

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias – ICA

Thais Alves de Sousa

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJOEIRO COMUM SOB RESTRIÇÃO
DA LUMINOSIDADE**

Unai

2022

Thais Alves de Sousa

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJOEIRO COMUM SOB RESTRIÇÃO
DA LUMINOSIDADE**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Oliveira Batista

**Unai
2022**


Thais Alves de Sousa

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJOEIRO COMUM SOB RESTRIÇÃO
DA LUMINOSIDADE**


Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Renata Oliveira Batista


Data de aprovação: 25/02/2022

Documento assinado digitalmente
 Renata Oliveira Batista
Data: 07/03/2022 11:30:32-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Dr^ª. Renata Oliveira Batista
Instituto de Ciências Agrárias – UFVJM

Documento assinado digitalmente
 Anderson Barbosa Evaristo
Data: 07/03/2022 17:24:19-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Anderson Barbosa Evaristo
Instituto de Ciências Agrárias – UFVJM

Documento assinado digitalmente
 ALESSANDRO NICOLI
Data: 07/03/2022 13:30:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Alessandro Nicoli
Instituto de Ciências Agrárias – UFVJM

Unai

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir ultrapassar e não desistir de todos os obstáculos encontrados ao longo da graduação.

Aos meus pais, Angela Maria de Melo e Marcos Alves de Sousa, minha mãe do coração Gorete Inês Alves de Souza Campos, minha família e amigos, em especial Amanda Pereira e Gabriela Melgaço, que me incentivaram nos momentos difíceis e me deram forças para continuar essa caminhada.

Aos professores por todos os ensinamentos, em especial a Prof.^a Dr.^a. Renata Oliveira Batista pela orientação, e ao Prof. Dr. Alessandro Nicoli e Prof. Dr. Anderson Evaristo Batista pela orientação e ajuda na realização do experimento.

E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro do projeto (nº 438698/2018).

RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um grão de grande importância econômica no Brasil, que é o terceiro maior produtor do mundo. Por ser um alimento rico em proteínas e carboidratos tem grande importância na alimentação dos brasileiros, fazendo parte da gastronomia típica do país. Conhecido por sua adaptabilidade e estabilidade, o feijoeiro permite ser cultivado o ano todo e em distintos ambientes. Entretanto, a produtividade de grãos ainda está abaixo do potencial produtivo da cultura, principalmente tratando-se de agricultores familiares com nível tecnológico limitado. Assim, novas tecnologias e sistemas de manejo que visem aumento de produtividade de maneira sustentável precisam ser estudadas e transmitidas para a sociedade. Um sistema de manejo que visa melhor aproveitamento da área de maneira sustentável, que integra as atividades lavoura, pecuária e floresta em uma mesma área e que surge como uma oportunidade de retorno econômico mais rápido é o sistema (ILPF). Entretanto, poucos estudos abordam a recomendação de cultivares para condições de cultivo que se assemelhe a esse sistema, principalmente com a cultura do feijoeiro. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de feijoeiro comum sob restrição da luminosidade.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Níveis de sombreamento. Radiação fotossinteticamente ativa. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a grain of great economic importance in Brazil, which is the third largest producer in the world. As a food rich in protein and carbohydrates, it has great importance in the diet of Brazilians, being part of the typical gastronomy of the country. Known for its adaptability and stability, the bean plant can be grown throughout the year and in different environments. However, grain yields are still below the crop's productive potential, especially for family farmers with limited technology. Thus, new technologies and management systems that aim to increase productivity in a sustainable way need to be studied and transmitted to society. A management system that aims to better use the area in a sustainable way, integrating crop, livestock, and forest activities in the same area and that emerges as an opportunity for faster economic return is the system (ILPF). However, few studies address the recommendation of cultivars for growing conditions that are like this system, especially with the bean crop. Thus, the objective was to evaluate the agronomic performance of common bean genotypes under light restriction.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Shade levels. Photosynthetically active radiation. Crop-Livestock-Forest Integration System. Grain yield.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
REFERÊNCIAS	10
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura agrícola de elevada importância econômica e social no Brasil (BRIDA *et al.*, 2020). O grão apresenta diferentes propriedades nutricionais, funcionais e antioxidantes, sendo um dos mais importantes constituintes da dieta alimentar dos brasileiros (BORÉM; CARNEIRO, 2015). Possuindo a característica de alimento funcional devido aos seus benefícios à saúde humana, segue uma tradição brasileira como alimento típico da culinária associado ao arroz (FERREIRA; BARRIGOSI, 2021).

O feijoeiro é cultivado em aproximadamente 130 países com produção mundial estimada em 27,5 milhões de toneladas com destaque para Myanmar (3,0 milhões de toneladas) e Índia (5,5 milhões de toneladas) (FAOSTAT, 2020). O Brasil, terceiro maior produtor mundial, é responsável pela produção de 3,0 milhões de toneladas em 2,9 milhões de hectares, com a maior parte dessa produção para o consumo interno (CONAB, 2022). No país, o estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor de feijoeiro e obteve nas três safras uma produção aproximada de 555,3 mil toneladas, o que representa cerca de 18% da produção nacional. A terceira safra, denominada safra de inverno, produziu 194 mil toneladas na última safra, representando 6,4% da produção total do feijão brasileiro (CONAB, 2020).

Por possuir elevados índices de produção no Brasil, para a safra 2021/2022, estima-se uma produção de aproximadamente 3,06 milhões de toneladas de feijão (CONAB, 2022) justificando assim os investimentos que a cultura recebe, principalmente em relação aos programas de melhoramento. O melhoramento genético é responsável por avanços significativos na produtividade de grãos que foram obtidos a partir da adoção de cultivares melhoradas refletindo na produção final. Carmo *et al.* (2020) citam que em 1968 a produtividade média era de 660 kg ha⁻¹, enquanto em 2019 a média foi de 1030 kg ha⁻¹. Os autores ainda citam que o progresso genético anual foi de 8,5 kg ha⁻¹ que representa 0,35%. Vários outros autores também enfatizam a contribuição dos programas de melhoramento para o aumento da produção e produtividade da cultura no país (BARILI *et al.*, 2015; BARILI *et al.*, 2016; CHIORATO *et al.*, 2010; FARIA *et al.*, 2014).

A grande variabilidade genética da cultura do feijoeiro é demonstrada por sua diversidade morfológica da planta e principalmente do grão que é usado para dividir as cultivares em grupos comerciais. Dentro das características definidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o feijoeiro é dividido nos grupos

comerciais Carioca, Preto, Roxinho, Mulatinho, Vermelho, Rosinha e os feijões de sementes graúdas como as cultivares do grupo Manteigão (MAPA, 2017). Santis *et al.* (2019) enfatizam que a regionalidade da preferência dos consumidores e possibilidade de cultivo em todas as partes do território nacional contribuiu para a difusão de cultivares de diferentes grupos comerciais de feijoeiro no país. Entretanto, apesar da variedade de grãos disponíveis, o grão carioca que apresenta cor de fundo creme e rajas marrom se destaca como preferência do brasileiro representando 70% do feijão consumido em todo território nacional (PEREIRA *et al.*, 2019).

O feijoeiro é uma espécie anual, diploide ($2n=22$), autógama, com 3 a 5% taxa de fecundação cruzada, diferencia-se entre os hábitos de crescimento determinado e indeterminado. Nas cultivares de hábito determinado, que apresenta fase vegetativa e reprodutiva separadas, existe a presença de cultivares de porte mais ereto e semiereto, onde a inflorescência se inicia na parte final do ramo principal e dos ramos laterais. Por sua vez, o hábito indeterminado que apresenta fase vegetativa e reprodutiva simultaneamente, possui inflorescência iniciando a partir da parte axial das folhas e apresenta cultivares de porte prostrado ou trepador (BORÉM; CARNEIRO, 2015). Por possuir ciclo curto variando de 82 a 95 dias, apresenta uma vantagem para o produtor, que consegue adequar a época de plantio sem ter que renunciar à produção de outros grãos ainda no mesmo ano-safra. Nesse cenário, citamos três épocas de plantio que favorecem assim uma oferta constante do produto. A primeira safra, é semeada entre agosto e dezembro, a segunda safra ocorre entre janeiro e abril e a terceira safra o cultivo que abrange os meses de maio a julho (CONAB, 2021).

Diante das diversas condições ambientais nas quais o feijoeiro é cultivado, ensaios em vários ambientes são requeridos para garantir uma recomendação mais segura da interação genótipo por ambiente que faz parte do processo de lançamento de novas cultivares (CARBONARI *et al.*, 2021; KATUURAMU *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2017). Assim, a realização de estudos em diferentes regiões do país é indispensável para avaliar a adaptação de linhagens e cultivares a fim de indicar quais estão mais adaptadas. Considera-se que deve ser realizada a recomendação de genótipos que apresentem potencial produtivo e qualitativo para cada região, atendendo as exigências do consumidor e produtor (LIMA *et al.*, 2020).

Em função de determinadas informações, muitas cultivares de feijoeiro são conduzidas de uma região para outra, no entanto, as condições ambientais podem ser diferentes, onde os genótipos não conseguem expressar seu máximo potencial produtivo.

Nesse aspecto, informações envolvendo o comportamento fenotípico e produtivo das diferentes cultivares em diferentes ambientes e períodos de cultivo têm sido uma demanda por parte dos agricultores envolvidos. Essa necessidade também é citada por Hiolanda *et al.* (2018), que evidenciam que não são todas cultivares que apresentam boas respostas em todas as regiões onde são cultivadas. Os autores sugerem que elas devem passar por testes e experimentos de campo em diferentes regiões, obtendo genótipos mais adaptados e que proporcionem melhor desempenho produtivo. Azevedo *et al.* (2015) também apontaram a importância da realização de ensaios multiambientais para considerar a estabilidade e adaptabilidade das cultivares de feijão.

O feijoeiro é uma leguminosa de metabolismo fotossintético C3, ou seja, mostra-se menos eficiente na fixação do CO₂ (COSTA *et al.*, 2010). Dentre os fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, a intensidade de luz é um dos mais limitantes (RAVEN *et al.*, 2014). Primordial para o crescimento das plantas, a luz é responsável não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Taiz *et al.* (2017) relatam também que a energia luminosa estimula a síntese de carboidratos e a liberação de oxigênio a partir de dióxido de carbono e água. Essa energia, quando armazenada, poderá ser utilizada para estimular processos metabólicos na planta ou fonte de energia para seu desenvolvimento (TAIZ *et al.*, 2017).

No Brasil, o consórcio com as culturas de milho e feijão é o de maior relevância, principalmente para os pequenos produtores. Estudos têm sido realizados para analisar a eficiência dos cultivos consorciados, visando o conhecimento da viabilidade dos mesmos (SOUZA *et al.*, 2011).

Alguns estudos têm mostrado a plasticidade fisiológica de espécies vegetais em relação à radiação fotossinteticamente ativa, por meio de avaliações em relação a diferentes níveis de sombreamento (CABRAL; JUNIOR; SILVA, 2018). Os sistemas de cultivo de integração ou consorciado representam essa situação. Daros (1997) observou em seu trabalho que o estresse por sombreamento e desfolhamento alteraram a relação fonte-dreno das plantas, o que resultou em mudanças morfológicas e fisiológicas da cultura do feijoeiro, afetando o rendimento e produtividade da cultura.

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma grande estratégia para diversificar os empreendimentos agropecuários por permitir maior eficiência de uso dos recursos disponíveis. O sistema é definido como técnica de pecuária,

silvicultura ou florestas plantadas que passam a fazer parte de um único sistema em uma mesma área. As principais vantagens do ILPF é aumentar a eficiência de utilização dos recursos e preservação ambiental, sendo um sistema sustentável. Para o aumento da renda do produtor a integração vem para agregar como uma estratégia de maior ganho decorrente da venda dos produtos florestais e dos benefícios que traz ao meio ambiente (SILVA; SALES; VELOSO, 2016).

Os estudos envolvendo culturas em sistemas de consórcio, o conhecimento do retorno econômico é de grande importância para se avaliar a viabilidade de utilização destes sistemas de cultivo. A avaliação da viabilidade do consórcio deve considerar, além do retorno econômico proporcionado, o efeito da competição promovida pela cultura (CARVALHO *et al.*, 2009).

Carvalho *et al.* (2009) observaram em seu trabalho de consórcio entre feijão e café, que os custos totais dos monocultivos foram maiores que os do cultivo consorciado além da diminuição de capinas nos cafezais pelo aumento do número de linhas de feijoeiro.

O feijoeiro surge como uma boa estratégia para o consórcio com pastagens, pois tem boa adaptação aos sistemas consorciados. Uma cultura já bem conhecida pelos pequenos produtores, com um ciclo de vida curto, e que alcança bons preços no mercado. Mas, pode haver redução na produtividade do feijoeiro em função da competição promovida pela forrageira, especialmente considerando o porte baixo da planta de feijão (CARVALHO *et al.*, 2013).

Viana *et al.* (2012) observaram que a espécie do eucalipto no ILPF influenciou a produtividade das outras culturas. Os autores concluíram que os maiores rendimentos das culturas como feijoeiro, sorgo e milho obtidos no sistema ILPF, podem ser atribuídos ao sombreamento do eucalipto sobre essas culturas agrícolas. Reis *et al.* (2007) estudaram a implantação de um Sistema ILPF com eucalipto em espaçamento de 9 ou 10 m entre linhas, e de 3 e 4 m entre árvores sendo arroz a cultura anual escolhida. Os autores enfatizam que na linha, a produtividade de arroz foi de 1.800 kg ha⁻¹ mesmo tendo ocorrido baixa precipitação e com solo de baixa fertilidade, valor baixo se comparado com a produtividade média da cultura de 6,2 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2019).

Nos primeiros anos de implantação do sistema ILPF, o arroz e a soja são as culturas mais indicadas para ser consorciada com o sistema (ORTIZ *et al.*, 2019). ILPF é uma estratégia utilizada no Brasil, em locais com a presença tanto de lavoura quanto de

pecuária e tem boa aceitação principalmente pelos produtores de soja (BEHLING *et al.*, 2013). O consórcio dessa cultura com árvores ainda precisa de estudos, pois essa espécie é classificada como C3, tem menor eficiência na utilização da intensidade luminosa, sendo assim o índice de área foliar é uma importante variável fisiológica o qual caracteriza o crescimento de cultura (BALBINO *et al.*, 1987; SHELDRAKE; NARAYAN, 1979).

Apesar dos benefícios do sistema integrado, são poucos os estudos de sistemas integrados com a cultura do feijoeiro. Além disso, a ausência de recomendação de cultivares para sistemas de cultivo integrado, desencoraja produtores que porventura venham a optar pela cultura do feijoeiro nesse tipo de sistema. Se houver mais estudos, recomendações e cultivares aptas a integração, trará ao produtor possibilidades de escolha e maiores ganhos com o cultivo do feijoeiro dentro do sistema de ILPF.

Diante disso, o objetivo com o desenvolvimento deste trabalho é avaliar o desempenho agrônômico de genótipos de feijoeiro comum sob restrição da luminosidade, visando a recomendação em ILF.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. V. G., RIBEIRO, T., SILVA, D. A., CARBONELL, S. A. M., CHIORATO, A. F. (2015) Adaptabilidade, estabilidade e resistência a patógenos em genótipos de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(10):912-922.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; BALAKRISHNAN, K., NATARAJARATNAM, N., RAJENDRAN, C. Critical leaf area index in pigeonpea. **Journal Agronomy and Crop Science**, v. 159, n. 3, p. 164-168, 1987.
- BARILI, L. D. *et al.* Genetic progress resulting from forty-three years of breeding of the carioca common bean in Brazil. **Genetics and Molecular Research**. 2016.
- BARILI, L. D. *et al.* Genotype-environment interaction in common bean cultivars with carioca grain, recommended for cultivation in Brazil in the last 40 years. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 244-250, 2015.
- BEHLING, M. *et al.* Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). **Fundação MT - Boletim de Pesquisa de Soja** 2013/2014.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A Cultura. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. **Feijão: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 9 a 66.
- BRIDA, A. L. *et al.* Reação de genótipos de feijoeiro a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 91-97, 2020.
- CABRAL, R. D. C.; MELO J. J. C. F.; MATILDE S. M. Plasticidade morfoanatômica foliar em *Smilax campestris* (Smilacaceae) em gradiente ambiental de restinga, SC, Brasil. **Hoehnea**, v. 45, p. 173-183, 2018.
- CARBONARI, L.T. *et al.* Implicações da interação genótipo x ambiente na indicação de cultivares de feijão em Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 4, p. 1-8, 2021.
- CARMO, R. L. *et al.* A half century of a bean breeding program in the South and Alto Paranaíba regions of Minas Gerais. Lavras, **Crop Breeding and Applied Biotechnology** - 20(2): e295420211, 2020.
- CARVALHO, A. J.; ANDRADE, M. J. B; REIS, R. P.; GUIMARÃES, R. J. VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DO CONSÓRCIO DE FEIJÃO-COMUM COM CAFEEIRO ADENSADO EM FORMAÇÃO, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FILEIRAS E DA ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 25, p. 32-42, 2009.
- CARVALHO, A. J. de; CARNEIRO, J. E. de S.; FERREIRA, L. R.; Santos, M. V.; AMARO, H.T.R. ESTABELECIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DE BRAQUIÁRIA

EM CONSÓRCIO COM FEIJOEIRO-COMUM SOB DOSES REDUZIDAS DE FLUAZIFOP-P-BUTYL. **Bioscience Journal** (Online), v. 29, p. 892-902, 2013.

CHIORATO, A. F. *et al.* Genetic gain in the breeding program of common beans at IAC from 1989 to 2007. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, p. 329-336, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.8 – Safra 2021/2022, n°.1 - Primeiro levantamento, Brasília, p. 38-40, novembro 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.8 – Safra 2021/2022, n°.5 – quinto levantamento, Brasília, p. 46-58, fevereiro 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 12 - Décimo segundo levantamento. SETEMBRO 2020.

COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; SÁ, M. E. Production systems and bean cultivars in intercropping with maize. **Scientia Agraria**, v. 11, p. 425-430, 2010.

DAROS, E. Comportamento do feijoeiro submetido a estresses por sombreamento e desfolhamento. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 55-61, 2000 .1997.

FAOSTAT, **Crops. 2019**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 26 fev. 2022.

FAOSTAT. **Crops. 2020**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> />. Acesso em: 17 fev. 2022.

FARIA, L. C. *et al.* Genetic progress during 22 years of black bean Improvement. **Euphytica**, v. 199, n. 3, p. 261-272, 2014.

FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, JAF. Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar. **livro técnico-científico (INFOTECA-E)**, 2021.p.31-46.

HIOLANDA, R. *et al.* Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do Brasil. **Revista de ciências agrárias**, v. 41, n. 3, p. 815-824, 2018.

KATUURAMU, D. N. *et al.* On-farm multi-location evaluation of genotype by environment interactions for seed yield and cooking time in common bean. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2020.

LIMA, S. R. *et al.* Desempenho agrônômico de linhagens e cultivares de feijão comum na região do ecótono Cerrado/Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e121973666, 2020.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Registro Nacional de Cultivares – RNC. 2017**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc>. Acesso em: 18 fev 2022.

ORTIZ, R. J. *et al.* Interferência do sombreamento na produtividade de soja semeada entre renques de eucaliptos em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **I SimSIPA**, p. 42, 2019.

PEREIRA, H. S. *et al.* Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1241-1250, 2017.

RAVEN, Peter H; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia Vegetal*. In: **Biologia Vegetal**. 2014. 8 ed. pág. 1385.

REIS, H.A. *et al.* Agrossilvicultura no Cerrado, região noroeste do estado de Minas Gerais. In: FERNANDES, E.N. *et al.* (Ed.). **Sistemas Agrossilvipastoril na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. cap. s, p.137-154.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Experimental precision of grain yield components and selection of superior common bean lines. **Euphytica**, v. 213, n. 12, p. 1-11, 2017.

SANTIS, F. P. *et al.* Componentes de produção, produtividade e atributos tecnológicos de cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2019. p. 21-30.

SCHMUTZ, J. *et al.* Um genoma de referência para feijão comum e análise genômica de domesticações duplas. **Genética da natureza**, v. 46, n. 7, pág. 707-713, 2014.

SCHOCK, A. *et al.* Crescimento e fotossíntese de pinhão-mansão de plantas cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 18, p. 3-9, 2014.

SHELDRAKE, A. R., NARAYANAN, A. Growth, development and nutrient uptake in pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Journal of Agriculture Sciences**, v. 92, n. 3, p. 513-526, 1979.

SILVA, A. R. SALES, A. VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 37, n. 1, p. 96-104, 2016.

SOUZA, L. S. B. *et al.* Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 715-721, 2011.

VIANA, M. C. M. *et al.* Consorciação de culturas com o eucalipto no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 29, 2012, Águas de Lindóia.

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJOEIRO COMUM SOB RESTRIÇÃO DA LUMINOSIDADE

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie de grande importância nutricional, social e econômica, sendo essencial a exploração de novas tecnologias e sistemas de cultivo que maximizem sua produtividade de maneira sustentável. Nesse contexto, a Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) surge como um sistema de estratégia para o produtor. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de feijoeiro comum sob restrição da luminosidade. O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental Santa Paula (FESP) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus Unaí, Minas Gerais. Foram avaliados 15 genótipos de feijoeiro comum grão carioca em ambientes com níveis de 0%, 25% e 48% de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA) quanto a sete caracteres agrônômicos. A variabilidade genética foi observada na resposta das cultivares de feijoeiro comum a diferentes níveis de sombreamento para a maioria dos caracteres avaliados. As cultivares BRS Estilo e Dama demonstram melhor desempenho em todas as características avaliadas em ambiente com ou sem restrição da luminosidade. A cultivar IAC Apuã se mostrou a mais promissora nos ambientes a 25% e 48% de RRFA.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Níveis de sombreamento. Radiação fotossinteticamente ativa. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Produtividade de grãos.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF COMMON BEAN UNDER LIGHT RESTRICTION

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a species of great nutritional, social and economic importance, being essential the exploration of new technologies and cultivation systems that maximize its grain yield in a sustainable way. In this context, the Crop-Livestock-Forest-Integration (CLFI) emerges as a strategic system for farmers. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of common bean genotypes under light restriction. The research was carried out at Fazenda Experimental Santa Paula (FESP) of the Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Campus Unaí, Minas Gerais. Fifteen genotypes of common bean carioca type were evaluated in environments with levels of 0%, 25% and 48% of restriction of photosynthetically active radiation (PAR) for eight agronomic characters. Genetic variability was observed in the response of the common bean cultivars to different levels of shading for most of the evaluated characters. The cultivars BRS Estilo and Dama demonstrate better performance in all the evaluated traits in environments with or without light restriction. The cultivar IAC Apuã showed the most promise in environments with 25% and 48% of photosynthetically active restriction (RFA).

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Shade levels. Photosynthetically active radiation. Crop-Livestock-Forest Integration System. Grain yield.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma das leguminosas de maior importância, se destacando-se como alimento básico e fornecendo proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (VAZ PATTO; RUBIALES, 2014). O Brasil se destaca como terceiro maior produtor mundial com produção de 3,14 milhões de toneladas em uma área de 2,94 milhões hectares (CONAB, 2021).

No Brasil, o feijoeiro é produzido em diversos sistemas e épocas, o que predispõe a cultura a diferentes magnitudes de interação genótipo X ambiente (G X A). Desse modo, a realização de estudos em diferentes regiões do país e em condições distintas é indispensável para avaliar a adaptação das linhagens elites com as cultivares a fim de garantir mais segurança na indicação das que estão mais adaptadas. Lima *et al.* (2020) relatam que a recomendação de genótipos que apresentem potencial produtivo e qualitativo deve ser realizada para cada região, atendendo as exigências do consumidor e produtor.

Nos sistemas produtivos as plantas são submetidas a diversos fatores que tendem a influenciar o seu crescimento e desenvolvimento como incidência de pragas, doenças e planta daninhas, disponibilidade hídrica, fertilidade e compactação do solo, temperatura e disponibilidade de luz (PIMENTEL *et al.*, 2016). Entre estes, a radiação solar é um dos fatores mais importantes por prover a energia utilizada no processo de fotossíntese, ligado também aos processos relacionados à fisiologia, bioquímica, divisão celular e sobrevivência das plantas (KONG *et al.*, 2016; WU *et al.*, 2017; YANG *et al.*, 2018). Independente do ambiente, a intensidade da luz possui variações e, para a maioria das plantas, restrição elevada ou ponderada da disponibilidade de luz pode trazer modificações na fotossíntese (WU *et al.*, 2017; ZERVOUDAKIS *et al.*, 2012) e consequentemente na produtividade de grãos.

O sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável que contribui para diversificação das atividades agropecuárias por permitir maior eficiência de uso dos recursos disponíveis e segurança econômica ao produtor com diferentes fontes de renda (RODRIGUES *et al.*, 2019). Uma vez que as atividades pecuárias e florestais são realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, sucessão ou rotacionado com culturas anuais, ocorre uma cooperação entre os

componentes resultando em adequação ambiental e viabilidade econômica (BALBINO; CORDEIRO; MARTINEZ, 2011). O objetivo da ILPF é transformar o modo de uso da terra para um sistema cada vez mais produtivo, com produtos de melhor qualidade e conservando os recursos naturais de maneira sustentável (VIARO; CAVICHIOLI, 2018).

Apesar dos benefícios do sistema ILPF, são poucos os estudos com culturas de ciclo curto, como o feijoeiro. Além disso, a ausência de recomendação de cultivares para sistemas de cultivo integrado, desencoraja produtores que porventura venham a optar pela cultura do feijoeiro nesse tipo de sistema.

Diante disso, o objetivo com o desenvolvimento deste trabalho é avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de feijoeiro comum sob restrição da luminosidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Fazenda Experimental Santa Paula (FESP) pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Campus de Unaí, MG. A FESP está localizada sob as coordenadas geográficas 16°21'27'' latitude Sul e 46°54'43'' longitude Oeste e altitude de 595,95 m. O clima da região é tropical de savana com estação seca de inverno Awi (tropical úmido) (KÖPPEN-GEIGER, 1928). Ao decorrer do ano, a temperatura varia de 14°C a 32°C, sendo raramente inferior a 11°C ou superior a 36°C e apresenta precipitação média anual de 1.200 mm.

Os tratamentos consistiram em 14 cultivares e uma linhagem elite de feijoeiro comum do grupo comercial carioca (Tabela 1). Os experimentos foram conduzidos na casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados (DBC) com 15 tratamentos e três repetições, com unidade experimental de um vaso contendo uma planta. Os experimentos foram divididos de acordo com os níveis de restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RRFA): experimento I (0% de RRFA) realizado em pleno sol, experimento II (25% de RRFA) e experimento III (48% de RRFA). A fim de simular o ambiente sombreado dos experimentos II e III foram utilizadas telas de polietileno (sombrite) de 18% e 35%, respectivamente (Figura 1).

Tabela 1. Genótipos de feijoeiro comum grão carioca com seus respectivos detentores, hábito de crescimento, tipo de crescimento e porte da planta. Unaí, MG inverno 2021

Nome	Detentor	Hábito de crescimento	Tipo de crescimento	Porte da planta
VC 17	Epamig	-*	-*	-*
BRS ESTILO	Embrapa	Indeterminado	Tipo II	Ereto
BRS PONTAL	Embrapa	Indeterminado	Tipo III	Semi-Prostado
BRSMG UAI	Embrapa	Indeterminado	tipo II	Ereto
BRS PÉROLA	Embrapa	Indeterminado	Tipo II/III	Semi-Prostado
IPR ELDORADO	IAPAR	Indeterminado	Tipo II	Semi - Erecto
IPR QUERO QUERO	IAPAR	Indeterminado	Tipo III	Semi- Erecto
IPR SIRIRI	IAPAR	Indeterminado	Tipo II	Semi- Erecto
IAC ALVORADA	IAC	Indeterminado	Tipo III	Semi- Erecto
IAC APUÃ	IAC	Indeterminado	Tipo II	Semiereto
IAC YBATÉ	IAC	Indeterminado	Tipo II	Semi- Erecto/ Erecto
DAMA	TAA	Indeterminado	Tipo III	Prostado
TAA MARHE	TAA	Determinado	Tipo I	Semiereto
IAC POLACO	IAC	Determinado	Tipo I	Semi- erecto

* Linhagem não inscrita no RNC e sem descritores morfológicos registrados.

Figura 1 - Casa de Vegetação do ICA da UFVJM



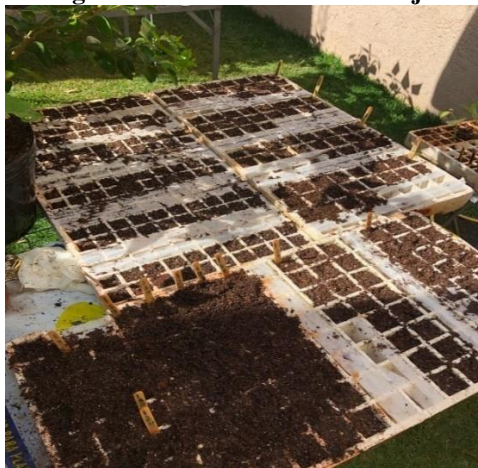
Fonte: Acervo pessoal

A semeadura dos genótipos de feijoeiro foi realizada em bandejas de poliestireno expandido na data 01/06/2021 (Figura 2), com posterior transplante para vasos de polipropileno de 10 L aos 18 dias após a semeadura (DAS). Os vasos foram preenchidos com a mistura de 7 L de latossolo vermelho e 2 L de substrato para hortaliças Bioplant[®] (Figura 3). A adubação da mistura foi realizada em cada vaso antes do transplantio de acordo com as recomendações da cultura com 7 g de NPK 4-14-8 e 8 g de ureia na cobertura. Os vasos do ambiente a pleno sol sem restrição luminosa permaneceram no ambiente 25% de RRFA até os 20 dias após o transplantio (DAT) para evitar danos causados por pássaros. Após esse período os vasos foram transferidos para ambiente com pleno sol.

O manejo fitossanitário foi adotado conforme a necessidade à medida que pragas e plantas daninhas surgiram na área. Para eliminação de formigas foi utilizado o formicida de isca granulada (Fipronil) enquanto as plantas daninhas presentes no solo da casa de vegetação foram controladas por meio da capina manual. O tutoramento das plantas foi realizado com suporte de um bambu onde as hastes do feijoeiro foram fixadas com barbante (Figura 4). A irrigação dos vasos era realizada diariamente por microaspersão suspensa com vazão de 70 L h⁻¹ por aspersor durante quinze minutos duas vezes ao dia. Ao final do ciclo da cultura observou-se que, não sendo suficiente, foi

adicionado mais quinze minutos ao dia e um complemento de 1 L de água a partir dos 62 DAT até o final do ciclo.

Figura 2 - Semeadura em bandejas



Fonte: Acervo pessoal

Figura 3 - Transplântio para os vasos



Fonte: Acervo pessoal

Figura 4 - Tutoramento das plantas



Fonte: Acervo pessoal

As plantas foram conduzidas até o ponto de maturidade fisiológica (R8), e ao atingir essa fase, a colheita foi realizada de forma escalonada.

Os genótipos foram avaliados em relação às seguintes características:

- i) Altura da planta na maturação (APM):** Altura da planta (cm) medida com auxílio de uma trena, do nó cotiledonar até o ápice da planta em sua fase de colheita;
- ii) Altura da planta no florescimento (APFL):** Altura da planta no estágio de florescimento (50% das plantas com pelo menos uma flor aberta);
- iii) Número de dias até a colheita (NDC):** Número de dias de todo o ciclo da cultura;
- iv) Diâmetro do hipocótilo (DH):** Diâmetro do hipocótilo (mm) obtido utilizando um paquímetro digital, posicionado 1 cm abaixo do nó cotiledonar, após a colheita;
- v) Número de vagens por planta (NVP):** Contagem do número de vagens por planta;
- vi) Número de grãos por planta (NGP):** Contagem de todos os grãos produzido por planta;
- vii) Produção de grãos por planta (PGP):** Peso (g) de todos os grãos produzido por cada planta.

Os dados de todos os caracteres foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos pelo método de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade e ao teste de homogeneidade das variâncias residuais pelo método Barlett a 5% de probabilidade. Ao atender a normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias procedeu-se a Análise de Variância (ANOVA) individual para cada experimento (I, II e III) pelo teste F e posteriormente realizou-se a análise conjunta dos experimentos. A análise conjunta dos experimentos foi realizada para variáveis em que a razão entre o maior e menor quadrado médio dos resíduos dos experimentos individuais foi menor que 7,0 (PIMENTEL-GOMES, 2000). As médias de ambiente e genótipo foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados no Software GENES (CRUZ, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de todas as características atenderam às pressuposições da ANOVA, que são a homogeneidade e normalidade dos resíduos. Os genótipos de feijoeiro tiveram comportamento distinto entre si apenas para os caracteres altura na maturação (APM) e altura no florescimento (APFL) enquanto para as demais características, o fator genótipo não apresentou significância pelo teste F (Tabela 2). O oposto foi observado para o fator ambiente, em que a maioria das características foram significativas a 5 ou 1% de probabilidade pelo teste F, indicando que os ambientes proporcionaram desempenho diferente para os genótipos. Esse comportamento não foi verificado para as características APFL, NVP e NGP mostrando que nem sempre um genótipo apresenta comportamento diferente a determinadas características quando submetidos a diferentes níveis de restrição da luminosidade.

Obteve-se interação genótipo X ambiente (GXA) significativa para todos os caracteres avaliados (Tabela 2), indicando que, considerando o mesmo genótipo, a restrição de RFA influenciou o desempenho das plantas.

Tabela 2- Análise de variância conjunta (quadrados médios) das características Altura da planta na maturação (APM), Altura da planta no florescimento (APFL), Número de dias até a colheita (NDC), Diâmetro do hipocótilo (DH), Número de vagens por planta (NVP), Número de grãos por planta (NGP), Produção de grãos por planta (PGP) analisadas em 15 genótipos de feijoeiro comum grão carioca na safra de inverno de 2021, sob três ambientes (nível de retenção da radiação fotossinteticamente ativa 0%, 25% e 48%) Unai-MG, 2021

Análise Conjunta	Características						
	APM	APFL	NDC	DH	NVP	NGP	PGP
QM Genótipo	112,4899*	158,1185**	86,4095 ^{ns}	2,3963 ^{ns}	188,8222 ^{ns}	3317,6328 ^{ns}	138,4731 ^{ns}
QM Ambiente	334,6296*	91,2518 ^{ns}	531,8222**	25,0307**	700,4222 ^{ns}	5782,6740 ^{ns}	723,0494*
QM G X A	53,2010*	46,2201*	47,0127**	1,4745**	190,6682**	2667,6423**	218,7110**
CV%	13,43	13,65	3,87	11,80	29,92	33,96	37,05
Média	41,76	35,99	106,04	6,44	22,71	75,21	21,94

Fonte: dados da pesquisa

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ** Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F respectivamente.

^{ns} = não significativa

Sete dos 15 genótipos apresentaram os maiores valores de APM no ambiente 0%, indicando que alguns desses genótipos tiveram seu crescimento limitado nos ambientes com RRFA (Tabela 3). Esse comportamento pode ser positivo se avaliado na adaptação do genótipo para sistemas de ILPF uma vez que, crescimento exagerado ou estiolamento em ambientes com alta restrição luminosa pode acarretar acamamento (LOPES *et al.*, 2021). Na cultura do feijoeiro o acamamento é extremamente prejudicial uma vez que as vagens de plantas acamadas entram em contato com o solo úmido acarretando perda na qualidade e rendimento dos grãos (RAMALHO *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2019). Todos os genótipos apresentaram o mesmo desempenho no ambiente 25% de RRFA enquanto o ambiente a 48% proporcionou menor crescimento para os genótipos avaliados, com exceção das cultivares BRS Estilo, BRS Pontal, BRS Pérola, IAC Apuã e IAC Ybaté que foram agrupadas por apresentarem as maiores médias de APM.

Os genótipos não tiveram diferença entre si quanto a APFL para o ambiente 0% e 25% de RRFA, ficando todos no mesmo grupo considerando cada um desses ambientes de forma isolada. No ambiente 48% da RRFA, sete genótipos se destacaram pelas maiores médias de altura e por isso ficaram no mesmo agrupamento. Considerando todos os ambientes, apenas BRS Pontal, BRSMG Uai e BRS Pérola foram influenciadas pela RRFA, uma vez que somente estas cultivares tiveram seu crescimento no florescimento reduzido no ambiente com menor intensidade de luz.

Jadoski (2015) comprovou em seu trabalho que a fotossíntese possui relação direta com a produtividade das plantas. Também Barrela (2003) observou aumento na altura do dossel e da planta com um aumento do nível de sombra como resposta em condições de limitações de luminosidade. O autor conclui que ocorre uma compensação da limitação de luz com um aumento da área foliar a fim de incrementar a captação. Esse comportamento foi o oposto ao observado neste trabalho onde nos ambientes com restrição luminosa os genótipos apresentaram menor taxa de crescimento com as menores médias na altura de planta (APFL). Vários autores relatam a influência no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas em diferentes níveis de luminosidade (KLUGE; TEZOTTO-ULIANA; SILVA, 2015; REIS *et al.*, 2012).

O ambiente a pleno sol proporcionou ciclo mais longo para a maioria dos genótipos, sendo que, neste ambiente, estes materiais tiveram maiores médias de NDC em relação aos ambientes sombreados. Por outro lado, não houve diferença entre os genótipos considerando os ambientes a 0% e 25%, no ambiente 48% se teve três grupos

com diferentes médias de NDC foram formados acarretando diferentes momentos de colheita dos grãos. O feijoeiro é uma cultura de ciclo curto e sensível às variações das condições ambientais e climáticas (CAMPOS; SILVA; SILVA, 2010). Beltrame (2020) cita que o clima é um dos fatores preponderantes para o desenvolvimento da cultura interferindo também na duração dos estádios fenológicos e fases de desenvolvimento.

Tabela 3- Médias dos 15 genótipos de feijoeiro comum para Altura da planta na maturação (APM), Altura da planta no florescimento (APFL) e Número de dias até a colheita (NDC) sob três ambientes (nível de retenção da radiação fotossinteticamente ativa 0% 25% e 48%). Unai-MG, 2021⁽¹⁾

Genótipos	APM (cm)			APFL (cm)			NDC		
	0	25	48	0	25	48	0	25	48
VC 17	47,00 Aa	44,00 Aa	38,67 Ab	43,00 Aa	41,00 Aa	43,33 Aa	110,00 Aa	103,33 Ba	102,33 Bb
BRS Estilo	40,00 Ab	40,67 Aa	44,33 Aa	35,00 Aa	35,67 Aa	29,00 Ab	107,33 Aa	103,33 Aa	105,33 Ab
BRS Pontal	46,00 Aa	39,00 Ba	52,33 Aa	33,33 Aa	37,33 Aa	26,67 Bb	110,00 Aa	106,00 Aa	111,33 Aa
BRSMG Uai	39,67 Ab	37,00 Aa	35,67 Ab	32,00 Aa	30,67 Aa	22,00 Bb	111,33 Aa	103,67 Ba	115,33 Aa
BRS Pérola	48,67 Aa	48,67 Aa	44,67 Aa	38,33 Aa	42,33 Aa	28,00 Bb	110,00 Aa	103,33 Ba	115,33 Aa
IPR Eldorado	42,33 Ab	31,33 Ba	39,00 Ab	30,67 Aa	31,00 Aa	28,00 Ab	111,33 Aa	103,67 Ba	112,67 Aa
IPR Quero Quero	53,33 Aa	46,33 Aa	35,00 Bb	35,33 Aa	41,33 Aa	32,00 Ab	112,67 Aa	104,67 Ba	101,33 Bb
IPR Siriri	40,00 Ab	37,67 Aa	36,67 Ab	31,67 Aa	38,67 Aa	34,67 Ab	107,33 Aa	103,33 Aa	103,33 Ab
IAC Alvorada	41,67 Ab	42,67 Aa	39,33 Ab	32,67 Aa	39,00 Aa	40,00 Aa	110,00 Aa	104,67 Ba	101,00 Bb
IAC Apuã	51,67 Aa	42,33 Ba	42,33 Ba	36,33 Aa	37,33 Aa	43,33 Aa	114,00 Aa	104,67 Ba	104,67 Bb
IAC Ybaté	53,67 Aa	42,33 Ba	43,00 Ba	31,00 Aa	35,67 Aa	27,67 Ab	112,67Aa	103,33 Ba	112,67Aa
Dama	42,67 Ab	39,33 Aa	39,67 Ab	38,33 Aa	37,33 Aa	44,33 Aa	107,33 Aa	103,33 Aa	98,67 Ac
TAA Marhe	36,00 Ab	37,33 Aa	39,33 Ab	36,00 Aa	42,00 Aa	42,67 Aa	110,00 Aa	96,33 Ba	94,00 Bc
IAC Polaco	42,67 Ab	40,67 Aa	31,67 Bb	39,33 Aa	37,00 Aa	41,00 Aa	110,00 Aa	105,00 Aa	95,33 Bc
BRSFC 401 RMD	48,33 Aa	34,33 Ba	40,33 Bb	39,33 Aa	37,67 Aa	40,67 Aa	104,67 Aa	101,33 Aa	100,00 Ab

Fonte: dados da pesquisa

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha pelo teste Scott Knott e letra minúscula na coluna pelo teste Scott Knott não diferem entre si

Oito dos 15 genótipos apresentaram maiores médias de diâmetro do hipocótilo (DH) no ambiente sem restrição luminosa indicando que ambiente sombreado não favoreceu essa característica (Tabela 4). Para os demais genótipos, o DH não diferiu mesmo quando estes foram submetidos a diferentes ambientes. Considerando que o DH é uma característica diretamente relacionada com a arquitetura de planta (ANJOS *et al.*, 2018; MOURA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013; SILVEIRA *et al.*, 2018), é imprescindível sua consideração na seleção de genótipos superiores para ambiente sombreado. Plantas de feijoeiro de arquitetura ereta apresentam vantagens como maior tolerância ao acamamento, redução das perdas na colheita mecanizada, menor incidência de doenças como mofo branco, menor risco de contato das vagens com o solo garantindo qualidade comercial do grão (TEIXEIRA *et al.*, 1999). Nesse sentido, era esperado que, em ambiente sombreado, alguns genótipos sofreriam estiolamento, apresentariam menor DH e conseqüentemente teriam menos chances de apresentar arquitetura ereta do que genótipos indiferentes ao sombreado. Assim, destacamos o desempenho dos genótipos VC 17, BRS Estilo, BRS Pérola, IPR Quero Quero, Dama, TAA Marhe e BRS FC 401 RMD que, mesmo em ambiente sombreado, mantiveram o mesmo DH e, em condições de campo, possivelmente manteriam sua arquitetura de planta.

Os genótipos BRSMG Uai, BRS Pérola e IAC Alvorada apresentaram as maiores médias de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) no ambiente a 25% da RRFA (Tabela 4). Por outro lado, a linhagem VC 17 e as cultivares BRS Estilo, BRS Pontal, IPR Eldorado, Dama e BRS FC 401 RMD apresentaram o mesmo desempenho nos três ambientes para as duas características. Esse resultado mostra que nem sempre o sombreado influencia o desempenho produtivo das plantas. Considerando a variação de genótipo dentro de ambiente, as cultivares BRS Pérola, IAC Alvorada e BRSMG Uai apresentaram as maiores médias no ambiente a 25% de RRFA em que BRSMG Uai mostrou média semelhante no ambiente sem restrição luminosa. Entre todos os genótipos, destaque é dado para IPR Siriri que apresentou a maior média de NGP no ambiente sem restrição luminosa e foi inserido no grupo de maiores médias para NVP. No ambiente a 25% de RRFA as cultivares BRSMG Uai, IPR Quero Quero, IAC Alvorada e IAC Apuã apresentaram maiores médias tanto para NGP quanto para NVP. Por apresentarem esse desempenho, mostram adaptação ao ambiente sombreado e bom potencial produtivo nessa condição. Fioreze *et al.* (2013) observaram desempenho divergente ao observado neste trabalho. Os autores citam que, na cultura da soja, tanto o

estresse por déficit hídrico quanto o estresse por sombreamento diminuíram os componentes de produção número de vagens, número de grãos e peso médio de grãos.

Oliveira *et al.* (2017) constaram em seu trabalho que altas temperaturas ocorridas no florescimento acarretam abortamento de flores, afetando os componentes de produção, especialmente o número de vagens por planta. A variável NVP, juntamente com NGV apresentam correlação direta com produtividade de grãos, sendo, portanto, variáveis importantes na seleção de genótipos produtivos (SCHMITZ; LUDWIG; MAMBRIN, 2020).

No ambiente a 25% de RRFA o grupo com os genótipos mais produtivos abrangeu oito genótipos. Entre eles, destacamos IAC Apuã que, tanto no ambiente a 25% quanto 48% de RRFA, está no grupo dos mais produtivos considerando a PGP, NVP e NGP, todos caracteres envolvidos na produção de grãos. Buzzello *et al.* (2015) observaram em seu trabalho que as cultivares de soja FUNDACEP 53 RR e SYN 3358 RR apresentaram bom desempenho em acúmulo de biomassa nos dois ambientes, sombreados e sem restrição luminosa, indicando alto potencial de adaptabilidade agrônômica. O mesmo desempenho foi observado para as cultivares BRS Estilo e Dama que estiveram entre as mais produtivas em todos os ambientes (0, 25 e 48%) para PGP.

Os resultados obtidos neste trabalho são um ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre a avaliação de genótipos em ambiente sombreado. Essas informações são relevantes para iniciar programas de melhoramento do feijoeiro para uso em sistemas integrados de produção.

Tabela 4. Médias de 15 genótipos de feijoeiro comum em relação a Diâmetro do hipocótilo (DH), Número de vagens por planta (NVP), Número de grãos por planta (NGP) e Produção por planta (PGP) sob três ambientes (nível de retenção da radiação fotossinteticamente ativa a 0% 25% e 48%) Unaí, MG 2021 ⁽¹⁾

Genótipos	DH (mm)			NGP			NVP			PGP (g)		
	0	25	48	0	25	48	0	25	48	0	25	48
VC 17	6,42 Ac	6,24 Aa	5,65 Ab	70,67 Ac	35,00 Ac	32,67 Ab	19,33 Ab	19,00 Ab	12,00 Ac	18,97 Ab	22,10 Ab	15,07 Ab
BRS ESTILO	6,75 Ac	6,75 Aa	6,94 Aa	84,00 Ab	98,67 Aa	66,00 Ab	27,00 Aa	27,00 Ab	16,67 Ac	27,73 Aa	27,77 Aa	14,63 Aa
BRS PONTAL	6,56 Ac	6,09 Aa	4,23 Bb	81,67 Ab	79,67 Ab	62,33 Ab	20,33 Ab	18,67 Ab	12,00 Ac	23,33 Aa	26,20 Aa	11,46 Bb
BRSMG UAI	7,48 Ab	5,87 Ba	6,06 Ba	97,33 Ab	94,67 Aa	32,67 Bb	32,33 Aa	31,67 Aa	7,67 Bc	29,53 Aa	28,87 Aa	6,20 Bb
BRS PÉROLA	6,59 Ac	6,33 Aa	5,32 Ab	38,00 Bc	84,33 Ab	33,33 Bb	15,33 Bb	26,67 Ab	10,67 Bc	13,9 Bb	28,43 Aa	10,87 Bb
IPR ELDORADO	6,05 Ac	6,33 Aa	4,61 Bb	67,00 Ac	51,67 Ac	93,00 Aa	20,00 Ab	17,00 Ab	23,33 Ab	18,47Ab	13,93 Ab	24,00 Aa
IPR QUERO QUERO	7,91 Ab	6,56 Aa	6,84 Aa	82,67 Bb	114,33 Aa	53,33 Bb	33,67 Aa	40,00 Aa	14,33 Bc	27,27 Aa	31,70 Aa	13,63 Bb
IPR SIRIRI	7,90 Ab	5,79 Ba	6,76 Ba	154,00 Aa	80,00 Bb	125,67 Aa	38,67 Aa	25,33 Bb	29,67 Bb	42,70 Aa	21,80 Bb	28,47 Ba
IAC ALVORADA	8,20 Ab	6,93 Ba	5,20 Cb	31,33 Bc	139,00 Aa	48,33 Bb	12,33 Bb	34,33 Aa	16,00 Bc	10,53 Bb	40,53 Aa	20,33 Ba
IAC APUÃ	7,82 Ab	7,75 Aa	6,28 Ba	25,33 Cc	139,00 Aa	94,33 Ba	11,33 Bb	37,00 Aa	39,67 Aa	9,4 Bb	37,43 Aa	26,97 Aa
IAC YBATÉ	9,50 Aa	6,53 Ba	5,05 Cb	53,33 Ac	72,33 Ab	36,33 Ab	27,33 Aa	23,67 Ab	11,00 Bc	21,87Ab	21,87 Ab	8,367 Bb
DAMA	6,82 Ac	6,01 Aa	5,68 Ab	105,67 Ab	100,00 Aa	87,00 Aa	27,67 Aa	26,67 Ab	21,00 Ac	32,80 Aa	30,70 Aa	20,23 Aa
TAA MARHE	5,89 Ac	6,54 Aa	5,42 Ab	40,00 Bc	79,33 Ab	100,33 Aa	25,67 Aa	22,00 Ab	26,33 Ab	13,43 Ab	22,70 Ab	28,37 Aa
IAC POLACO	6,75 Ac	6,74 Aa	5,49 Bb	49,67 Ac	44,00 Ab	69,33 Ab	27,67 Aa	13,67 Bb	17,00 Bc	26,73 Aa	13,90 Ab	19,83 Aa
BRS FC 401 RMD	6,80 Ac	6,71 Aa	5,56 Ab	70,67 Ac	111,00 Aa	75,33 Aa	19,67 Ab	26,33 Ab	17,33 Ac	17,63 Ab	18,43 Ab	18,03 Aa

Fonte: dados da pesquisa

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha pelo teste Scott Knott e letra minúscula na coluna pelo teste Scott Knott não diferem entre si

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente influenciou o comportamento dos genótipos indicando que há variabilidade genética na resposta dos genótipos de feijoeiro comum a diferentes níveis de sombreamento para a maioria dos caracteres avaliados.

As cultivares BRS Estilo e Dama demonstram melhor desempenho e produção de grãos independente do ambiente com ou sem restrição da luminosidade com estabilidade na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, R. S. R. *et al.* Selection for hypocotyl diameter results in genetic gain in common bean plant architecture. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, p. 417-425, 2018.
- BALBINO, L. C. *et al.*, Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Pag. 1014-1026, 2011.
- BARRELLA, T. P. **Crescimento e produção de mandioquinha-salsa** (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) sob níveis e períodos de sombreamento artificial. Viçosa: UFV, 2003. 46p. Dissertação Mestrado.
- BELTRAME, V.N. Desempenho de progênies F2 de feijão em sistema de produção orgânico. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A Cultura. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. **Feijão: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p.547.
- BORÉM; MIRANDA, FRITSCHÉ-NETO. **Melhoramento de Plantas**. 8 ed. São Paulo. Oficina de Textos. 2021. p.456.
- BUZZELLO, G. L. *et al.* Índices não paramétricos estimados pela combinação de diferentes caracteres com acumulação de biomassa como critério de avaliação da competição de cultivares de soja com e sem sombreamento. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 33, n. 3, p. 310-329, jul./set. 2015.
- CAMPOS, H. C.; SILVA, M. T. SILVA, V. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 396-404, 2010.
- CARBONELL, S. A. M. *et al.* Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.8 – Safra 2021/2022, nº.1 - Primeiro levantamento, Brasília, p. 38-40, novembro 2021.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. – Safra 2018/2019. 10 levantamento, julho 2019.
- COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; THOMAS, A. L.; ALBERTON, M. Comprimento e índice de expansão radial do hipocótilo de cultivares de soja. **Ciência Rural**, v.29, p. 609-612, 1999.
- CRUZ, C. D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, p. 547-552, 2016.

- FIGUEIREDO, S. L.; RODRIGUES, J. D.; CARNEIRO, J. P. C.; SILVA, A. D. A.; LIMA, M. B. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 11, p. 1432-1439, 2013.
- JADOSKI, C. J. Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo. 2015.
- JIANG, A. C. D., GAO, H.Y., ZOU, Q., JIANG, G.M.; LI, L.H. 2006. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, 55: 87-96.
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. PM. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.
- KONG, D. X.; LI, Y. Q.; WANG, M. L.; BAI, M.; ZOU, R.; TANG, H.; WU, H. Effects of light intensity on leaf photosynthetic characteristics, chloroplast structure, and alkaloid content of Mahonia Bodinieri (gagnep.) laferr. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 38, n. 5. p. 120, 2016.
- LIMA, S, R *et al.* Desempenho agrônomo de linhagens e cultivares de feijão comum na região do ecótono Cerrado/Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e121973666, 2020.
- LOPES, L. C. A. *et al.* Desenvolvimento florestal em sistema integrado lavoura-pecuária-floresta. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 11, 2021.
- MOURA M.M.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C.D. Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48:417-425. 2013.
- OLIVEIRA, G. R. F. *et al.* Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 1, p. 47-58, 2017.
- PEREIRA, H. S. *et al.* Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, v. 71, n. 2, p. 165-172, 2012.
- PIMENTEL, R. M. *et al.* Ecofisiologia de plantas forrageiras. **Pubvet**, v. 10, n. 9, p. 666-679, 2016.
- RAMALHO, M. A. P. *et al.* BRSMG Uai: common bean cultivar with carioca grain type and upright plant architecture. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 261-264, 2016.
- REIS, L. S. *et al.* Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.739-744, 2012.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Upright plant architecture traits and their relationship with grain yield in the selection of Mesoamerican common bean lines cultivated at low altitude. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, p. 1-13, 2019.

RODRIGUES, G. S. *et al.* Avaliação de impactos ambientais de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta conforme contexto de adoção. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil**. 2019. Cap 9. Pag. 314 a 337.

SCHMITZ, H.; LUDWIG, R.; MAMBRIN, R. Caracterização morfoagronômica de feijões de grãos especiais. **Enciclopédia biosfera**, v. 17, n. 34, 2020.

SILVA, V.M.P.; MENEZES, J.A.N.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ C.D. (2013) Genetic improvement of plant architecture in the common bean. **Genetics and Molecular Research**, 12:3093-3102.

SILVA, C.A.; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A. Associação entre arquitetura de planta e produtividade de grãos em progênies de feijoeiro de porte ereto e prostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1647 1652, 2009.

SILVEIRA, P. M; NASCENTE, A. S.; SILVA, J. G. The effect of longitudinal distribution and seed depth on grain yield of common bean. **Journal of seed science**, v. 40, p. 90-97, 2018.

TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 4, p. 577-582, 1999.

VAZ PATTO, M. C.; RUBIALES, D. Diversidade de *Lathyrus*: recursos disponíveis com relevância para o melhoramento de culturas—*L. sativus* e *L. cicera* como estudos de caso. **Annals of Botany**, 113, n. 6, pág. 895-908, 2014.

VIARO, A.; CAVICHIOLI, F. A. Sistema agrossilvipastoril e sua importância para agricultura. SIMTEC - **Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 4, n. 1, pág. 10, 14. maio 2018.

WU, Y., GONG, W., YANG, W. Shade inhibits leaf size by controlling cell proliferation and enlargement in soybean. **Scientific Reports**, v 7, n. 9259, 2017.

YANG, F.; FAN, Y.; WU, X.; CHENG, Y.; LIU, Q.; FENG, L.; CHEN, J.; WANG, Z.; WANG, X.; YONG, T.; LIU, W.; LIU, J.; DU, J.; SHU, K.; YANG, W. Auxin-to Gibberellin Ratio as a Signal for Light Intensity and Quality in Regulating Soybean Growth and Matter Partitioning. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, n. 56, p. 1-13, 2018.

YANG, F.; FENG, L.; LIU, Q.; WU, X.; FAN, Y.; RAZA, M. A.; CHENG, Y.; CHEN, J.; WANG, X.; YONG, T. Effect of interactions between light intensity and red-to-far-red ratio on the photosynthesis of soybean leaves under shade condition. **Environmental and Experimental Botany**, v. 150, n. 1, p. 79-87, 2018.

ZERVOUDAKIS, G. SALAHAS, G.; KASPIRIS, G.; KONSTANTOPOULOU, E. Influence of light intensity on growth and physiological characteristics of common sage (*Salvia officinalis* L.). **Brazilian Archives of Biology And Technology**, v. 55, n. 1, p. 89-95, 2012.

ZILIO, M. *et al.* Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.