTINS, 2018).

Dentre os benefícios da aplicação desse sistema, tem-se o uso eficiente da água, devido às melhorias na cobertura e da estrutura do solo; Intensificação da ciclagem de nutrientes; Mitigação do efeito estufa pelo sequestro de carbono especialmente pelos componentes forrageiro e florestal; Incremento da produção regional de grãos, carne, leite, fibra, madeira e energia; Dinamização de vários setores da economia regional; entre vários outros benefícios. (RODRIGUES; PRUSKI, 2019; BUNGENSTAB *et al.*, 2019). Dessa forma, apresenta ganhos ligados as esferas econômicas, sociais, ambientais e culturais.

Por outro lado, temos alguns desafios para a adoção desse sistema, como o domínio e o gerenciamento de diversos componentes distintos que o compõem, já que, historicamente, propriedades rurais apresentam uma única atividade econômica, e seus produtores apresentam resistência para mudança. A carência de informações, as limitações impostas pelo solo, relevo

e clima, e a relação custo-benefício, são outros obstáculos desse sistema. (BUNGENSTAB *et al.*, 2019; SKORUPA; MANZATTO, 2019). Mas apesar desses entraves, entre os produtores que aderiram a esse sistema, a taxa de abandono no país é relativamente baixa, compreendendo 10%. Além disso, tem-se verificado fortes incrementos nessa área nos últimos anos (SKORUPA; MANZATTO, 2019).

Segundo Balbino *et al.* (2011), os biomas brasileiros apresentam condições adequadas para o uso de sistema de integração, apresentando variações de culturas para cada região, devido às condições edafoclimáticas e culturais diferentes. No Norte de Minas, segundo Mendes (2016), o sistema iPF apresentou ganhos econômicos, principalmente pela venda do componente florestal aos 6 anos. Já Machado *et al.* (2009), aponta que deve-se buscar nesta região a adoção de uma maior diversidade de espécies nos sistemas de plantios para obter maior produção por área e, conseqüentemente, menor dependência de insumos.

2.3. Desempenho agrônômico de culturas em sistema ILPF

Os seres autótrofos conseguem produzir seu próprio alimento, isso em razão dos fatores bioquímicos que ocorrem internamente, e a partir de componentes como a radiação solar, água e nutrientes, são capazes de fechar seus ciclos (DORNELES, 2003). É de salientar a capacidade dos seres autótrofos de transformar radiação solar em energia química, um complexo processo chamado fotossíntese (CASTRO E GARCIA, 1996). A introdução do componente florestal em sistemas de integração pode ocasionar mudanças no desempenho agrônômico de culturas que se encontram no sub-bosque, devido à redução da radiação ativa interceptada pelas árvores. Com isso, fatores como a escolha da espécie arbórea e arranjos no sistema são de grande importância e, conseqüentemente, a escolha de cultivares mais adaptadas a esse esquema.

De acordo com Viana *et al.* (2012), em experimento realizado na região central de Minas Gerais em sistema ILPF com clones de eucaliptos, cultivar de milho e a forrageira *Brachiaria decumbens*, sendo avaliados os diferentes arranjos espaciais do sistema. Apresentou maiores produtividades de milho o espaçamento maior entre renques de eucalipto (20 m), segundo o autor este fato pôde ser explicado devido ao maior sombreamento em arranjo espacial menor (9 m).

Clemente (2015), em experimento com sistema de ILPF com diferentes arranjos de eucalipto (híbrido I144) e sorgo (híbrido 1G220) em Uberlândia-MG, verificou maior altura de plantas de sorgo em espaçamento de linha simples de eucalipto (10x2), comparativamente a linhas duplas ((3 x 2) + 20m e (2 x 2) + 2 m) e ao espaçamento 9 x 2 m. Em avaliações entre locais dentro do ILPF, o centro apresentou maior produtividade do sorgo. De acordo com o autor, o menor sombreamento nessas condições estimula a produção de fotoassimilados, promovendo maior crescimento e produtividade.

Portanto, deve se observar a perda de produtividade de algumas culturas devido aos arranjos espaciais nesse sistema (maior densidade de plantas, idade do sistema, interceptação luminosa pelo componente florestal). Dessa forma, deve se priorizar a escolha de cultivares mais adaptadas à integração e ao sombreamento, neste cenário as plantas leguminosas forrageiras (C3) se destacam apresentando menor ponto de compensação luminosa para realização eficiente da fotossíntese em relação às gramíneas tropicais (C4) e a integração

2.4. Culturas tolerantes à seca

O clima na região Norte de Minas Gerais é caracterizado como semiárido, mas há variações em determinadas regiões. No sudoeste temos um clima mais úmido, com precipitações médias de 1170mm/ano concentradas entre os meses de Outubro a Março. Já nas regiões de depressões do Rio São Francisco e do Jequitinhonha a precipitação média fica em torno 833mm/ano (FERREIRA & SILVA, 2012). Na área experimental, localizada no município de Francisco Sá a precipitação é de 981mm e temperaturas médias de 22,3 (CLIMADATE.ORG, 2018).

Algumas culturas manifestam bom desenvolvimento em climas semiáridos, geralmente apresentam pouca exigência de água ou desenvolveram mecanismos para adaptação nesse clima. Associadamente a esse fator, deve-se buscar variedades que apresentam boas condições culturais e econômicas para o desenvolvimento nessa região.

O feijão guandu é considerado uma planta de múltiplo uso, tolerante a seca e solos de baixa fertilidade (PROVAZI, 2007), além de apresentar resistência a solos compactados. Em experimento realizado por Benedetti *et al.* (2019), foram feitos tratamentos de preparo do solo com subsolagem e sem subsolagem e com o plantio de feijão guandu. Em resultados

analisados pelo autor, a subsolagem prejudicou a fixação biológica de nitrogênio pelo feijão guandu, ocasionando menor produtividade.

O milheto é outra cultura resistente ao estresse hídrico e tolerante a solos de baixa a média fertilidade. No Cerrado é muito utilizado em rotação com as principais culturas (milho e soja) (DANTAS e NEGRÃO, 2010) e em sistema ILP é usada para o controle de nematoides (SEWELL, A. H. M., 2016).

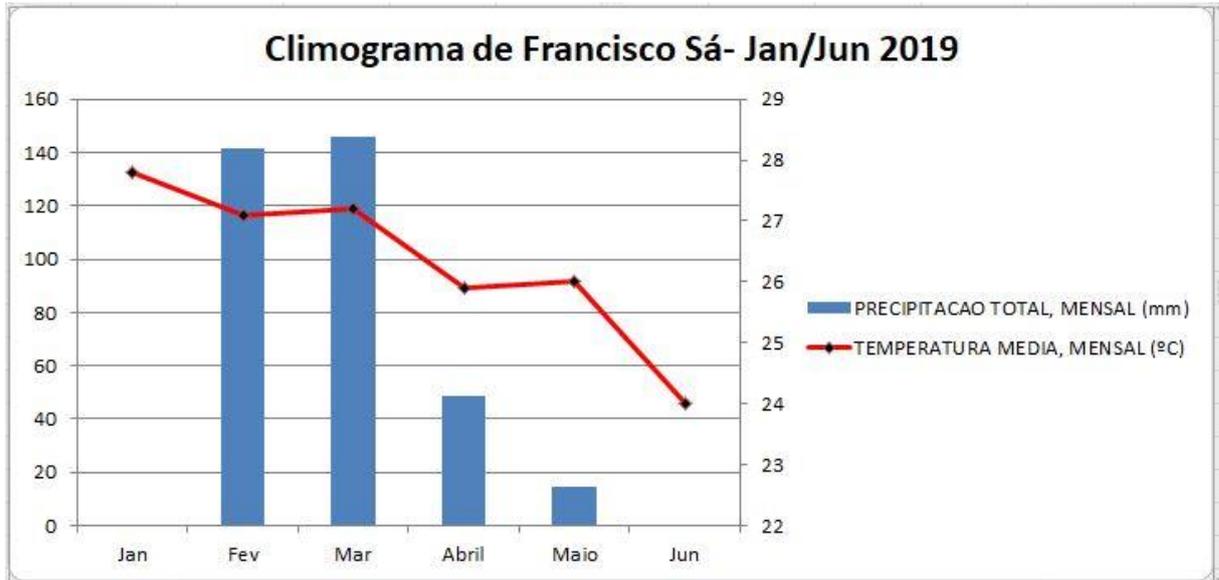
Segundo Monção *et al.* (2011) o Capim Buffel apresenta ótimas condições para desenvolvimento em áreas semiáridas, tornando se uma forrageira importante para a região Nordeste brasileira. Entre as suas características, que permite maior adaptabilidade a esse clima, destaca-se a profundidade que sua raiz atinge (SANTOS *et al.*, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado entre os meses de janeiro e junho de 2019, em área experimental de ILPF implantada em 2012, localizada na Fazenda Bonsucesso, Francisco Sá-MG (16°07'S, 43°26'W). O local apresenta altitude média de 591 m e clima tipo Aw (Köppen), tendo estações seca e chuvosas bem definidas, com chuvas concentradas principalmente de outubro a março. A precipitação média anual é de 981 mm e a temperatura média de 22,3°C (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 - Temperaturas médias (°C) e precipitação média mensal (mm) no município de Francisco Sá / Minas Gerais entre janeiro e junho de 2019



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2021.

O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico A moderado de textura argilosa. Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm para caracterização química e física da área experimental, sendo os atributos determinados conforme metodologia da Embrapa (1997). A densidade do solo foi determinada segundo Blake e Hartge (1986). Verificou-se: pH = 5,60; P = 4,52 mg dm⁻³, K = 182,50 mg dm⁻³, Ca = 5,18 cmol_c dm⁻³, Mg = 1,37 cmol_c dm⁻³, Al = 0,05 cmol_c dm⁻³, H+AL = 4,19 cmol_c dm⁻³, SB = 7,02 cmol_c dm⁻³, CTC efetiva = 7,07 cmol_c dm⁻³, CTC potencial = 11,21 cmol_c dm⁻³, m % = 0,71, V % = 62,62, carbono orgânico = 15,83 g kg⁻¹, Areia = 250,00 g kg⁻¹, Silte = 420,00 g kg⁻¹, Argila = 330,00 g kg⁻¹, e densidade do solo = 1,46 g cm⁻³.

3.2. Tratamentos

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 3 repetições, em parcela subdividida (4x2), totalizando 8 tratamentos. A parcela foi constituída por quatro sistemas agrossilvipastoris com feijão guandu, e a subparcela por dois locais de avaliação dentro do sistema (a 1,5 m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA)). Os sistemas avaliados foram: eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* x *E. tereticornis*, Clone MA2001) no espaçamento (2x3) + 10 m consorciado com capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L., cv. Aridus) e feijão guandu anão (*Cajanus cajan*, acesso 2 - EMBRAPA), sendo denominado como ILPF – E10+B+G; eucalipto no espaçamento (2x3) + 10 m consorciado com buffel, milho (*Pennisetum glaucum*, cv. ADR 6010) e guandu, sendo denominado por ILPF –

E10+B+M+G; eucalipto no espaçamento (2×3) + 15 m consorciado com buffel e guandu, sendo designado como ILPF – E15+B+G; e eucalipto no espaçamento (2×3) + 15 m consorciado com buffel, milho e guandu, sendo denominado por ILPF – E15+B+M+G. Nos arranjos (2×3) + 15 m, as parcelas compreenderam 13 m de largura (menos 0,5 m de bordadura em cada extremidade) por 3 m de comprimento (menos 1 m em cada extremidade), totalizando 39 m² de área total e 12 m² de área útil. Já nos arranjos (2×3) + 10 m, as parcelas abrangeram 8 m de largura (menos 0,5 m em cada extremidade) por 3 m de comprimento (menos 1 m em cada extremidade), totalizando 24 m² de área total e 7 m de área útil.

A área foi manejada como sistema de ILPF durante 6 anos, com histórico de manejo descrito por Albuquerque *et al.* (2017). Anteriormente ao preparo de solo, que ocorreu de forma convencional, o eucalipto se encontrava consorciado com capim buffel, que foi dessecado com herbicida Gramoxone (Paraquate) na dosagem de 2 L ha⁻¹. A adubação de plantio foi realizada com 15 g m⁻¹ de N:P:K (4:30:10), que correspondeu a 300 kg ha⁻¹, fornecendo-se 12, 90 e 30 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente. A semeadura foi realizada utilizando-se 10 sementes m⁻¹ de milho (180000 plantas ha⁻¹), 11 sementes m⁻¹ de guandu (100000 plantas ha⁻¹) e 1,1 g m⁻¹ de sementes de buffel (22 kg ha⁻¹). A distância entre as linhas foi de 0,5 m para milho e buffel e 1 m para o guandu, sendo as diferentes culturas semeadas nas mesmas linhas de plantio. A adubação de cobertura foi realizada 40 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se 8 g m⁻¹ (160 kg ha⁻¹) de uréia, que correspondeu a 72 kg ha⁻¹ de N. O controle de plantas daninhas durante a condução das culturas foi realizado manualmente, com auxílio de enxada (FIGURA 1). Foi realizado controle químico de pragas com inseticida Brilhante (Metomil) na dosagem de 0,4 L do produto comercial ha⁻¹ e com Fipronil, utilizando-se 100 g do produto comercial ha⁻¹. Os sistemas foram conduzidos sob irrigação suplementar (FIGURA 1).

Figura 1- Controle de plantas daninhas feito com auxílio de enxada e plantios sendo conduzidos sob irrigação suplementar



Fonte: Do autor, 2019.

3.3. Tratos culturais e avaliação da produção

As avaliações do guandu foram realizadas aos 125 DAS, após as plantas de milho entrarem em senescência, quando o guandu se encontrava no estágio reprodutivo. Foram avaliados: os índices de clorofila (IC a, IC b, IC a+b e razão IC a/b) (FIGURA 2), o diâmetro do caule (DC) e diâmetro das hastes (DH), altura de plantas (AP) (FIGURA 2), número de hastes planta⁻¹ (NH), produtividade efetiva de massa verde e seca de caule (PEMVC e PEMSC), de folhas e hastes (PEMVFH e PEMSFH), vagens (PEMVV e PEMSV) e total (PEMVT e PEMST), teor de nitrogênio (N), proteína bruta (PB) e produtividade efetiva de PB de folhas e hastes (PEPB).

Figura 2 - Avaliação da altura e índice de clorofila da planta de feijão guandu



Fonte: Do autor, 2019.

Os índices de clorofila foram mensurados por meio de leituras com o clorofilômetro ClorofiLOG modelo CFL 1030 (FALKER[®]), realizadas em 4 plantas por local: Linhas de Eucaliptos (LE) e Centro da Aléias (CA), considerando folhas totalmente expandidas localizadas no ápice das plantas. As demais avaliações foram realizadas em 1 m linear, em

cada local (LE e CA), considerando todas as plantas presentes. O diâmetro do caule (medido a 1 cm de distância do solo) e das hastes (medido a 0,5 cm de distância da inserção da haste) foram obtidos com auxílio de paquímetro digital. A altura de plantas foi determinada por meio de fita métrica, medindo-se do nível do solo até a inserção da última folha trifoliolada. O número de hastes planta⁻¹ foi obtido a partir de contagem de todas as hastes presentes. A produtividade efetiva de massa verde foi determinada com a pesagem das plantas colhidas logo após o corte, enquanto a produtividade efetiva de massa seca foi obtida após a secagem em estufa de circulação forçada (55°C) até a verificação de peso constante (aproximadamente 72 h). Os valores de produtividade efetiva de massa verde e seca foram determinados de acordo com a seguinte equação: produtividade efetiva de massa verde (PEMV) ou seca (PEMS) (kg ha⁻¹) = {Produtividade MV ou MS (kg ha⁻¹) x [(10000 - área ocupada por árvores (m²)) / 10000]}. A área ocupada pelas árvores no espaçamento de 10 m entre fileiras correspondeu a 38,46%, enquanto a área ocupada pelas árvores no espaçamento de 15 m foi equivalente a 27,78%.

O teor de Nitrogênio (N) e proteína bruta (PB) das hastes e folhas, que foram previamente secas em estufa de circulação forçada de ar e moídas (hastes com folhas da área coletada (1 m linear em cada sistema e local de coleta)) utilizando moinho estacionário com peneira de 1 mm, foi determinado pelo método Kjeldahl, em três etapas, digestão da amostra com ácido sulfúrico com catalisador, destilação em solução receptora e titulação com solução padrão, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Para cálculo do teor de PB, os valores de N obtidos foram multiplicados pelo fator 6,25. A partir da determinação do teor de PB, foi calculada a produtividade efetiva de PB, de acordo com a equação: produtividade efetiva de PB (kg ha⁻¹) = teor de PB (%) x produtividade efetiva de MS / 100.

Os valores de cada variável foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a ocorrência de distribuições normais. Foi aplicado, também, o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade de variâncias. Em seguida foi realizada análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram constatadas interações significativas entre os sistemas e os locais de coleta para as variáveis: diâmetro das hastes, altura de plantas, teor de nitrogênio e de proteína bruta,

Índice de Clorofila a, Índice de Clorofila b, Índice de Clorofila a+b e razão Índice de Clorofila a/b.

O tratamento ILPF-E15+B+G apresentou maiores valores de Produtividade Efetiva de MVC, Produtividade efetiva de MVFH, Produtividade efetiva de MVV e Produtividade efetiva de MVT no local CA. No local LE não foi observada diferença entre os arranjos, no entanto, valores inferiores foram encontrados no arranjo ILPF-E15+B+G em comparação ao local CA em todas variáveis estudadas (Tabela 1). Simão *et al.* (2018), em avaliação da produtividade de grãos de milho e da forragem do capim Marandu em consórcio a diferentes distâncias entre os renques de eucalipto (1 m; 2,4 m; 3,8 m e 5,2 m), encontraram resultados que corroboram com essa pesquisa, com produção a mais de 35,8% e 43,3% de forragem e grãos, respectivamente, em local de maior distância do renque (5,2 m) em relação à linha mais próxima do renque de eucalipto (1 m). Lista *et al.* (2019) em avaliação de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a diferentes níveis de sombreamento e pleno sol, encontraram redução média de 0,99, 3,47 e 12,49% nos níveis 30, 50 e 70% de sombreamento, respectivamente, em relação a produção de forragem obtida a pleno sol em todas as leguminosas avaliadas. Esta resposta está fortemente ligada à disponibilidade de luz nas diferentes distâncias em relação ao renque de eucalipto. De acordo com o estudo, linhas que se encontram mais distantes dos renques tiveram menor influência da sombra e apresentaram melhor desenvolvimento.

Tabela 1: Produtividade efetiva de massa verde de caule (PEMVC), folhas e hastes (PEMVFH), vagens (PEMVV) e total (PEMVT) de feijão guandu em sistemas de ILPF

¹ Sistemas					
² Local de coleta	ILPF-E10+B+G	ILPF-E10+B+M+G	ILPF-E15+B+G	ILPF-E15+B+M+G	MÉDIA
³ PEMVC (Kg ha ⁻¹)					
LE	344,62 aA	334,37 aA	690,90 aB	529,61 aA	474,88
CA	432,83 bA	389,75 bA	1793,46 aA	746,27 bA	840,58
MÉDIA	388,76	362,06	1242,18	637,94	
PEMVFH (Kg ha ⁻¹)					
LE	422,57 aA	377,45 aA	1896,98 aB	1066,45 aA	940,86
CA	588,73 bA	598,99 bA	4682,26 aA	1059,23 bA	1732,30
MÉDIA	505,65	488,22	3289,62	1062,84	
PEMVV (Kg ha ⁻¹)					

LE	18,46 aA	45,13aA	274,88 aB	16,41 aA	88,72
CA	9,29 bA	26,67 bA	1214,39 aA	26,67 bA	319,26
MÉDIA	13,88	35,90	744,63	21,54	

	PEMVT (Kg ha ⁻¹)				
LE	785,66 aA	756,94 aA	2480,06 aB	1376,44 aA	1349,78
CA	1030,86 bA	1015,41 bA	6732,48 aA	1565,17 bA	2585,98
MÉDIA	908,26	886,18	4606,27	1470,81	

1: eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF-10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel e guandu (ILPF-E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E15+B+M+G), 2: 1,5m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA), 3: produtividade obtida descontando a área ocupada pelas árvores. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna e não apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em avaliação aos locais de coleta, observou-se diferença apenas no CA do tratamento ILPF-E15+B+G em todas as variáveis estudadas, uma vez que, foram os maiores valores de Produtividade efetiva MSC, MSFH, MSV e MST. Já no local LE, constatou-se que não houve diferença entre os tratamentos. No CA, o tratamento ILPF-E15+B+G apresentou valores superiores para todas as variáveis analisadas em relação ao LE (Tabela 2).

A Produtividade Efetiva MST do feijão guandu, de forma geral, foi menor em arranjos com o cultivo do milho (Tabela 2), fato que pode ser respondido devido ao crescimento mais lento do feijão guandu (planta fotossintética C3) em relação ao milho (planta fotossintética C4) contribuindo assim para o menor ganho de massa seca. Em trabalho realizado por Suzuki e Alves (2006) plantas daninhas afetaram a produtividade do feijão guandu, enquanto o milho não foi afetado devido ao seu rápido desenvolvimento e estabelecimento. Wallace *et al.* (1991) conclui que a maior parte da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) é capturada na camada superior do dossel, pelas folhas mais jovens e mais eficientes, com menos de 10% da RFA chegando a atingir as camadas inferiores do dossel abaixo de 1 m.

Segundo Souza *et al.* (2011), plantas que crescem sob forte radiação desenvolvem células no mesofilo ricas em cloroplasto, logo há maior ganho de produtividade e de conteúdo energético da matéria seca. Para Godoy (2004) a produtividade de massa seca das folhas é o ponto mais importante a ser avaliado do ponto de vista forrageiro.

Tabela 2: Produtividade efetiva de massa seca de caule (PEMSC), folhas e hastes (PEMSFH), vagens (PEMSV) e total (PEMST) de feijão guandu em sistemas de ILPF

² Local de coleta	¹ Sistemas				MÉDIA
	ILPF-E10+B+G	ILPF-E10+B+M+G	ILPF-E15+B+G	ILPF-E15+B+M+G	
³ PEMSC (Kg ha ⁻¹)					
LE	165,39 aA	162,27 aA	260,92 aB	207,77 aA	199,09
CA	214,03 bA	197,23 bA	656,54 aA	268,61 bA	334,10
MÉDIA	189,71	179,75	458,73	238,19	
PEMSFH (Kg ha ⁻¹)					
LE	183,71aA	160,36aA	579,29 aB	332,45 aB	313,95
CA	245,80 bA	248,00 bA	1675,05 aA	351,12 bB	629,99
MÉDIA	214,76	204,18	1127,17	341,79	
PEMSV (Kg ha ⁻¹)					
LE	9,38 aA	19,71 Aa	89,21 aB	3,70 aA	30,50
CA	3,19 bA	9,19 Ba	423,68 aA	10,18 bA	111,56
MÉDIA	6,29	14,45	256,45	6,94	
PEMST (Kg ha ⁻¹)					
LE	358,47 aA	342,34 aA	929,41 aB	543,92 aA	543,54
CA	463,01 bA	454,41 bA	2755,27 aA	629,91 bA	1075,65
MÉDIA	410,74	398,38	1842,34	586,92	

I: eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF-10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel e guandu (ILPF-E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E15+B+M+G), 2: 1,5m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA), 3: produtividade obtida descontando a área ocupada pelas árvores. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para todos os tratamentos avaliados não foi observada diferença entre as médias dos locais de coleta (LE e CA) nas variáveis N e PB. No entanto a média do tratamento ILPF-E15+B+G foi inferior aos demais dentro dos locais (LE e CA) (Tabela 3). Em estudos realizados em ILPF, Santos, Almeida, Medeiros (2017) encontraram maiores valores de proteína bruta em lâminas foliares de capim-piatã cultivadas em sub-bosques de ILPF com espaçamento de 14 metros, com maiores porcentagens de sombreamento, em relação ao ILPF com espaçamento de 22 metros. Para Lopes *et al.* (2011), a massa maior de matéria folhosa

encontrada nas culturas a pleno sol contribui para uma maior diluição e translocação do nitrogênio absorvido para as partes aéreas dessas culturas.

Contudo, o tratamento ILPF-E15+B+G mostrou maior valor de Produtividade efetiva de PB no local CA. Não foi observada diferença entre os tratamentos em LE, no entanto, em CA o tratamento ILPF-E15+B+G apresentou valor superior aos demais tratamentos (Tabela 3). Esse resultado é explicado devido ao fato que para se obter a produtividade efetiva de PB, o teor de PB deve ser multiplicado pela produtividade de MS, que no arranjo espacial ILPF-E15+B+G foi maior no local CA (TABELA 3).

Tabela 3: Teor de nitrogênio (N), proteína bruta (PB) e produtividade efetiva de proteína bruta de folhas e hastes (PEPB) de feijão guandu em sistemas de ILPF

Local de coleta	¹ Sistemas				MÉDIA
	ILPF-E10+B+G	ILPF-E10+B+M+G	ILPF-E15+B+G	ILPF-E15+B+M+G	
	N (g Kg ⁻¹)				
LE	27,13	26,65	24,27	27,34	26,35 A
CA	26,78	27,07	19,52	25,77	24,70 A
MÉDIA	26,78 a	26,86 a	21,90 b	26,56 a	
	PB (g Kg ⁻¹)				
LE	169,59	166,54	151,66	170,91	164,68 A
CA	165,11	169,21	122,03	161,08	154,36 A
MÉDIA	167,35 a	167,88 a	136,85 b	165,99 a	
	³ PEPB (Kg ha ⁻¹)				
LE	59,85 aA	54,95 aA	139,20 aB	90,20 aA	86,05
CA	77,02 bA	75,89 bA	330,16 aA	101,79 bA	146,22
MÉDIA	68,44	65,42	234,68	96,00	

I: eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF-10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel e guandu (ILPF-E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E15+B+M+G), 2: 1,5m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA), 3: produtividade obtida descontando a área ocupada pelas árvores. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de diâmetro do caule variaram entre 4,69 cm (ILPF-E10+B+M+G) e 8,05 cm (ILPF-E15+B+G) no local CA, tendo o sistema ILPF-E15+B+G apresentando valor superior aos demais arranjos. Não houve diferença entre os arranjos no local LE. Em concordância aos maiores resultados encontrados no arranjo com maior espaçamento entre linhas de eucalipto e com menor variedade de plantas consorciadas (ILPF-E15+B+G), Viana *et al.* (2012) encontrou acréscimos de 100% no diâmetro do colmo nas plantas de sorgo conduzidas no maior espaçamento entre renques de eucalipto (20 m) em relação àquelas que

se desenvolveram no arranjo mais adensado (2 x 2)+9 m. O diâmetro das plantas de sorgo coletadas no centro de cada faixa, de acordo com os autores, também foi maior para as plantas conduzidas sob a copa do eucalipto.

Quanto ao diâmetro das hastes, o local CA apresentou média superior (2,13) em relação ao local LE (1,80). Não houve diferenças significativas entre os arranjos. (TABELA 4). Para Guimarães (2015), forrageiras submetidas à baixa irradiação fotossintética, como aquelas presentes no local LE, possuem entrenós mais longos, caules mais finos, folhas mais delgadas e sistema radicular menos desenvolvido.

As alturas das plantas de feijão guandu foram diferentes nos locais avaliados. O local LE apresentou valor médio menor (100,98), enquanto o local CA apresentou valor médio superior (128,79) (TABELA 4). Na avaliação dos arranjos, as alturas das plantas de feijão guandu não apresentaram diferenças entre si. De acordo com Clemente (2015), resultados superiores de altura da cultura do sorgo em ILPF foram encontrados no centro da aleia em relação ao local próximo dos renques de eucaliptos em três dos quatro arranjos espaciais avaliados (ILPF 2x3+15m; ILPF- 3x2+20m; ILPF- 3x2x3+20m).

Na avaliação do número de hastes planta⁻¹, foram encontrados resultados semelhantes em relação à avaliação do diâmetro do caule. O arranjo ILPF-E15+B+G destacou-se em relação aos demais arranjos no local CA. Não houve diferença significativa entre os arranjos no local LE.

Tabela 4: Diâmetro do caule e das hastes, altura de plantas e número de hastes por planta de feijão guandu em sistemas de ILPF

² Local de coleta	¹ Sistemas				MÉDIA
	ILPF-E10+B+G	ILPF-E10+B+M+G	ILPF-E15+B+G	ILPF-E15+B+M+G	
	Diâmetro do caule (cm)				
LE	3,94 aA	4,15 aA	5,47 aB	4,63 aA	4,55
CA	4,72 bA	4,69 bA	8,05 aA	5,00 bA	5,62
MÉDIA	4,33	4,42	6,76	4,82	
	Diâmetro das hastes (cm)				
LE	1,52	1,86	2,08	1,75	1,80 B
CA	2,08	1,88	2,60	1,96	2,13 A
MÉDIA	1,80 a	1,87 a	2,34 a	1,86 a	
	Altura de plantas (cm)				
LE	78,66	85,86	126,21	113,21	100,98 B

CA	96,82	101,60	183,99	132,76	128,79 A
MÉDIA	87,74 a	93,73 a	155,10 a	122,99 a	
	Número de hastes planta ⁻¹				
LE	2,73 aA	2,07 aA	4,60 aB	3,47 aA	3,22
CA	2,63 bA	2,87 bA	10,73 aA	4,03 bA	5,07
MÉDIA	2,68	2,47	7,67	3,75	

I: eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF-10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel e guandu (ILPF-E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E15+B+M+G), 2: 1,5m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA). Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A concentração de clorofilas nas folhas tende a aumentar em razão aos maiores níveis de sombreamento (MELO JUNIOR *et al.*, 2017). Porém, resultados contrários foram observados neste estudo em arranjos com menor espaçamento entre renques (ILPF-E10+B+G e ILPF-E10+B+M+G), com maior sombreamento. Verificou-se, nestas condições, menores concentrações de clorofilas a e b em comparação aos arranjos com maior espaçamento (ILPF-E15+B+G, ILPF-15+B+M+G) e, conseqüentemente, com menor sombreamento (TABELA 5).

Embora a tendência das maiores concentrações de clorofila se darem para ambientes mais sombreados, Neto Moura *et al.* (2019) encontraram concentrações maiores de clorofila a e b em folhas de rúculas que estavam em pleno sol em relação as plantas que se desenvolveram em estufa. Para Coelho *et al.* (2014), a exposição de plantas às condições de maior incidência de luz, não provocou redução dos pigmentos fotossintéticos e também não ocorreu o processo conhecido como fitoxidação, que é indução para a fotodestruição.

Outro fator importante que pode ter afetado as concentrações de clorofila nos arranjos com menores espaçamentos e locais próximos aos renques de eucalipto, é o efeito alelopático, que já foi reportado por diversos estudos do gênero *Eucalyptus* sp. São variados os fatores que estimulam a síntese de aleloquímicos pelas plantas, dentre eles pode-se destacar a competição entre plantas e o estresse em geral. Tais substâncias aleloquímicas podem promover alterações na membrana celular e sua permeabilidade, redução da eficiência da fotossíntese, síntese de pigmentos, absorção de nutrientes, entre outros fatores nas plantas próximas (CHENG F. CHENG Z., 2015). Lino *et al.* (2020), ao avaliar a interferência do extrato aquoso das folhas jovens de *Europhylla* sobre o desenvolvimento de plantas de milho e feijão-caupi, verificaram que o feijão-caupi sofreu interferências significativas, principalmente no desenvolvimento das plântulas. Luz (2014) também encontrou resultados de interferência do gênero *Eucalyptus* sp.

sobre outras culturas. O autor constatou potencial alelopático do extrato aquoso de *Eucalyptus urograndis* H13 sobre a cultura da soja, nas variáveis massa seca e massa fresca da parte aérea, mostrando que a cultura é suscetível ao extrato de acordo com o aumento de sua concentração.

Tabela 5: Índices de Clorofila (IC) em lâminas foliares de feijão guandu em sistemas de ILPF

² Local de coleta	¹ Sistema				MÉDIA
	ILPF-E10+B+G	ILPF-E10+B+M+G	ILPF-E15+B+G	ILPF-E15+B+M+G	
	IC a				
LE	35,98	34,83	40,64	39,03	37,62 A
CA	34,26	35,16	39,93	40,44	37,45 A
MÉDIA	35,12 b	35,00 b	40,29 a	39,74 a	
	IC b				
LE	11,33	9,93	17,55	15,18	13,50 B
CA	12,69	11,88	17,65	18,12	15,09 A
MÉDIA	12,02 b	10,90 b	17,60 a	16,65 a	
	IC a+b				
LE	47,31	44,75	58,19	54,20	51,12 A
CA	46,95	47,03	57,58	58,56	52,53 A
MÉDIA	47,13 b	45,90 b	57,89 a	56,38 a	
	IC a/b				
LE	3,28	3,56	2,32	2,59	2,94 A
CA	2,71	3,00	2,28	2,24	2,55 B
MÉDIA	3,00 a	3,28 a	2,30 a	2,41 a	

I: eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com capim buffel e guandu (ILPF-10+B+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+10m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E10+B+M+G); eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel e guandu (ILPF-E15+B+G); e eucalipto no espaçamento (2x3)+15m consorciado com buffel, milho e guandu (ILPF-E15+B+M+G), 2: 1,5m de distância das linhas de eucalipto (LE) e no centro das aléias (CA). Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não apresentam diferença estatística entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÃO

O feijão guandu apresenta maior crescimento e produção de fitomassa nos sistemas ILPF com maior espaçamento entre fileiras de eucalipto.

Arranjos que incluem o plantio do milho ocasionam redução no crescimento e produção do feijão guandu.

Plantios de feijão guandu próximos às linhas de eucalipto e em espaçamentos de 10 m entre linhas, e plantios consorciados com milho apresentam maiores teores de nitrogênio e proteína bruta, contudo resultados inferiores de produtividade efetiva de nitrogênio e proteína bruta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE *et al.* Consortium of eucalyptus with forage sorghum in semiarid of Minas Gerais State. **Ciência Rural**, 47:1-6, 2017.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. Marco referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). 1ª ed., Brasília: Embrapa, 130p. 2011.

BALBINO *et al.* Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração lavoura - pecuária - floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.46, n.10, pi-xii. 2011.

BEDIN, C.; Mendes, L. B.; Trecente, V. C.; & Silva, J. M. S. (2006). Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 5(10).

BENEDETTI *et al.* Produtividade e colonização natural de bactérias fixadoras de nitrogênio de feijão-guandu cultivado com diferentes adubos orgânicos e preparo do solo em área degradada. **Revista Técnico Científica do IFSC**, Florianópolis, v. 16, n.345, p. 85-88, 2019.

BUNGENSTAB *et al.* (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 835 p.

CASTRO, C. R. T. de; GARCIA, R. Competição entre plantas com destaque no recurso luz. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, pág. 167-174, abril de 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781996000100031&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 de novembro de 2020.

CAVALCANTE *et al.* Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.521-528, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662012000500008&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1415-4366. Acesso em: 30 out. 2020.

CHENG F.; CHENG Z. Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, v6, p. 1020. 2015.

CLEMENTE, M. A. **Agricultural characteristics of sorghum and eucalypt in different spatial arrangements**. 2015. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Francisco de Sá. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/24949/>>. Acessado em: 26 de Jul., 2018.

COELHO *et al.* Respostas fisiológicas em variedades de feijão caupi submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Biociência*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 14-19, jan./mar. 2014.

CORDEIRO *et al.* Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, DF, v 32, n. 1/2, p. 15-43, jan./ago. 2015.

DANTAS, C.C.O. e NEGRÃO, F. M. Características agrônômicas do Milheto (*Pennisetum glaucum*). **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 37, Ed. 142, Art. 958, 2010.

DORNELES, M. **O papel da competição por luz e da troca de nutrientes na interação entre plantas**. 2004. 134F. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Física) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

FERREIRA, V. de O.; SILVA, M. M., 2012. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. **Rev. Bras. Geogr. Física** **2**, 302–319

GUIMARÃES *et al.* Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura pecuária. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 22-27, dez. 2017. ISSN 2358-6303.

GUIMARÃES, L. E. Aspectos ecológicos e produtividade em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf) no Brasil central. 2015.95f., Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5647/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Luanna%20Elis%20Guimar%c3%a3es%20-%202015.pdf>. Acesso em: 20 de Fev. 2021.

HUDSON, L. S; GARCIA, M. A. **Sistema Agrossilvipastoril** – Uma opção de Rentabilidade e Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.exagro.com.br/biblioteca/sistema-agrossilvipastoril.pdf>>. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. BDMEP: banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Brasília: INMET, [2019]. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>.

LANG T.; BARLING D.; CARAHER M. **Food policy: Integrating Health, Environment & Society**. United Kingdom: OUP Oxford, 2009.336 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=MVawAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 12 out. 2020.

LINO *et al.* Allelopathic effect of the aqueous extract of Eucalyptus urophylla in corn and cowpea seeds. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e335985724, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5724. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5724>. Acesso em: 20 dez. 2020.

LISTA *et al.* Forage production and quality of tropical forage legumes submitted to shading.. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 7, e20170726, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000700651&lng=en&nrm=iso>. acesso em 29 de março de 2021. Epub em 04 de julho de 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170726> .

LOPES *et al.* Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

LUZ R. S. da. Efeito alelopático de eucalyptus urograndis H13 na germinação e desenvolvimento inicial da soja. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2014, São Paulo. Anais. São Paulo: UNIVERSIDADE ANHANGUERA – UNIDERP, 2014. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000018008.pdf>> Acesso em: 10/01/2021.

MACHADO *et al.* Sistemas Agroflorestais. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 1, n. 22, p. 11-28, 2009.

MARQUES *et al.* Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.4, p.222-227, 2010.

MARTINS, D. C. **Avaliação de Sistemas Integrados: iLP E iLPF**. 2018. 53p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1792/1/dailiene_costa_martins.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.

MELO *et al.* Adaptações estruturais de sete espécies ciófitas arbustivas de Floresta Ombrófila Densa. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, Apr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062017000200193&lng=en&nrm=iso>. acesso em: 19 Jan. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-77/2016>.

MENDES, R. T. **Avaliação econômica e de risco de investimento em três sistemas agroflorestais no Norte de Minas e no Alto Jequitinhonha**. 2016. 37f., Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal)- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1345/1/ricardo_tuller_mendes.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

MONÇÃO *et al.* De. (2011). O capim-buffel. **Agrarian**. Dourados, MS.. v.4, n.11, p.258-264, 2011.

NETO *et al.* Teores de clorofila da rúcula em função de diferentes ambientes e doses de esterco caprino. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA CONTECC., 2019. Palmas: Contecc, 2019. Disponível em: <TEORES DE CLOROFILA DA RUCULA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES AMBIENTES E DOSES DE ESTERCO CAPRINO.pdf (confea.org.br)> Acesso em: 19/01/2021

PARIZ *et al.* Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. **Arch. zootec.**, Córdoba , v. 60, n. 232, p. 1041-1052, dez. 2011. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000405922011000400020&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 04 nov. 2020.

PETERSEN, P. F.; WEID, J. M. V. D.; FERNANDES, G. B. **Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 2009, v. 30, p. 7 – 15, set./out. (Informe Agropecuário 252).

PRETTY, J. **Sustentabilidade agrícola: conceitos, princípios e evidências**. The Royal Society, 2008. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2007.2163>>. Acesso em: 12 out. 2020.

PROVAZI *et al.* Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 36, n. 2, p. 328-334, Abr. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000200008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 Nov. 2020.

RODRIGUES, L. N.; PRUSKI, F. F. Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos. In: BUNGENSTAB, D. *et al.* (Org.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 182-194.

RUSINAMHODZI *et al.* **O consórcio de leguminosas de milho e grãos é uma opção atraente para a intensificação ecológica que reduz o risco climático para os pequenos agricultores no centro de Moçambique**. Field Crops Research, 20 set. 2012. Zimbabwe. Disponível em: <<https://www->

sciencedirect.ez27.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378429012002444?via%3Dihub>. Acesso em: 12 out. 2020.

SANTOS *et al.* Composição botânica em pastagens de capim-buffel sob três ofertas de biomassa. **Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, Petrolina, p. 273-279, 2010.

SANTOS, V. A. C. dos.; ALMEIDA, R. G. de.; MEDEIROS, S. R. de. Relação entre composição nutricional e índice SPAD em lâminas foliares de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã sob sombreamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27., 2017, Santos. Anais [eletrônicos]... Brasília, DF: Associação Brasileira de Zootecistas, 2017. Disponível em:

SEWELL, A. H. M. Recomendações básicas para o uso do milheto em pastejo ou como cobertura morta. **Scot Consultoria**, Bebedouro – SP, 23 de dez. de 2016. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/44652/recomendacoes-basicas-para-o-uso-do-milheto-em-pastejo-ou-como-cobertura-morta.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

SIMAO *et al.* Produção de grãos e forragem em função da disponibilidade luminosa em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 1, p. 111-121, 2018.

SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. Avaliação da adoção de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária- Floresta (ILPF) no Brasil. In: _____. (Org.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. 1. Brasília: DF, Embrapa, 2019. P.340-379.

SOUZA *et al.* Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. 2011. Semina: Ciências Agrárias. 32. 1843. 10.5433/1679-0359.2011,v32,n4Su,p1,p1843.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 121-127, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052006000100016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 Feb. 2021

TAIZ; L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VIANA *et al.* Influência de Arranjos e Clones de Eucalipto sobre as Características Agronômicas do Milho no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia.

Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agronômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012.

Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/933081/1/Influenciaarranjos.pdf>>.

Acesso em: 20 out. 2020.

WALLACE *et al.* A comparison of the light interception and water use of plant and first ratoon sugar cane intercropped with maize. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 57, n. 1/3, p. 85-105, 1991.