

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOSÉ ANDRÉS CARREÑO SIQUEIRA

POTENCIAL AGRONÔMICO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO
COMUM PARA OBTENÇÃO DE GENITORES POTENCIAIS: SISTEMAS ORGÂNICO
VS. CONVENCIONAL

UBERLANDIA/MG

2023

JOSÉ ANDRÉS CARREÑO SIQUEIRA

POTENCIAL AGRONÔMICO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COMUM
PARA OBTENÇÃO DE GENITORES POTENCIAIS: SISTEMAS ORGÂNICO VS.
CONVENCIONAL

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Douglas José Marques

UBERLANDIA/MG

2023

JOSÉ ANDRÉS CARREÑO SIQUEIRA

POTENCIAL AGRONÔMICO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO
COMUM PARA OBTENÇÃO DE GENITORES POTENCIAIS: SISTEMAS ORGÂNICO
VS. CONVENCIONAL

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de ‘Mestre em Agronomia’.

Área de concentração: Produção Vegetal

APROVADA, em 27 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel - UFU

Prof. Dr. Ana Carolina Silva Siqueroli - UFU

Prof. Dr. Breno Régis Santos - UNIFAL

Prof. Dr. Douglas José Marques - UFU

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S618p Siqueira, José Andrés Carreño, 1994-
2023 Potencial agronômico e seleção de genótipos de feijoeiro comum para obtenção de genitores potenciais [recurso eletrônico] : sistemas orgânico VS. convencional / José Andrés Carreño Siqueira. - 2023.

Orientador: Douglas José Marques.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.7041>
Inclui bibliografia.

1. Agronomia. I. Marques, Douglas José, 1980-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo estímulo, carinho e compreensão, ao meu orientador por ter me dado a oportunidade de ter chegado tão longe, a Deus por ter me dado a força, inteligência e resiliência necessárias e a todas as pessoas que me prestaram o seu apoio e fizeram possível a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor e amigo Douglas José Marques pelo incentivo, a motivação e a orientação nesta caminhada acadêmica.

Aos colegas Maria Clara Gabriel Silva, Cristian Araújo Silva, João Paulo Rodrigues Correa, demais colegas e funcionários tanto do campo experimental como dos laboratórios da Universidade Federal Uberlândia que fizeram parte do projeto e que participaram ativamente do experimento, sem a sua valiosa ajuda nada disso teria sido possível.

Aos meus pais Victor Fernando Carreño Valle e Rosana Siqueira de Carreño por todo o amor, o carinho, a compreensão e o apoio fornecidos já que sem eles não poderia ter chegado até aqui, agradeço também ao meu irmão Fernando Carreño Siqueira pelo apoio prestado durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil) pelo apoio.

E a Deus por ter me brindado a força, a resiliência e a sabedoria necessárias para superar as dificuldades e ter me permitido chegar até aqui.

“A inteligência é baseada em quão eficientes as espécies se tornam em fazer as coisas de que precisam para sobreviver.”

(CHARLES ROBERT DARWIN)

RESUMO

Agricultura orgânica é um dos termos mais empregados para designar modelos não convencionais de agricultura, que adotam princípios básicos de manejo dos recursos naturais, do solo, da nutrição vegetal e produção de sementes. Um dos maiores entraves da produção orgânica é a escassez de sementes oriundas de sistemas orgânicos, fazendo com que os produtores tenham que obtê-las de fonte convencional. O principal objetivo deste trabalho é a avaliação de diferentes genótipos de feijão presentes no repositório de sementes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), nos sistemas de plantio orgânico e convencional. Selecionando genótipos adaptados para dar início ao programa de melhoramento com adaptação ao sistema orgânico, para diminuir assim a dependência dos produtores de defensivos agrícolas. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 2 x 7 em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições: Os primeiros fatores foram os sistemas de produção (convencional e orgânico) e segundo os 7 genótipos (UFU-1; UFU-2; UFU-3; UFU-4; UFU-5; UFU-6 UFU-7), sendo UFU-1 um híbrido obtido entre os genótipos UFU-4 e UFU-7; UFU-2 e UFU-3 foram genótipos comerciais; e UFU-4, UFU-5, UFU-6 e UFU-7 genótipos do banco de germoplasma da UFU Monte Carmelo. Foram realizadas avaliações para os caracteres agronômicos das plantas sendo estes: altura, número de ramos, comprimento e volume das raízes, matéria seca, SPAD, clorofila, índice de área foliar, número de flores, número de vagens, número de sementes por vagem, massa de 100 sementes e produtividade dos genótipos. Os resultados mostraram um comportamento distinto dos genótipos para cada sistema de produção. Os genótipos recomendados para o sistema orgânico foram UFU-2, UFU-6 e UFU-7 com maior produtividade. Para o sistema convencional o genótipo com a maior adaptação foi o UFU-4, com maior rendimento produtivo. Como conclusão final é necessário selecionar genótipos de feijoeiro adaptados para o sistema orgânico.

Palavras-chave: Genótipos; *Phaseolus vulgaris* L.; sistema de produção orgânico.

ABSTRACT

Organic agriculture is one of the most used terms to designate non-conventional models of agriculture, which adopt basic principles of management of natural resources, soil, plant nutrition and seed production. One of the biggest obstacles to organic production is the scarcity of seeds from organic systems, which means that producers have to obtain them from a conventional source. The main objective of this work is the evaluation of different bean genotypes present in the seed repository of the Federal University of Uberlândia (UFU), in the organic and conventional planting systems. Selecting adapted genotypes to start the improvement program with adaptation to the organic system, thus reducing the dependence of producers on pesticides. The experimental design used was a 2 x 7 factorial in randomized blocks experimental design, with four replications: The first factors were the production systems (conventional and organic) and according to the 7 genotypes (UFU-1; UFU-2; UFU-3; UFU-4; UFU-5; UFU-6 UFU-7), UFU-1 being a hybrid obtained between the UFU-4 and UFU-7 genotypes; UFU-2 and UFU-3 were commercial genotypes; and UFU-4, UFU-5, UFU-6 and UFU-7 genotypes from the UFU Monte Carmelo germplasm bank. Evaluations were carried out for the agronomic characters of the plants, namely: height, number of branches, length and volume of roots, dry matter, SPAD, chlorophyll, leaf area index, number of flowers, number of pods, number of seeds per pod, mass of 100 seeds and productivity of genotypes. The results showed a distinct behavior of the genotypes for each production system. The recommended genotypes for the organic system were UFU-2, UFU-6 and UFU-7 with higher productivity. For the conventional system, the genotype with the highest adaptation was for UFU-4 with the highest productive yield. As a final conclusion, it is necessary to select common bean genotypes adapted for the organic system.

Keywords: Genotypes; *Phaseolus vulgaris* L.; organic production system.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1	Importância econômica e social do feijoeiro	2
2.2	Agricultura Orgânica	4
2.3	Cultivo orgânico do feijoeiro	6
2.4	Características agronômicas desejáveis na cultura do feijoeiro	8
3	METODOLOGIA	10
3.1	Local do estudo e condições de crescimento	10
3.2	Delineamento experimental.....	11
3.3	Germoplasma utilizado	12
3.4	Preparo do solo	12
3.5	Avaliações agronômicas.....	15
3.6	Dendograma.....	18
3.7	Análise estatística.....	18
4	RESULTADOS.....	19
5	DISCUSSÃO	31
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS.....	41

INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica é utilizada de forma generalizada nos principais países do mundo. No Brasil, a legislação brasileira, é regulada pela Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011), consolidando-se com a Lei 10.831, de 23/12/2003 (BRASIL, 2003). Esse sistema de produção apresenta um caminho para a mudança de paradigma da relação da sociedade com a agricultura, como uma forma alternativa ao sistema agroindustrial em vigor na atualidade, dando oportunidade à inclusão da agricultura familiar, com foco em nichos de mercado, para a transformação de diferenças em oportunidades (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

Para que um produto possa ser considerado orgânico deve receber um selo de garantia, para o qual deve cumprir com uma série de requisitos especificados pela Lei Federal 10.831 (BRASIL, 2003), regulamentada pelo Decreto Federal 6.323 (BRASIL, 2007), além das Instruções Normativas 19 e 50 (BRASIL, 2009). Dentro das quais o produtor deve adotar práticas que visem a sustentabilidade e a mitigação dos efeitos adversos ao meio ambiente, da mesma forma sendo terminantemente proibido o uso de insumos químicos vetados por lei, assim como deve-se evitar a implementação de materiais geneticamente modificados.

Soma-se a isso, uma maior preocupação da sociedade com a preservação ambiental e a crescente demanda por alimentos mais seguros, possibilitando uma maior agregação de valor aos produtos (SILVA et al., 2020).

Um problema enfrentado para a produção orgânica refere-se à falta de disponibilidade de sementes orgânicas no comércio formal. O crescimento do setor de orgânicos no último ano e as diversas iniciativas para dinamizar o setor apontam para um desafio na produção de sementes orgânicas. O sistema orgânico envolve grandes mudanças com relação aos atuais sistemas agroindustriais de produção de sementes, não tendo sido alvo de interesse de grandes empresas (NASCIMENTO, 2012).

Dessa forma, para que o Brasil consiga atender o mercado de produtos orgânicos é necessário que a produção de sementes orgânicas cresça na mesma medida, para que a filosofia da agricultura orgânica possa ser respeitada. De acordo com Badejo et al. (2021), o mercado mundial de orgânicos cresce em uma proporção de 10% anualmente, sendo a Austrália, a Europa e a América Latina os maiores produtores. Já no Brasil, 21% dos consumidores entrevistados disseram que prefeririam consumir produtos mais saudáveis e que causassem menos impacto ao meio ambiente, caso os alimentos orgânicos fossem oferecidos a um preço mais acessível.

O feijoeiro comum é cultivado em todas as regiões do país, representando um produto de grande importância econômica e social. Seu cultivo é praticado principalmente por agricultores de subsistência, com baixa aplicação de tecnologias de produção. Nos últimos anos, por ter se tornado uma cultura muito rentável, tem sido produzido por grandes produtores, que utilizam alta tecnologia. O seu grão é um dos alimentos mais importantes consumidos no Brasil, sendo uma das principais fontes de proteína para a população (STONE et al., 1994).

Portanto, torna-se necessário desenvolver um genótipo que consiga satisfazer as problemáticas expostas, o presente projeto teve como objetivo a identificação de genótipos potenciais para dar início a um programa de melhoramento que vise a obtenção de um genótipo resistente a pragas, doenças e condições ambientais diversas, e que permita a produção de feijoeiro comum, sem a necessidade do uso de insumos químicos prejudiciais para o meio ambiente e para os consumidores.

A presente pesquisa avaliou diferentes genótipos de feijoeiro comum presentes na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), os quais foram testados sob sistema convencional e orgânico, com o objetivo de identificar aqueles que demonstrassem uma melhor adaptação dentro do sistema orgânico, assim como comparar o seu rendimento com genótipos para poder identificar os melhores para serem utilizados posteriormente em um programa de melhoramento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica e social do feijoeiro

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas produzidas e consumidas no Brasil e no mundo, sendo caracterizado por nutricionistas como um alimento quase perfeito, devido aos seus altos teores de proteína, fibras, carboidratos complexos e demais componentes, recomendado para se obter uma dieta balanceada com ácido fólico (fonte de vitamina B), ferro, zinco, magnésio e potássio (RIBEIRO et al., 2011). Esse é um dos motivos pelo qual esta cultura se torna uma das principais escolhidas por populações de baixa renda, sendo um produto de destacada importância nutricional, econômica e social.

Possui importância social e econômica devido a que representa uma alternativa de exploração agrícola viável para pequenas propriedades ao ser pouco exigente na qualificação da mão de obra implementada e ter venda garantida nos mercados (FUSCALDI et al., 2005). Além disso, contribui com cerca de 25% da proteína consumida pela população de baixa renda,

e apresenta uma adaptação edafoclimática bastante ampla, que permite que possa se adaptar com facilidade a climas diferentes. Devido a esse fator, seu cultivo se estende por todo o território brasileiro, sendo maioritariamente cultivado por pequenos e médios produtores, que o utilizam para produção de renda e para o próprio consumo (FERREIRA et al., 2021).

A produtividade média no Brasil encontra-se aproximadamente em 2,41 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 1,63 milhões de hectares, com uma produtividade média de 1.342,4 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2022), considerada baixa quando se leva em consideração que se poderia ter um rendimento superior aos 3.500 kg ha⁻¹ (DONATO et al., 2021). Um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade é o uso de genótipos inadequados, já que a utilização de genótipos mais bem adaptadas ao ambiente pode gerar uma produção 40% superior quando comparados a genótipos pouco adaptados, dessa forma a avaliação e identificação de genótipos produtivos adaptados aos diversos ambientes e com características desejáveis podem auxiliar produtores e melhoristas na tomada de decisão (MUNGO et al., 2021).

Um dos principais destaques na produção do feijão orgânico é o resgate do equilíbrio ecológico do agroecossistema por meio do aperfeiçoamento de técnicas tradicionais de manejo de lavouras, utilizando a biodiversidade do local na produção de um alimento sustentável e saudável para a mesa dos brasileiros (DIDONET et al., 2009).

De acordo com o censo agropecuário realizado no ano de 2017, cerca de 77% dos estabelecimentos registrados foram enquadrados como agricultura familiar, empregando mais de 10 milhões de trabalhadores, o que representaria 67% do total de trabalhadores rurais (IBGE, 2017). Podendo-se definir a agricultura familiar como aquela que é proprietária dos meios de produção, assumindo o trabalho do estabelecimento produtivo. Nesse contexto, sendo o feijão uma das principais culturas produzidas dentro do setor, representando também uma importante fonte de consumo para a agricultura de subsistência (SOUZA et al., 2020).

O consumo de alimentos, em grande medida, depende das condições financeiras dos consumidores, o feijão ocupa um lugar de destaque devido ao seu baixo preço e ao seu alto valor nutritivo, sendo a base da alimentação brasileira, o que pode ser vivenciado no fato de que as exportações desse produto são mínimas, sendo este maioritariamente destinado ao consumo interno (FUSCALDI et al., 2005). Por outra parte, o consumo de produtos locais busca fazer a conexão dos produtores com os consumidores e procura fortalecer a economia local, por meio do fornecimento de produtos que refletem as características do local de forma natural saudável e confiável, além de trazer relações de comércio mais justas e éticas, e principalmente representam uma alternativa viável para as cadeias de suprimento globais, as quais

apresentaram deficiência durante a pandemia que assolou o planeta em 2020 (SOUZA et al., 2020).

A segurança alimentar faz referência à disponibilidade de alimentos e ao acesso da população aos alimentos, o feijão contém valor nutricional considerado adequado para ajudar na redução da desnutrição da população em países em desenvolvimento (FAO, 2022). O feijão e o arroz constituem o sustento da segurança alimentar brasileira, a combinação dos dois alimentos representa o substrato considerado perfeito, com valor nutricional ideal e socialmente aceito pela população brasileira. Com poucas etapas desde a produção até o consumidor, o feijão ocupa um papel primordial ao se tratar de um dos pilares da segurança alimentar brasileira (FERREIRA; BARRIGOSI, 2021).

2.2 Agricultura Orgânica

A agricultura orgânica pode ser definida como um modelo de cultura que propõe o cultivo da terra para a produção de alimento saudável, a eliminação de insumos prejudiciais, tanto para a saúde humana como animal, ecologicamente sustentável, economicamente viável, com relações sociais justas e culturalmente aceitáveis (BETANHO et al., 2018). O presente sistema de produção apresenta uma opção alternativa e uma mudança de paradigma na relação entre a sociedade e a agricultura. Forma alternativa ao sistema de produção agroindustrial atual utilizado na maioria do território nacional, esse modelo de produção oferece uma oportunidade para a inclusão da agricultura familiar, focando em nichos de mercado e gerando oportunidades (NASCIMENTO et al., 2012).

Segundo a Research Institute of Organic Agriculture a América Latina conta com 11% da produção mundial de orgânicos, com o Brasil ocupando o terceiro lugar, contando com 1,3 bilhões de hectares dedicados à agricultura sustentável, sendo que o país conta com o maior mercado do continente e encontra-se em constante crescimento (WILLER et al., 2021). O crescente interesse por alimentos saudáveis, livres de contaminantes, tem impulsionado o crescimento do consumo por alimentos orgânicos no Brasil e no mundo, sendo que em menos de uma década o número de produtores orgânicos registrados triplicou, segundo levantamento do MAPA, contando atualmente com 17,730 produtores em mais de 22 mil unidades de produção registradas e funcionando, com tendência de crescimento permanente (MAPA, 2020).

Dentro dos focos da agricultura orgânica, um dos principais é o desenvolvimento da sustentabilidade, como a gestão e conservação da base dos recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional, de forma a assegurar a realização e satisfação contínua das

necessidades humanas, para a presente e futuras gerações (CORSIN et al., 2007). Em setembro de 2015 a ONU adotou uma agenda destinada a atingir os ideais de sustentabilidade, quando foram estabelecidos 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) a serem atingidos até o ano de 2030, nas quais a agricultura desempenha um papel fundamental na abordagem de vários ODS, como: água limpa, ação climática, vida abaixo da água, vida na terra, fome zero, boa saúde e bem-estar, condições de trabalho decentes, consumo e produção (IFOAM, 2019).

Existe, devido ao panorama ecológico atual, um enorme foco no desenvolvimento de sistemas de produção orgânicos e agroecológicos, além da crescente preocupação por uma alimentação saudável, incrementando a demanda de produtos oriundos desses sistemas (SILVA et al., 2020).

Um dos principais pontos a destacar do sistema agroecológico é que este vai muito além da simples troca de insumos químicos por orgânicos e biológicos. O manejo de um sistema orgânico se baseia na utilização de técnicas destinadas a manter e aumentar a fertilidade do solo, assim como aumentar a diversidade biológica, o que permite manter uma segurança alimentar, embora isso tenha o potencial de elevar os preços de produção do alimento (CARNEIRO et al., 2015).

A importância da saúde humana e a sua relação com o ambiente é um assunto de grande transcendência a nível mundial, o que tem sido amplamente divulgado nos últimos tempos, sendo que um amplo conhecimento e pesquisa das ciências ambientais contribuem significativamente para a segurança alimentar e nutricional, assim como o bem estar humano, sendo que a contaminação do solo por meio do uso de pesticidas e fertilizantes artificiais afetam diretamente a qualidade e quantidade dos alimentos produzidos (LAL et al., 2021).

Cerca de 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos são utilizados anualmente na agricultura. Uma grande parte tem degradação lenta, e pode se acumular em organismos vivos, no solo e na água. Os principais afetados pelos efeitos negativos destes pesticidas são os operadores e os consumidores, sendo que, vários estudos relatam que a concentração de contaminantes presentes em produtos orgânicos é consideravelmente menor do que a encontrada em alimentos convencionais (GIAMPIERI et al., 2022).

A legislação brasileira só reconhece o produto de cultura anual proveniente do sistema orgânico que opere há pelo menos doze meses livre de insumos químicos e transgênicos, de acordo com as normas, podendo a qualidade do mesmo ser avaliada por meio da certificação do produto. Dentro das características exigidas pela legislação a unidade de produção orgânica deve adotar tecnologias que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo como objetivo a sustentabilidade, a maximização dos

benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados, a eliminação do uso de agrotóxicos e outros insumos que possam danificar o meio ambiente. As sementes e mudas deverão ser preferencialmente oriundas de sistemas orgânicos, existindo a possibilidade do uso de material oriundo de outros sistemas, sempre e quando, aprovados pela instituição certificadora, ficando terminantemente proibido utilizar material geneticamente modificado (MAPA, 2011).

Para a obtenção do certificado a unidade de produção orgânica deverá apresentar um registro detalhado de todos os procedimentos envolvidos na produção, nos quais deverão estar incluídos: o histórico de utilização da área, as ações de manutenção ou incremento da biodiversidade, manejo de resíduos, medidas de conservação do solo e da água, manejo da produção vegetal e animal. Na etapa de planejamento deverão ser considerados também os riscos de contaminação, tanto internos como externos, assim como as medidas a serem adotadas para preveni-la ou mitigá-la (BRASIL, 2007).

2.3 Cultivo orgânico do feijoeiro

A cultura do feijoeiro se encontra disseminada na totalidade do território brasileiro, sendo comumente associada à agricultura familiar e ao cultivo de subsistência, além de ser parte fundamental na dieta da população de vários países, sendo possivelmente a cultura com maior importância social dentro da agricultura brasileira (RAMOS et al., 2009).

Para a produção de feijão orgânico deve-se adotar a implementação de insumos renováveis, assim como a adoção de práticas de manejo com baixo ou nulo impacto ao meio ambiente. Devido à restrição de insumos dentro do sistema orgânico, as práticas de manejo resultam em um fator diferencial na obtenção de uma produção competente de feijão (BEVILAQUA et al., 2021).

A adubação por si só não é suficiente para manter as características físicas, químicas e biológicas do solo. Ela deve vir acompanhada de boas práticas, que respeitem os princípios conservacionistas adotados na agricultura sustentável, tais como a adoção de plantas recicladoras, condicionadoras e de cobertura, como por exemplo a implementação da adubação verde e a rotação ou consórcio de culturas em conjunto com a do feijão (DIDONET; ALCÂNTARA, 2021).

Dentro dos benefícios da adoção do sistema orgânico podem ser destacados; a diminuição dos custos de produção e a agregação do valor do alimento produzido. A produção de feijão traz segurança alimentar para o povo brasileiro ao torná-lo menos dependente de

insumos externos, além de resgatar o equilíbrio ecológico dos agroecossistemas, perdido há muito tempo (DIDONET et al., 2009)

Atualmente existe uma ampla variedade de fertilizantes orgânicos permitidos pela legislação, os quais apresentam composição variável de acordo com sua origem, teor de umidade e processamento anterior a sua aplicação. Dentro dos adubos destinados à agricultura orgânica podem ser utilizados restos culturais, tortas e farinhas vegetais fermentadas, compostos orgânicos bioestabilizados, resíduos industriais e agroindustriais, sempre e quando não possuam resíduos de agrotóxicos (PEREIRA et al., 2015).

Sobre os fertilizantes orgânicos, geralmente o esterco, principalmente o bovino é o mais reconhecido. O esterco de aves representa também uma opção viável na implementação, sendo o mesmo uma fonte de nutrientes solúvel de pronta disponibilização. Com decomposição muito mais rápida, o esterco oriundo de suínos representa uma fonte com menores teores de matéria orgânica, mas rica em nutrientes. (ALCÂNTARA, 2016).

O uso de rochas tem se popularizado nos tempos modernos, sendo este um método antigo, mas ainda muito pouco explorado. Consiste no uso de rochas moídas com características específicas benéficas, que ao se incorporar ao solo ou ao ser utilizadas em conjunto com outros adubos orgânicos, promovem a liberação de nutrientes, tais como o fósforo e o potássio, sendo está uma opção sustentável, que não acarrea resíduos prejudiciais ao meio ambiente (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2020). O uso de pó de rochas pode ser utilizado dentro do sistema orgânico sempre e quando atenda às especificações de granulometria, concentração limite de elementos deletérios e potencialmente tóxicos (DANTAS et al., 2022). Esta é uma prática, atualmente em pesquisa, que tem apresentado bons resultados no plantio de hortaliças, como a alface (LAJÚS et al., 2021) e o feijão (DUARTE et al., 2021).

A compostagem é uma metodologia destinada à redução de resíduos orgânicos, bem como diminuir o seu potencial poluidor. Consiste na utilização de resíduos normalmente de origem animal e vegetal, transformando-os em um composto biologicamente estável por meio da ação de microrganismos, principalmente fungos bactérias e actinomicetos (PADOVAN et al., 2014). O produto gerado pode ser utilizado em associação com fertilizantes químicos, para corrigir a acidez e mitigar a erosão. O outro dos benefícios que a compostagem traz é que se trata de uma forma responsável de tratamento de dejetos, fazendo com que não sejam armazenados em locais inadequados ou que provoquem um impacto negativo no ambiente, como parte dos seus processos de degradação (CAIMES; SOSINKI, 2015)

As práticas anteriormente descritas e recomendadas para o sistema com base ecológica permitem um fortalecimento das plantas por meio do fornecimento de uma nutrição adequada,

tornando-as menos susceptíveis ao ataque de pragas e doenças, bem como ao aumento de inimigos naturais, permitindo assim a adoção do manejo integrado de pragas. No entanto, nos últimos anos está em alta o uso de biofertilizantes, já que eles podem atuar como indutores de resistência e ser fabricados dentro da própria unidade de produção. Lembrando que não contam como agrotóxicos e seu uso é permitido para o cultivo orgânico (SEDIYAMA et al., 2014).

Na atualidade existe uma ampla variedade de genótipos de feijoeiro utilizados na agricultura orgânica, os quais são preservados por pequenos agricultores e agricultores familiares. A identificação dos genótipos melhor adaptados ao sistema orgânico é uma necessidade, já que o mercado atual conta com variedades adaptadas ao sistema convencional (DIDONET et al., 2009).

2.4 Características agronômicas desejáveis na cultura do feijoeiro

A melhoria do desempenho produtivo do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), tem ganhado moderado destaque nos últimos anos, apesar de sua importância, tanto no cenário local como mundial. O melhoramento se encontra diretamente ligado à obtenção de novos genótipos com características agronômicas desejáveis, e para obtê-los deve-se levar em consideração a interação entre o genótipo e o ambiente, o que pode ocasionar uma diferença no comportamento das linhagens a serem cultivadas em diversos locais, anos agrícolas e épocas de semeadura (LEMOS et al., 2004).

Sendo o Brasil o maior produtor mundial de feijão comum, os índices de produtividade da cultura são considerados baixos, o que pode ser atribuído ao baixo nível tecnológico adotado pelos produtores, dessa forma, um dos principais focos dos programas de melhoramento é a obtenção de genótipos com alta estabilidade produtiva (CARMO et al., 2007). Na escolha de um genótipo é importante levar em consideração, além do comportamento agrônômico, a qualidade nutricional e comercial dos grãos, sendo este o fator que definirá a aceitação pelos produtores, indústrias e consumidores (RODRIGUES et al., 2017).

A transição do sistema tradicional para o sistema orgânico representa uma grande mudança para os produtores, já que isto representa alterar completamente o paradigma e as metodologias anteriormente empregadas. Uma das principais dúvidas que surgem antes de adotar o sistema é a comparação da produtividade entre o sistema orgânico e o tradicional. Vários estudos têm mostrado que a produção de feijão comum orgânico é similar quando comparado ao sistema convencional, ou em algumas ocasiões ligeiramente inferior. No que diz

respeito à produção de sementes, não se detectou um grande diferencial na qualidade quando comparados ambos os sistemas de produção (PEREIRA et al., 2015).

Estudos mais abrangentes têm demonstrado que por mais que inicialmente a produção orgânica apresente menor rendimento quando comparada com o sistema convencional, com o aprimoramento do sistema tem se incrementado muito nos últimos anos (SCHRAMA et al., 2018). Embora ainda apresente menor rendimento e tenha menos tempo de vida em prateleiras, pode-se evidenciar uma melhor qualidade do produto, sendo mais nutritivo, adequado para o meio ambiente e com uso mais eficiente dos recursos naturais, o que justificaria o seu valor agregado e o consumo local (GOMIERO, 2018; POPA et al., 2019).

As causas do baixo rendimento do feijoeiro no Brasil são as perdas produzidas durante a colheita, pois inclusive em lavouras de alta produtividade ela é capaz de reduzir consideravelmente a produtividade final, sendo a colheita mecanizada uma das principais alternativas utilizadas para resolver o problema, por ser capaz de colher grandes áreas com custo reduzido e pouca mão de obra. O maior entrave para a colheita mecanizada é a falta de plantas adaptadas, devido a que muitas plantas não possuem a arquitetura indicada para o uso de máquinas colhedoras, além do que muitas não possuem um ponto de maturação uniforme e os grãos se veem negativamente afetados ao serem sensíveis ao impacto da trilha perdendo suas qualidades físicas (TSUTSUMI; BULEGON, 2015).

A deficiência de nutrientes tais como N e P, e a acidez dos solos brasileiros são os principais fatores limitantes para a obtenção de maiores rendimentos na cultura do feijoeiro. A inoculação de bactérias do grupo rizóbios é capaz de diminuir os danos causados pela limitação de N, podendo inclusive atender à necessidade de nitrogênio na cultura, sob condições ambientais adequadas. Desde o ponto de vista econômico a FBN proporciona um aumento na produtividade, ao mesmo tempo que diminui os custos de produção é ambientalmente correta, já que reduz os riscos de contaminação dos recursos hídricos decorrentes do acúmulo de nitrato (SILVA et al., 2020).

Embora exista uma ampla diversidade de tipos de feijão disponíveis no mercado, o tipo “carioca” se posiciona como o preferido pelos consumidores, devido a que se adapta ao tipo de grão exigido, o qual deve ser apto para a culinária e reunir aspectos positivos, tais como facilidade de embebição, menor tempo de cocção, alta expansão volumétrica do grão e grãos inteiros após o cozimento. Portanto, uma das maiores taxas de hidratação, bem como menor tempo de cozimento são consideradas características desejáveis, além do que uma rápida cocção diminui a exposição da membrana estrutural do grão a mudanças a nível celular, evitando assim que ocorram perdas de nutrientes na água de maceração (OLIVEIRA et al., 2012).

A qualidade de cozimento dos grãos se vê afetada por fatores climáticos, tais como altas temperaturas no período de enchimento dos grãos, e outros fatores como condições de armazenamento e tecnologias implementadas durante o processamento. (CORTE et al., 2003; CARBONELL et al., 2003). Sendo considerado desejável um tempo de cozimento inferior a 30 minutos, o que resultaria em um alimento nutritivo ao conservar as características energéticas e nutricionais. O tempo de cozimento pode variar entre 13, 51 e 100 minutos, dependendo do genótipo (RODRIGUES et al, 2005).

Dentro dos programas de melhoramento, outro dos pontos importantes é a qualidade nutricional dos grãos, especialmente ao se tratar de um alimento tão importante como é o feijão. Os teores de aminoácidos e proteínas podem ser alterados em função do genótipo e das condições de cultivo. Portanto, para o aumento da qualidade nutricional dos grãos os mesmos podem ser fortificados, mas com risco de alterar as características sensoriais do alimento. Existem programas de melhoramento que visam um aumento nos teores de proteína e outros nutrientes essenciais tal como o cálcio e o teor de fibra (TSUTSUMI; BULEGON, 2015).

METODOLOGIA

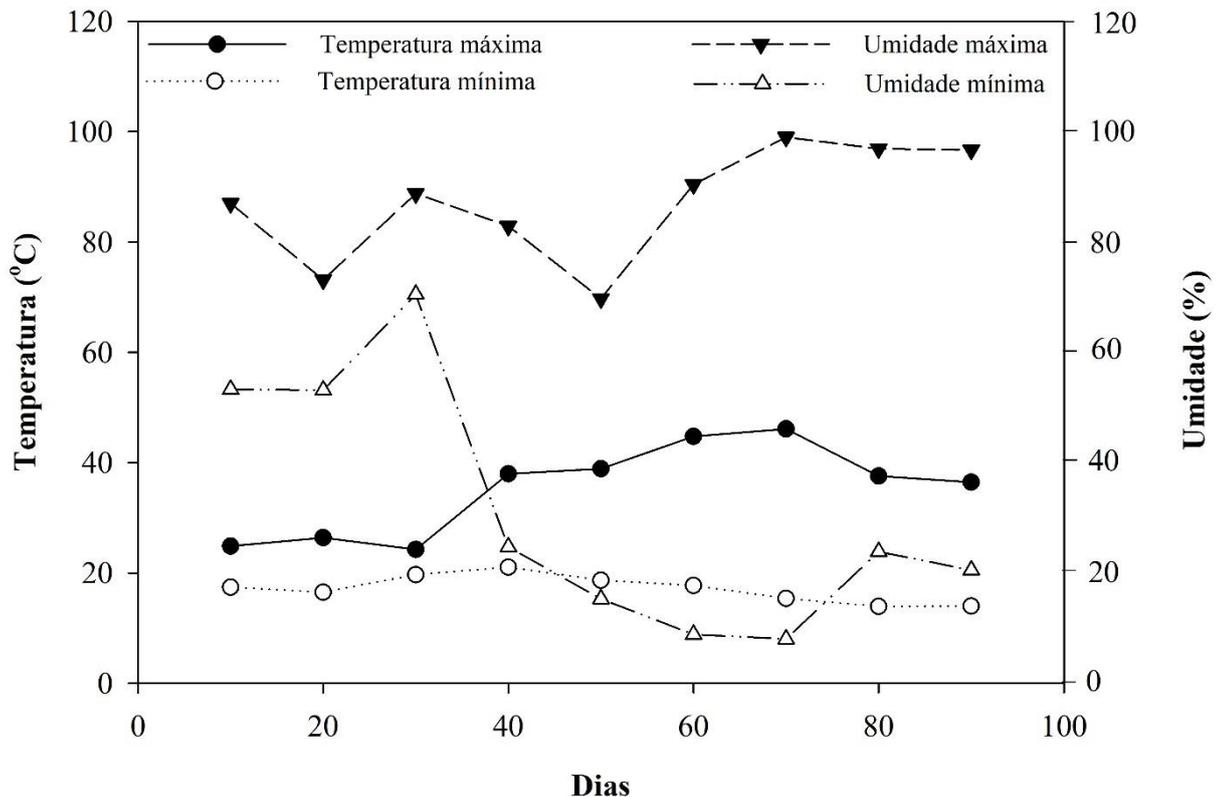
3.1 Local do estudo e condições de crescimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do tipo arco, coberta com filme plástico de 150 micras aditivado e as laterais revestidas com tela branca do tipo antiafídeo. A primeira fase do experimento foi realizada na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em Monte Carmelo – MG (18°42'42.9"S 47°29'53.1"W) e a segunda fase foi realizada em casa de vegetação localizada no Campo Demonstrativo e Experimental – CaDEX, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus de Monte Carmelo-MG (18°43'36.26"S; 47°31'28.50"O; 903m).

A primeira fase do experimento teve início em setembro de 2021 com a semeadura dos genótipos e a obtenção do híbrido, finalizando com a colheita em janeiro de 2022, a segunda fase teve início em agosto de 2022, com a semeadura dos genótipos e concluiu em dezembro de 2022 com a colheita. A temperatura máxima registrada durante a realização da pesquisa foi de 42°C, temperatura mínima de 17°C, umidade máxima de 98% e mínima de 37,28%. A irrigação foi realizada de forma manual por meio de copo milimetrado e a quantidade de água foi padronizada para todos os tratamentos e regulada conforme a necessidade, sendo realizada

a capacidade de campo dos vasos, a irrigação foi ajustada segundo o estágio fenológico da planta e a temperatura do local.

Figura 1. Temperatura e umidade na casa de vegetação durante o experimento dos genótipos de feijoeiro comum em sistema orgânico e convencional.



Fonte: Autoria própria.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 2 x 7 em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições: o primeiro fator constitui os sistemas de produção (convencional e orgânico), o segundo fator foram 7 diferentes genótipos (UFU-1; UFU-2; UFU-3; UFU-4; UFU-5; UFU-6 UFU-7). O UFU-1 foi obtido a partir do cruzamento dos genótipos (UFU-4 x UFU-7), no experimento também foram utilizados dois genótipos comerciais recebendo o nome código de UFU-2 e UFU-3 e os acessos do banco de germoplasma da Universidade Federal de Monte Carmelo selecionados para o experimento receberam a denominação de UFU-4, UFU-5, UFU-6 e UFU-7. Foram utilizados vasos plásticos contendo 10 dm³ kg de solo. As aplicações dos diferentes tipos de adubo foram baseadas nas recomendações de Novais et al. (1991) e adaptadas por Marques et al. (2021) para

a cultura do feijão. O experimento foi conduzido com 3 plantas por cada vaso sendo cada vaso considerado um tratamento.

3.3 Germoplasma utilizado

O germoplasma utilizado foi coletado em comunidades rurais e feiras livres, sendo estes pertencentes à variedade “Carioca” as quais possuíam as seguintes características padrão: grãos com coloração creme-clara, rajas marrom-clara, sem halo, tamanho médio e não achatados. Em um primeiro momento foi realizado um ensaio agrônomico com o objetivo de identificar os acessos que apresentaram bom desempenho, para posteriormente submetê-los a hibridações com o objetivo de criar variabilidade genética.

Para a obtenção do UFU-1 foi realizada a hibridação no feijoeiro comum (UFU-4 x UFU-7) com semeadura realizada em vasos contendo solo com adubação mineral convencional, em sucessão com semeadura de uma semana, para se obter plantas com diferentes estágios de desenvolvimento e florescimento. Nesta etapa foram realizados diversos cruzamentos, selecionando as plantas que apresentaram as melhores características agrônomicas.

Os cruzamentos foram realizados quando as plantas se encontravam no período reprodutivo (R5), seguindo a metodologia descrita por Peternelli e Borém (1999), sendo realizada a abertura das flores, o rasgamento da película que protege a quilha, expondo assim os órgãos reprodutivos tanto femininos (gineceu) como masculinos (androceu), as flores que foram designadas como mães ou receptoras do pólen, foram abertas e se realizou a extração das anteras. Nas plantas que receberam a designação de masculinas ou doadoras do pólen, foi realizada a emasculação, sendo o estigma transportado para a flora da planta mãe aberta previamente e inserido na mesma, de tal forma que o pólen da planta doadora entrasse em contato com o da planta receptora, para posteriormente fechar as pétalas deixando ambos os órgãos em contato. Foram realizados diversos cruzamentos até a obtenção de uma semente híbrida de possíveis indivíduos segregantes, sendo realizada a semeadura em conjunto com os genitores e o dendograma para comprovar a similaridade do cruzamento com os genitores.

3.4 Preparo do solo

O solo utilizado para a pesquisa foi um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) com textura argilosa, coletado em mata nativa (18° 43'48.3” S, 47° 30'16.6” W). Foi realizada uma amostragem a uma profundidade de 0 – 20 cm, a qual foi posteriormente seca ao ar livre,

peneirada e homogeneizada para a determinação das características físicas e químicas. As análises químicas da amostra do solo (Tabela 1), foram determinadas por meio dos procedimentos descritos por Silva (2009) e Teixeira et al. (2017).

Foi realizada também análise de solo para os sistemas orgânicos e convencionais após a finalização do ciclo das plantas, sendo retiradas amostras individuais dos vasos a uma profundidade de 0 a 20 cm, sendo formada posteriormente uma amostra composta e enviada ao laboratório (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física de fertilidade do solo antes da semeadura (1) e análise química da adubação orgânica (2), convencional (3) e análise física (4) após a colheita do feijoeiro comum.

Análise química				
Elementos	Unidade	(1)	(2)	(3)
pH (H ₂ O)	1: 2,5	5,40	6,10	6,2
pH (CaCl ₂)	1: 2,5	4,80	5,70	5,6
P meh.	mg dm ⁻³	0,90	29,50	31,8
P remanescente	mg dm ⁻³	6,50	-	-
P residual	mg dm ⁻³	12,00	-	-
P total	mg dm ⁻³	253,00	-	-
K ⁺	mg dm ⁻³	97,00	88,00	68,00
S-SO ₄ ²⁻	mg dm ⁻³	9,00	8,00	35,00
K ⁺	cmolc dm ⁻³	0,25	0,22	0,17
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,25	2,10	3,50
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,75	0,80	0,80
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,09	0,00	0,00
H + Al	cmolc dm ⁻³	3,00	2,10	2,10
SB	cmolc dm ⁻³	2,25	3,08	4,49
T	cmolc dm ⁻³	2,34	3,08	4,49
t	cmolc dm ⁻³	5,25	5,18	6,59
V	%	43,00	60,00	68,00
M	%	4,00	0,00	0
M.O.	dag kg ⁻¹	2,9,00	1,70	1,80
C.O.	dag kg ⁻¹	1,7	1,00	1,00
B	mg dm ⁻³	0,22	0,09	0,12

Cu	mg dm ⁻³	1,70	2,90	3,30
Fe	mg dm ⁻³	23,00	19,00	24,00
Mn	mg dm ⁻³	1,90	10,20	11,50
Zn	mg dm ⁻³	0,60	7,00	8,60
Análise física (4)				
Areia total	g kg ⁻¹		255	
Silte	g kg ⁻¹		100	
Argila	g kg ⁻¹		645	

Fonte: Autoria própria.

Posteriormente, de acordo com os dados obtidos na análise, foi realizado o cálculo de adubação, sendo utilizado adubo mineral comercial e para adubação orgânica foi realizada uma compostagem, com base em esterco bovino e dejetos de origem vegetal coletados na área. A compostagem foi realizada por diversas camadas, uma de capim, seguida de uma de esterco com compostos minerais, sendo este processo repetido várias vezes até conformar uma pilha de um metro de altura, posteriormente foi deixada decompor por um período de 4 meses, sendo revolvida com regularidade e agregada água conforme a necessidade (PADOVAN, et al., 2014). Posteriormente uma amostra do composto foi coletada e submetida a análise (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da compostagem utilizada na adubação orgânica.

Análises	Unidade	Base seca – 110 °C	Umidade natural
pH CaCl 2 0,01M	pH	-	5,78
Densidade	g cm ³	-	0,59
Umidade perdida à 60-65°C	%	-	6,90
Umidade perdida entre 65 e 110°C	%	-	2,16
Umidade total	%	-	9,06
Materiais inertes	%	-	0,00
Nitrogênio total	%	0,83	0,75
M.O. total (combustão)	%	26,57	24,16
M.O. compostável (titulação)	%	25,82	23,48
M.O. Compostagem	%	0,75	0,68
Carbono total (orgânico e mineral)	%	14,76	13,42
Carbono orgânico	%	14,34	13,04

Resíduo mineral total	%	75,05	68,25
Resíduo mineral insolúvel	%	53,52	48,67
Resíduo mineral solúvel	%	21,54	19,58
Relação C/N (C-total e N-total)	-	18/1	18/1
Relação C/N (C-orgânico e N-total)	-	17/1	17/1
Fósforo (PO-total)	%	0,54	0,49
Potássio (KO-total)	%	0,83	0,75
Cálcio (Ca-total)	%	0,80	0,73
Magnésio (Mg-total)	%	0,17	0,15
Enxofre (S-total)	%	0,07	0,06
Boro (B-total)	mg kg	27,00	25,00
Cobre (Cu-total)	mg kg	50,00	45
Ferro (Fe-total)	mg kg	47402,00	43106
Manganês (Mn-total)	mg kg	171,00	156
Zinco (Zn-total)	mg kg	56,00	51
Sódio (Na-total)	mg kg	Ns	Ns
CTC (Capacidade troca de cátion)	c _{mol} kg	Ns	Ns

Fonte: Autoria própria.

Para a realização dos cálculos da correção da acidez foram utilizadas as recomendações de Ribeiro et al., (1999), visando neutralizar o Al^{3+} e aumentar os teores de Ca^2 e Mg^{2+} . Foi utilizado calcário dolomítico ($CaCO_3 + MgCO_3$) para a correção da acidez do solo, ele foi aplicado nos vasos, seguido de hidratação e selamento com o uso de sacos plásticos para incubação, por um período de 30 dias prévios à realização do experimento, com o objetivo de favorecer a reação dos corretivos no solo.

3.5 Avaliações agronômicas

As avaliações agronômicas foram realizadas:

No ciclo da planta foi avaliado o número de dias para a atingir o florescimento (R1) e o número de dias necessários para atingir o amadurecimento das vagens (R9).

A altura das plantas (cm) foi medida com a ajuda de uma fita métrica a partir do colo da planta até o caule principal.

Ns folhas foram coletados dados referentes ao comprimento e largura do folíolo central, calculou-se a média dos mesmos e posteriormente se realizou o cálculo do índice de área foliar.

Após a colheita, as vagens foram transportadas para o laboratório onde, com a ajuda de um paquímetro, foram coletadas informações referentes à largura, comprimento e espessura das vagens, estas também foram abertas sendo contabilizado o número de sementes por vagem e finalmente foi realizada a pesagem da palhada por cada tratamento (IPGRI, 2001).

Após a abertura das vagens, com a ajuda de um paquímetro foram coletadas informações referente à altura, comprimento e espessura das sementes, para posteriormente realizar a pesagem de 100 sementes, sendo os resultados expressos em gramas e finalmente a umidade das sementes foi calculado com base no peso (BRASIL, 1997).

A produtividade foi realizada com base no número total de vagens por planta, na média do número de sementes por vagem, na umidade e no peso de 100 sementes. A produtividade foi mensurada com base no número total de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 grãos, sendo calculadas as médias em g/parcela. Para efeitos comparativos a produtividade foi estimada seguindo as indicações de Oliveira et al. (2011) levando-se em consideração uma população de 250.000 por hectare (STONE; SARTORATO, 1994) sendo os resultados transformados em g planta para t ha⁻¹.

Enquanto as plantas atingiram a maturação, as folhas foram coletadas antes que caíssem e foram transportadas para um dessecador onde permaneceram por um período de três dias a uma temperatura de 75 °C, com ventilação forçada e constante. Posteriormente, uma vez realizada a colheita das vagens, o caule das plantas foi retirado e novamente as amostras foram transportadas para o dessecador, onde permaneceram por um período e temperatura iguais aos anteriormente especificados, sendo os valores pesados, obtendo-se o peso de matéria seca, expresso em gramas. Uma vez que as plantas concluíram o ciclo, a irrigação foi interrompida, lavando o solo com o auxílio de uma mangueira e uma peneira com 5 mm de espaçamento para acondicionar as raízes, expondo assim o sistema radicular das plantas, as quais foram transportadas para a estufa sob as condições anteriormente descritas, sendo obtidos os valores de matéria seca da raiz, expresso em gramas.

Antes que as amostras do sistema radicular das plantas fossem introduzidas na estufa para a dessecação e obtenção de matéria seca, foi medido o comprimento das raízes, que foram estendidas em uma bancada por um período de 24 horas, após a lavagem o seu comprimento foi medido com a ajuda de uma fita métrica, obtendo-se os resultados em centímetros. Posteriormente foi realizada a análise volumétrica da raiz, o volume foi calculado com a utilização de uma proveta graduada (1000 mL), sendo esta preenchida com uma solução

composta de 70% de álcool e 30% de água até a metade da capacidade (500 mL), onde as raízes foram imersas, o volume foi determinado pelo deslocamento da solução, medido em mililitros (mL) (Marques et al., 2010).

O índice de área foliar foi estimado a partir das folhas que começaram a se desprender das plantas no estágio da maturação (R7), amostras das folhas foram coletadas e foi realizada a medição do comprimento e a largura delas. Devido a que as folhas apresentam forma ovalada, subtraiu-se 30% do valor encontrado, posteriormente as folhas foram pesadas de forma individual obtendo-se o índice de área foliar específica, expressa em centímetros quadrados por grama (cm²/g) e transformado a metros quadrados por quilograma (m²/kg). Posteriormente, com a coleta de todas as folhas das plantas foi realizada a pesagem total da matéria seca das folhas e o IAF foi estimado com a seguinte equação:

$$IAF = \frac{MSf \times AFE}{S}$$

Sendo:

IAF = Índice de área foliar

MSf = Massa seca total do tratamento, g.

AFE = Área foliar específica, cm²/g

S = Número de plantas por vaso

(TOLEDO et al., 2010).

Para a realização do índice SPAD, foi utilizado um SPAD-502, clorofilômetro portátil, que proporciona uma leitura instantânea de forma não destrutiva onde foi realizada a leitura do folíolo central das plantas, foram realizadas 2 leituras, sendo a primeira realizada no terço superior e a segunda no terço médio das plantas.

Seguindo as especificações do aparelho foram realizadas 3 leituras por cada folíolo central de uma planta, por sua vez foram realizadas leituras de 3 folíolos centrais por cada tratamento, levando-se em consideração a média para o tabelamento dos dados.

Para a determinação dos teores dos pigmentos de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides foram coletadas folhas do quarto trifólio (sem pecíolo), a partir do ápice, na haste principal no início do florescimento (estádio R1). As folhas foram trituradas e uma massa de

0,5 gramas foi adicionada a uma solução de éter de petróleo e acetona (1:1), por um período de 24 horas em ambiente escuro a 4°C. Posteriormente, a absorvância foi mensurada em um espectrofotômetro UV-190, nos comprimentos de onda 645, 652, 663 e 470 nm. Os pigmentos presentes nas folhas foram calculados com base nos valores de absorvância (mg 100 g⁻¹ de tecido fresco) seguindo o procedimento descrito por Francis (1982) e Cassetari (2015).

3.6 Dendograma

Foi utilizado o dendograma pelo método da ligação média entre grupo (UPGMA) nas análises em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional), gerado a partir da matriz de dissimilaridade por meio da distância de Mahalanobis (Figura 2).

3.7 Análise estatística

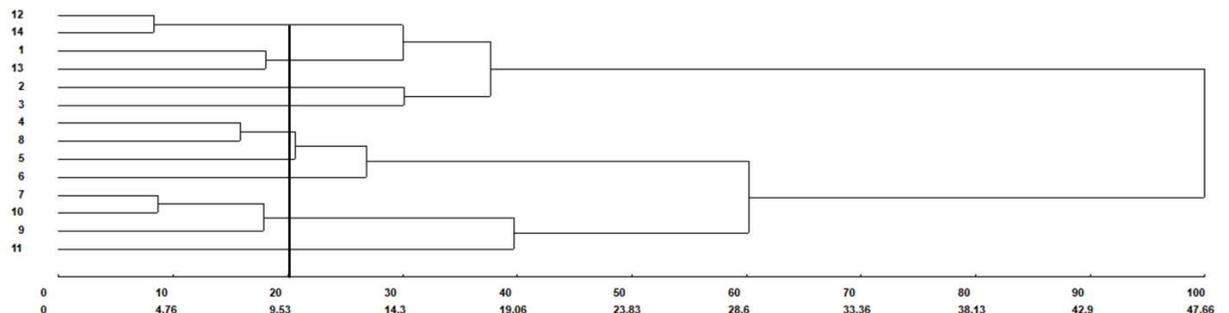
Os resultados foram submetidos à análise de variância (Scott-Knott ou teste-t) de acordo com o proposto por Steel et al. (2006). Além disso, os desvios padrões foram calculados e aplicados os estimadores de regressão e de correlação, quando pertinentes, (Pearson ou Spearman) usando o software SAS (Sas Institute, 1996).

Adicionalmente, os dados foram submetidos a uma abordagem de estatística multivariada, na qual foi estimada a dissimilaridade entre os tratamentos. A matriz de dissimilaridade foi obtida pela distância generalizada de mahalanobis (D2) como medida de dissimilaridade. A dissimilaridade foi representada por um dendograma obtido pelo método hierárquico da ligação média entre grupo (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages - UPGMA). A linha de corte foi estabelecida no local em que se observou mudança abrupta nas ramificações presentes no dendograma (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

O agrupamento hierárquico foi validado pelo coeficiente de correlação cofenética, o qual teve sua significância testada por meio de um teste t ao nível de 5% de probabilidade. As contribuições relativas de cada variável para a dissimilaridade (%) foram estimadas pelo método proposto por Singh (1981).

RESULTADOS

Figura 2. Dendograma ilustrativo da análise de quatorze tratamentos pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) obtido com a distância de Mahalanobis com média gerada a partir de 10 variáveis em função dos genótipos e sistemas de produção orgânico e convencional. Genótipos de feijoeiro comum cultivados no sistema orgânico (1 = UFU-1; 2 = UFU-2; 3 = UFU-3; 4 = UFU-4; 5 = UFU-5; 6 = UFU-6; 7 = UFU-7) e genótipos cultivados no sistema convencional (8 = UFU-1; 9 = UFU-2; 10 = UFU-3; 11 = UFU-4; 12 = UFU-5; 13 = UFU-6; 14 = UFU-7) convencional para as plantas de feijoeiro comum.



Fonte: Autoria própria.

A delimitação dos grupos foi realizada a partir de uma linha de corte considerando 20% de similaridade entre os tratamentos. A linha de corte foi estabelecida no local em que se observou mudança abrupta nas ramificações presentes no dendograma (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Os grupos formados pelo método UPGMA hierárquico apresentou um coeficiente de correlação cofenética de 72, sendo possível afirmar que o dendograma reproduziu, de forma satisfatória, as informações contidas na matriz e, conseqüentemente, na formação de grupos (Tabela 5).

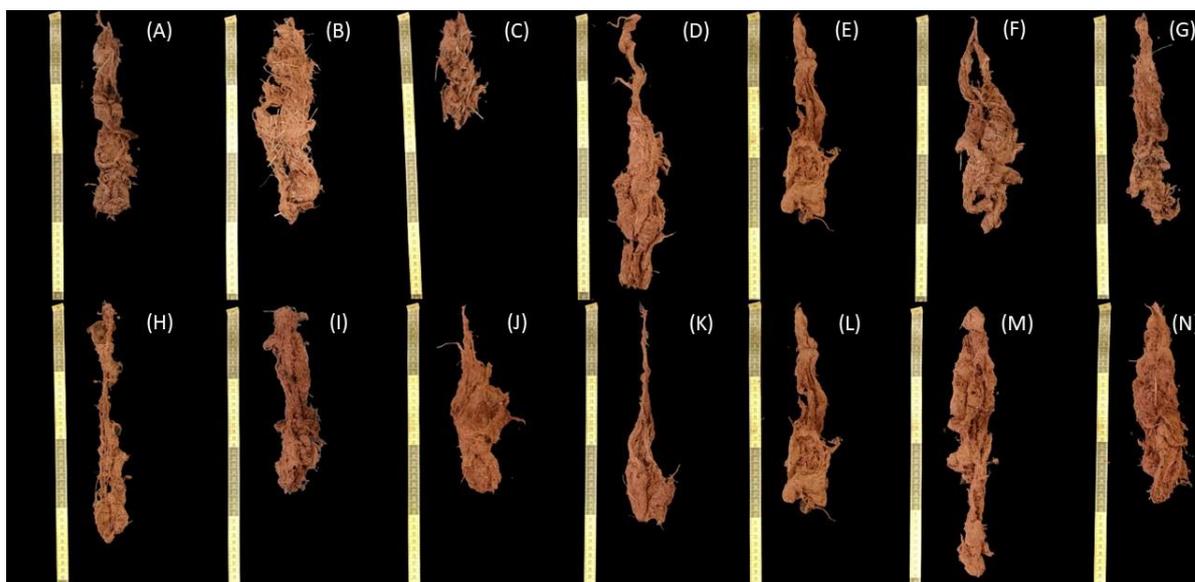
Tabela 5. Contribuição relativa (%) das características para a dissimilaridade, estimadas pelo método proposto por Singh (1981) em função das genótipos e sistemas de produção orgânico e convencional.

Características para a dissimilaridade	Contribuição relativa (%)
Clorofila total	47,63
Índice área foliar (cm ²)	2,19
Massa 100 sementes (g)	14,22
Massa seca total	6,62
Produtividade (g planta ⁻¹)	6,98
Ramo principal	2,38
Ramo secundário	6,40

Ramos reprodutivos	9,21
Flores	0,58
Índice de floração	4,16
Total	100,00

Fonte: Autoria própria.

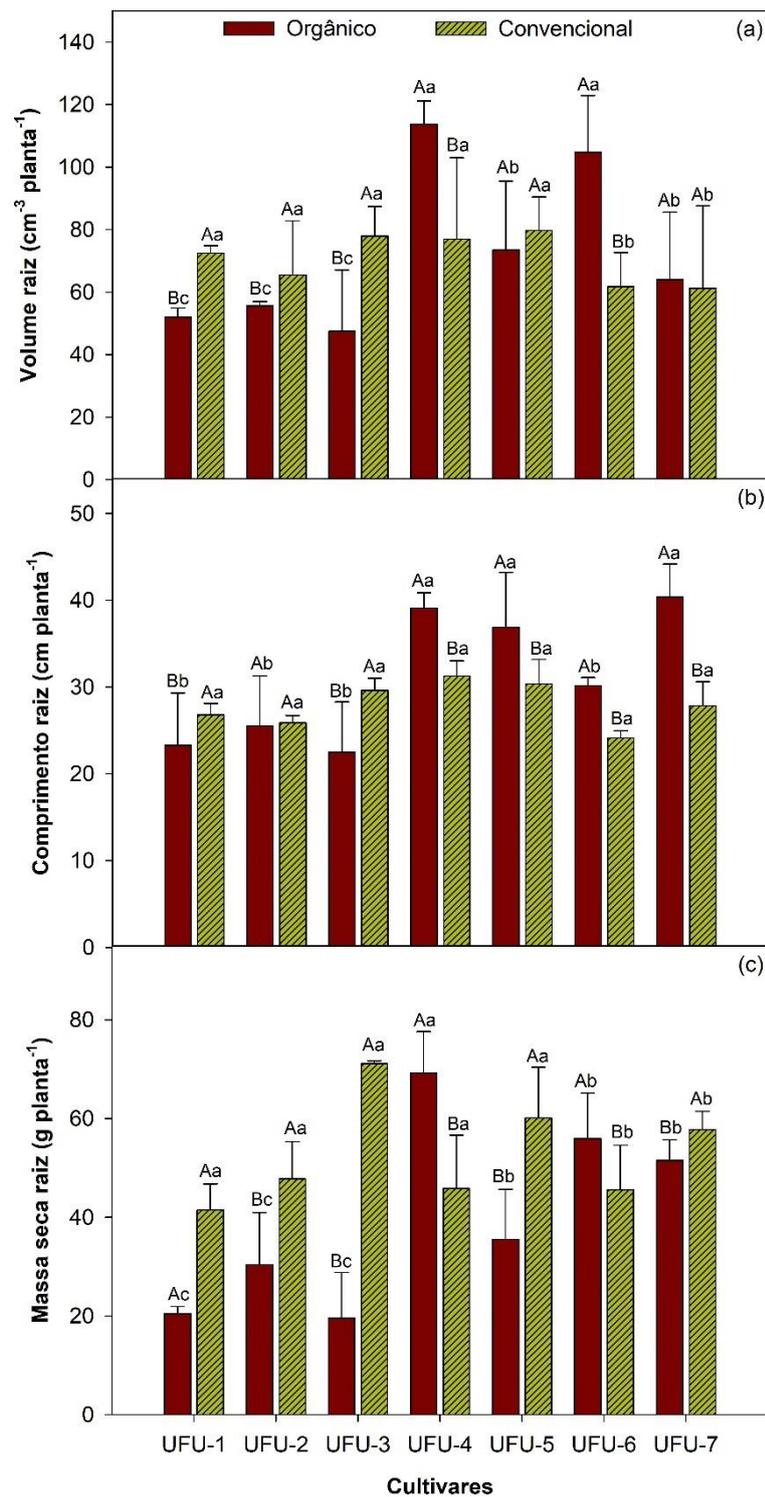
Figura 3. Raiz do feijoeiro comum nos genótipos UFU-1 (A); UFU-2 (B), UFU-3 (C), UFU-4 (D); UFU-5 (E), UFU-6 (F) e UFU-7 (G) sistemas de produção orgânico e UFU-1 (H); UFU-2 (I), UFU-3 (J), UFU-4 (K); UFU-5 (L), UFU-6 (M) e UFU-7 (N) e convencional.



Fonte: Autoria própria.

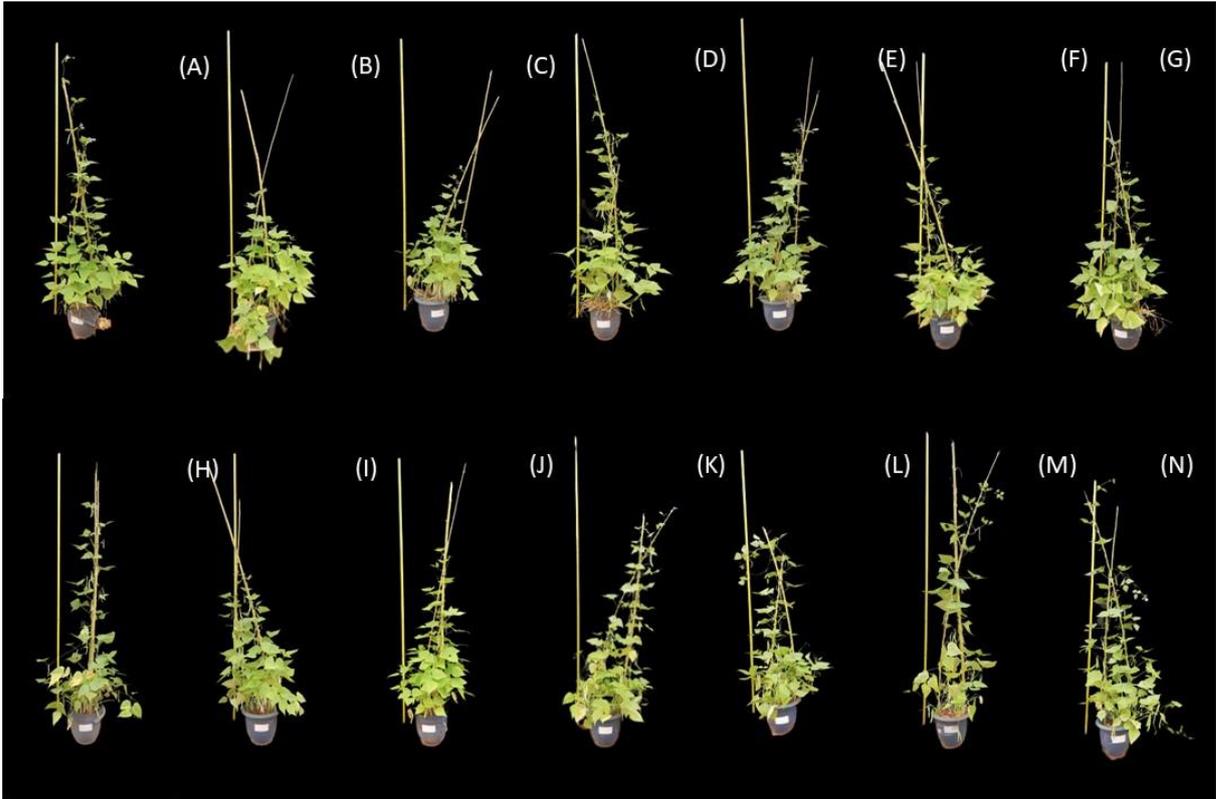
Para a interação entre os sistemas, os genótipos UFU-4 (32,31%) e 6 (41,06%) apresentaram o maior volume da raiz para adubação orgânica. Já para a comparação dentro do sistema convencional UFU-6 (41,05%) e 7 (3,51%) produziram os menores volumes da raiz (Figura 4a). Para o comprimento da raiz os genótipos UFU-4 (20,07%), 5 (17,62%) e 7 (30,90%) foram superiores para a interação entre os sistemas (Figura 4b). Por fim, para a massa da raiz dentro da interação, no sistema orgânico o genótipo UFU-4 (33,79%) e 6 (18,63%), para o sistema convencional UFU-3 (72,46%), 5 (33,79%) e 7 (10,80%) (Figura 4c).

Figura 4. Volume da raiz (a), comprimento da raiz (b) e massa seca raiz (c) em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

Figura 5. Plantas de feijoeiro comum genótipos UFU-1 (A); UFU-2 (B), UFU-3 (C), UFU-4 (D); UFU-5 (E), UFU-6 (F) e UFU-7 (G) sistemas de produção orgânico e genótipos UFU-1 (H); UFU-2 (I), UFU-3 (J), UFU-4 (K); UFU-5 (L), UFU-6 (M) e UFU-7 (N) convencional.

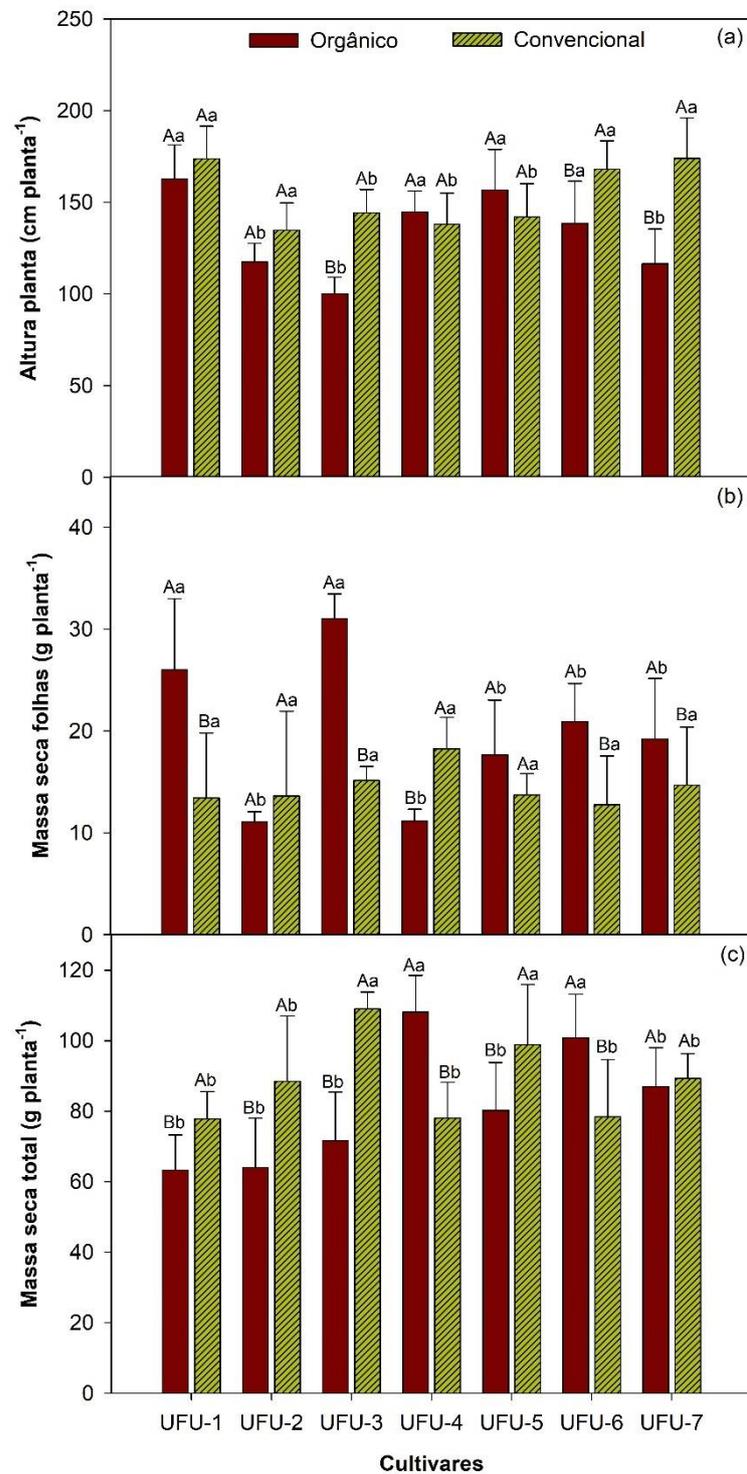


Fonte: Autoria própria.

Para altura das plantas de feijoeiro no sistema orgânico e convencional na interação (Figura 6a) os genótipos UFU-1 (6,33%), UFU-6 (17,55%) e UFU-7 (33,04%) apresentaram 170 cm de altura dentro do sistema convencional. Já no sistema orgânico as plantas com menor altura foram UFU-2 (12,80%), UFU-3 (30,67%) e UFU-7 (33,04%). Para a massa seca das folhas (Figura 6b) os genótipos UFU-1 e UFU-3 apresentaram o maior massa de folhas entre 25 a 30 gramas na adubação orgânica, 41,68% e 51,73% superiores respectivamente em comparação. Já para a matéria seca total (raiz + caule + folha) (Figura 6c) para a adubação convencional os genótipos UFU-3 (34,31%) e UFU-5 (18,83%) apresentaram os maiores valores em massa entre 110 e 100 gramas respectivamente. Para o sistema orgânico os genótipos UFU-4 (27,82%) e UFU-6 (22,22%) apresentaram as maiores massas de planta do feijoeiro (Figura 6c). Fazendo uma comparação entre o cultivo convencional e o orgânico para a altura das plantas, os genótipos UFU-6 e UFU-7 foram os únicos que apresentaram uma diferença significativa, apresentando valores superiores no sistema de cultivo convencional.

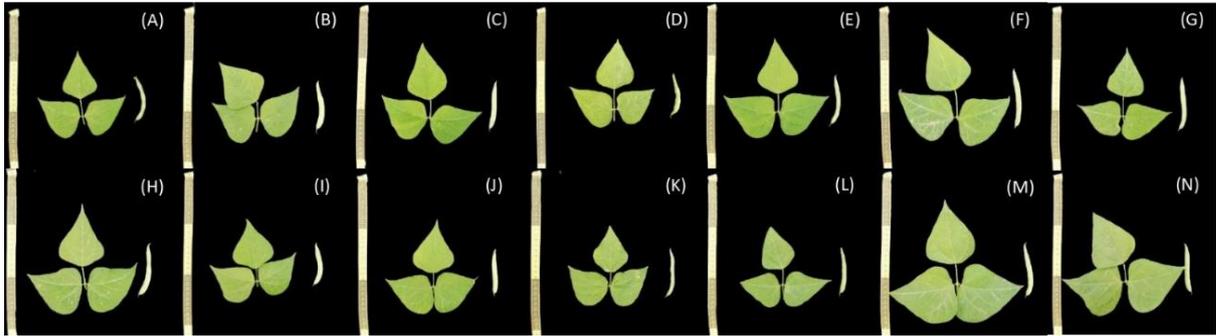
Figura 6. Altura da planta (a), massa seca folhas (b) e massa seca total (raiz+caule+folha) (c) em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor)

compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

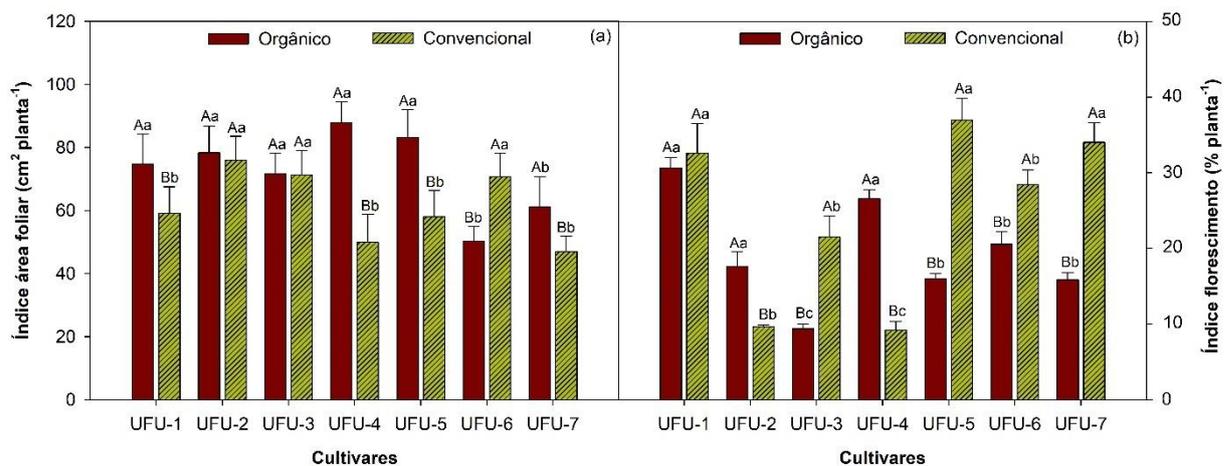
Figura 7. Folhas e vagens do feijoeiro comum os genótipos UFU-1 (A); UFU-2 (B), UFU-3 (C), UFU-4 (D); UFU-5 (E), UFU-6 (F) e UFU-7 (G) sistemas de produção orgânico e os genótipos UFU-1 (H); UFU-2 (I), UFU-3 (J), UFU-4 (K); UFU-5 (L), UFU-6 (M) e UFU-7 (N) convencional.



Fonte: Autoria própria.

Os maiores índice de área foliar (Figura 8a) foram para os genótipos UFU-1 (20,93%), UFU-2 (3%), UFU-3 (0,44%), UFU-4 (43,25%), UFU-5 (30,06%) no sistema orgânico. Para o convencional os genótipos UFU-2, UFU-3 e UFU-6 (28,89%) foram superiores. Os genótipos com maiores índice de área foliar foram para o sistema orgânico. No que se refere ao índice de florescimento (Figura 8b) para o sistema orgânico os genótipos UFU-1 e UFU-4 (65,28%) foram superiores, já para o sistema convencional os genótipos UFU-1 (6,09%), UFU-5 (56,67%) e UFU-7 (53,43%) apresentaram resultados consideravelmente superiores para o cultivo convencional.

Figura 8. Índice área foliar (a) e florescimento (b) em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

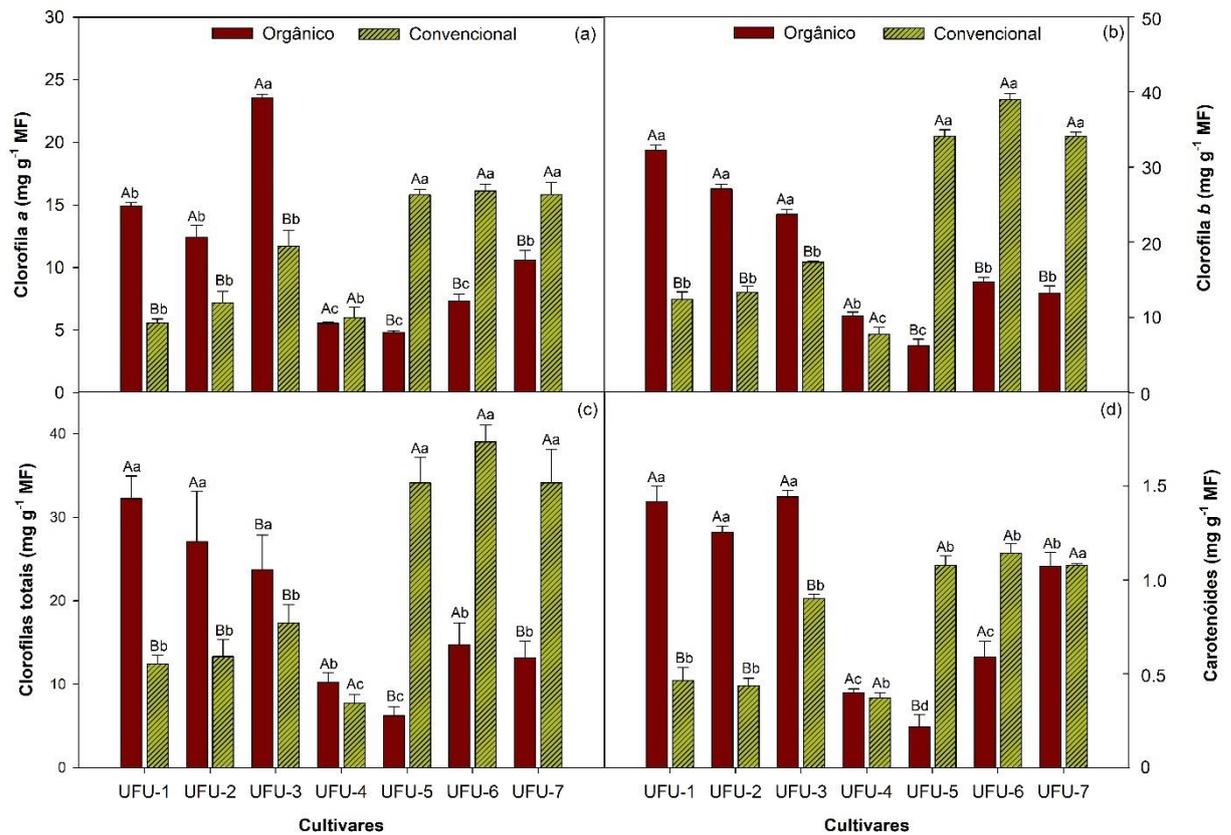
Para o teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofilas totais e carotenoides (Figura 9) os genótipos UFU-1, UFU-2 e UFU-3 no sistema orgânico teores 35,74%, 42,06% e 31,36%

superiores quando comparado com o sistema convencional respectivamente. Os genótipos UFU-5, UFU-6 e UFU-7 foram superiores na produção de pigmentos no sistema convencional, das quais apresentaram valores 16,25%, 46,22% e 56,93% superiores ao sistema orgânico respectivamente.

Para o teor de clorofila a os genótipos UFU-1, UFU-2 e UFU-3 apresentaram teores 37,55%, 57,64% e 49,63 superiores dentro do sistema orgânico, e os genótipos UFU-5, UFU-6 e UFU-7 apresentaram teor 30,44%, 45,44% e 67,02% superiores dentro do sistema convencional. Os teores de clorofila b foram 39,34% para UFU-1, 41,99% para UFU-2 e 28,84% para UFU-3 superiores para o sistema orgânico, enquanto que os genótipos UFU-5, UFU-6 e UFU-7 apresentaram teores 36,71%, 86,55 e 40,28% maiores respectivamente dentro do sistema convencional.

Já para os carotenoides (c) em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional), apresentaram teores superiores dentro do sistema orgânico para os genótipos UFU-1, UFU-2 e UFU-3 (32,39%, 35,2% e 62,2%) superiores e os genótipos que apresentaram maiores teores de carotenoides dentro do sistema convencional foram UFU-5, UFU-6 e UFU-7, as quais apresentaram valores similares entre si.

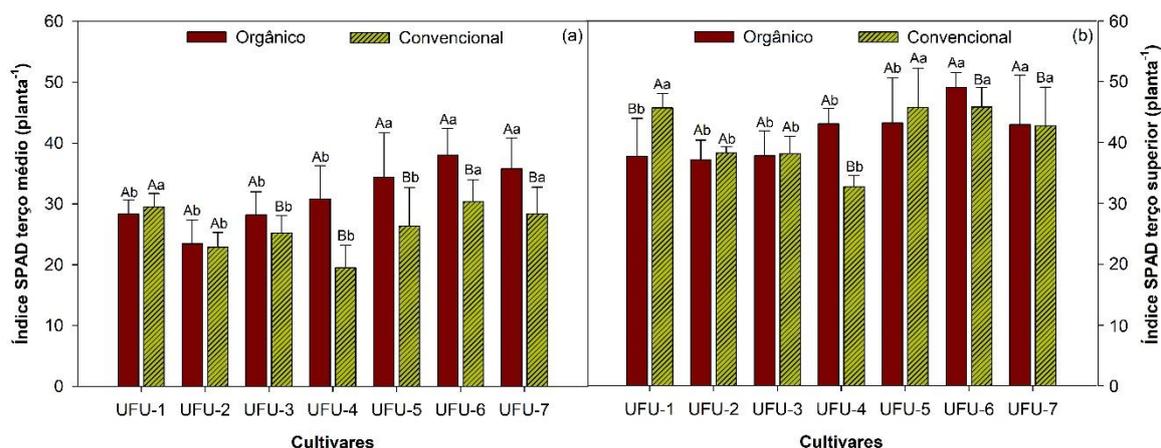
Figura 9. Clorofila a (a), clorofila b (b), clorofilas totais (c) e carotenoides (c) em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

O índice SPAD foi realizado no terço médio da planta (Figura 10a) e revelou uma notória superioridade para a adubação convencional, o que se pode ver refletido nos genótipos UFU-3, UFU-4, UFU-5, UFU-6 e UFU-7, apresentando índice 10,58%, 36,66%, 23,35%, 20,07% e 20,62% superiores ao sistema convencional. Para o índice SPAD realizado no terço superior (Figura 9b) da planta mostraram estatisticamente similares para os genótipos UFU-2, UFU-3 e UFU-5 para ambos os tipos os sistemas de produção. O genótipo UFU-1 (17,44%) mostrou-se superior quando comparado com o sistema orgânico e o sistema orgânico nos genótipos UFU-4 (23,97%), UFU-6 (6,50%) e UFU-7 (0,30%).

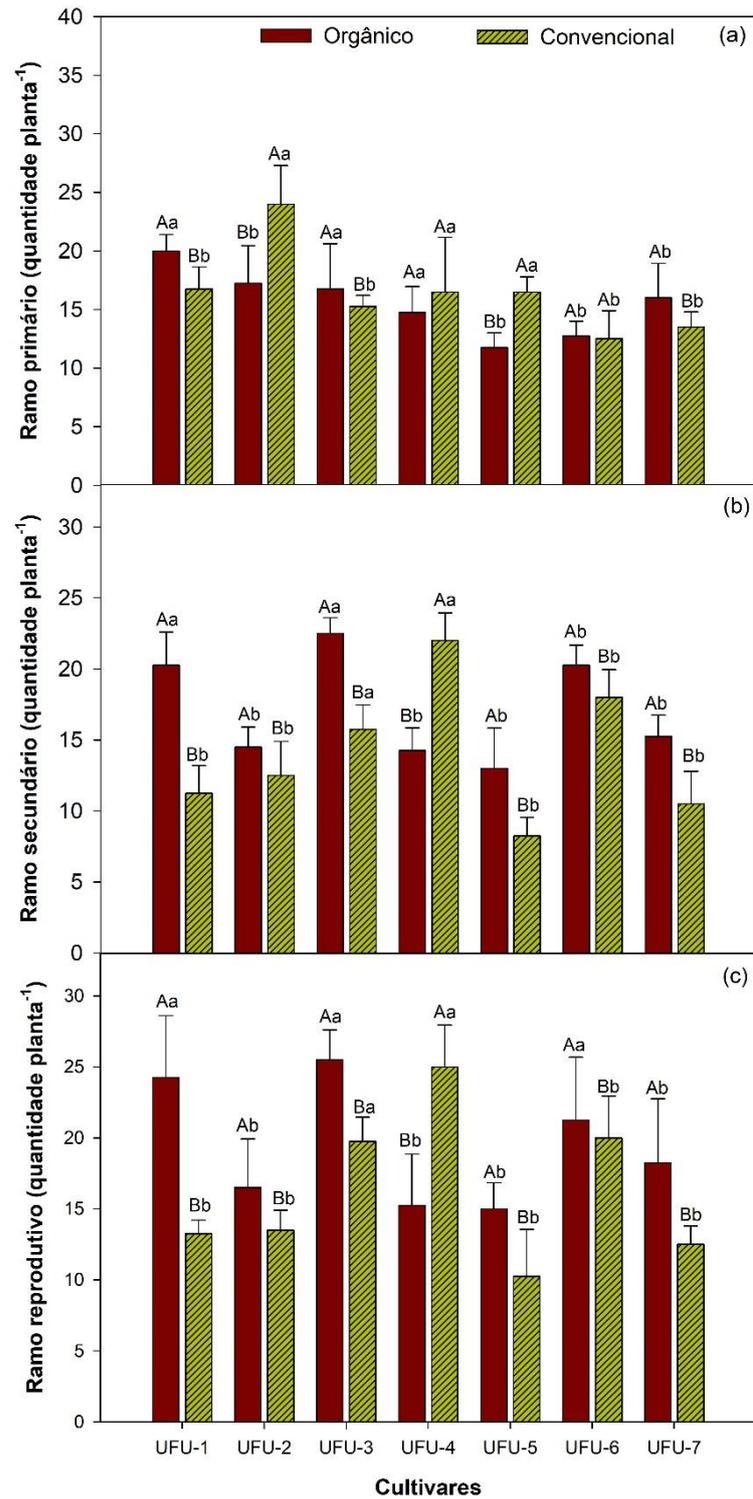
Figura 10. Índice SPAD no terço médio da planta (a) e índice SPAD no terço superior da planta de feijoeiro comum em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

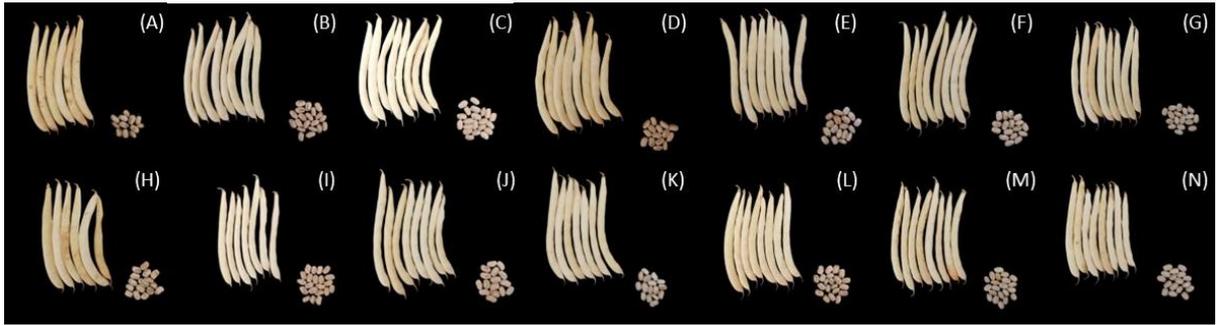
A adubação convencional demonstrou ser notavelmente superior no que se refere ao número de ramos primários (Figura 11a) para os genótipos UFU-2 (28,12%) e a UFU-5 (28,78%). Os genótipos UFU-1 (16,25%), UFU-3 (8,95%) e UFU-7 (15,62%) se mostraram superiores dentro do sistema orgânico e os genótipos UFU-4 e UFU-6 se mostraram estatisticamente similares para ambos os tipos de adubação. Para o número de ramos secundários (Figura 11b) os genótipos UFU-1 (45,36%), UFU-2 (18,18%), UFU-3 (22,54%), UFU-5 (31,66%), UFU-6 (5,88%) e UFU-7 (31,50%) foram superiores na adubação orgânica. O genótipo UFU-4 foi superior nos sistemas orgânico e convencional. Já para o número de ramos reprodutivos (Figura 11c) foi superior dentro da adubação orgânica os genótipos UFU-1 (31,63%), UFU-2 (5,60%), UFU-3 (8,24%), UFU-5 (25%), UFU-6 (10,84%) e UFU-7 (3,65%). O maior destaque foi para o genótipo UFU-4 (21,78%) que foi superior para o sistema convencional.

Figura 11. Ramos primários (a), secundário (b) e reprodutivo (c) do feijoeiro comum em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

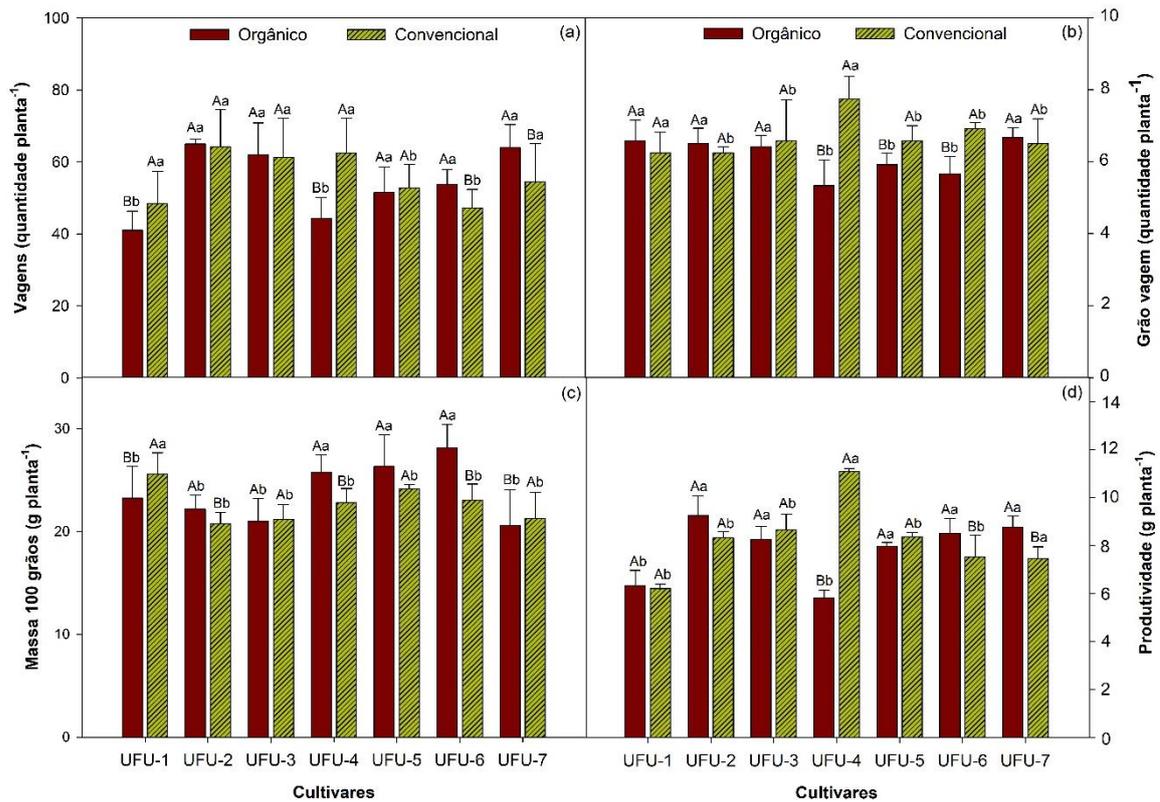
Figura 12. Vagens e grãos do feijoeiro comum em UFU-1 (A); UFU-2 (B), UFU-3 (C), UFU-4 (D); UFU-5 (E), UFU-6 (F) e UFU-7 (G) sistemas de produção orgânico e UFU-1 (H); UFU-2 (I), UFU-3 (J), UFU-4 (K); UFU-5 (L), UFU-6 (M) e UFU-7 (N) convencional.



Fonte: Autoria própria.

O maior número de vagens (Figura 13a) foram encontrados nos genótipos UFU-2, UFU-3 e UFU-5, as quais se mantiveram similares para ambos os sistemas de produção orgânico e convencional. Já os genótipos UFU-1 (15,46%) e UFU-4 (29,2%) para convencional, quando comparado com os genótipos UFU-6 (12,09%) e UFU-7 (14,84%) superiores para o sistema orgânico. Para o número de sementes por vagem (Figura 13b) não apresentou diferença significativa nos sistemas de produção para os genótipos UFU-1, UFU-2, UFU-3 e UFU-7. Já os genótipos UFU-4 (26,48%), UFU-5 (11,38%) e UFU-6 (18,03%) se mostraram superiores para a adubação convencional. Contudo para a massa de 100 grãos (Figura 13c) os genótipos UFU-2 (6,31%), UFU-4 (11,38%), UFU-5 (8,28%) e UFU-6 (18,03%) no sistema orgânico foram superiores. Já os genótipos UFU-1 (9,07%) e UFU-7 (3,24%) foram superiores no sistema convencional. O genótipo UFU-3 mostrou bons resultados nos sistemas convencional e orgânico.

Figura 13. Quantidade de vagem (a), grãos (b), massa de 100 grãos e produtividade do feijoeiro comum em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott ($P < 05$). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.

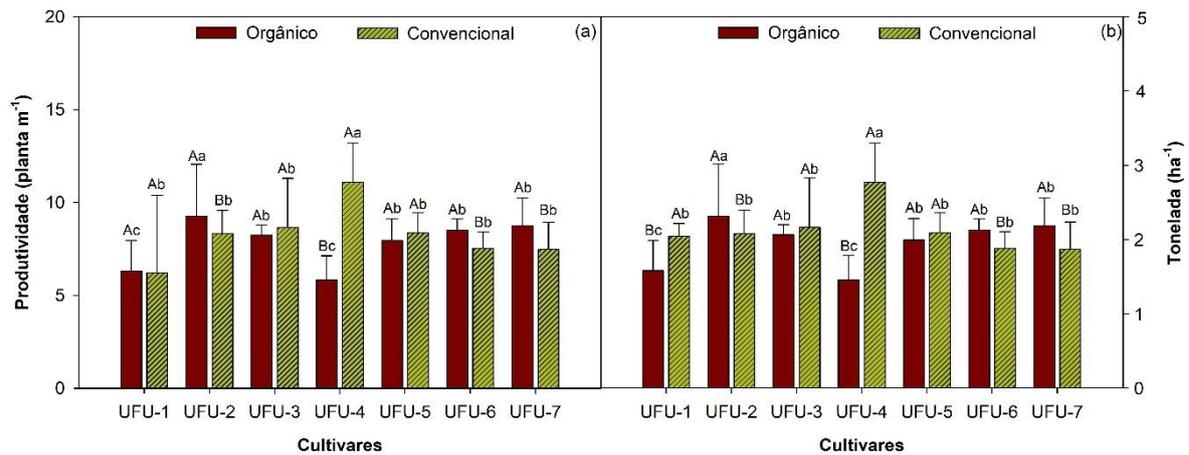


Fonte: Autoria própria.

Para a produtividade das plantas de feijoeiro em metro linear considerando 10 plantas por metro para 0,4 metros de espaçamento entre plantas (Figura 14a) e produtividade por hectare (Figura 14b) o genótipo UFU-4 apresentou maior produtividade entre os sistemas de produção. Já para o sistema orgânico de produção a maior produtividade foi para o genótipo UFU-2 (Figura 14a e 14b).

Para a produtividade (Figura 14a) os genótipos UFU-6 e UFU-7 apresentaram os resultados mais altos dentro do sistema orgânico, apresentando entre 11,63% e 14,74% superiores respectivamente em comparação ao sistema convencional e o genótipo UFU-4 foi 47,47% superior no sistema convencional. Os genótipos UFU-1, UFU-2, UFU-3 e UFU-5 foram estatisticamente similares para os dois sistemas de produção, já o genótipo UFU-4 foi o que apresentou o maior rendimento no sistema convencional.

Figura 14. Produtividade (planta m⁻¹) (a) e produtividade (ha⁻¹) do feijoeiro comum em função dos genótipos e sistemas de produção (orgânico e convencional). Colunas com diferentes letras maiúsculas (cores diferentes) compara entre os sistemas de produção (orgânico e convencional) e letras minúsculas (mesma cor) compara os genótipos indicam diferenças significativas do teste de Scott-Knott (P < 0.05). Colunas correspondentes a médias de quatro repetições e desvios-padrão.



Fonte: Autoria própria.

DISCUSSÃO

O sistema radicular é a principal conexão das plantas com o solo, sendo este o responsável pela absorção de água e nutrientes, as raízes são de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas, portanto seu estudo resulta de relevante interesse para auxiliar na seleção dos genótipos melhor adaptados a um determinado ambiente, já que quanto melhor for o desenvolvimento do sistema radicular melhor será o desenvolvimento da planta. Os estudos realizados demonstraram que o maior volume de raiz foi observado dentro do sistema orgânico, apresentado pelos genótipos UFU-4 e UFU-6. Já, no que se refere ao comprimento das raízes, a adubação orgânica voltou a mostrar-se superior nos genótipos anteriormente mencionados, o genótipo UFU-5 mostrou resultados superiores no sistema orgânico, e para a massa seca das raízes o genótipo UFU-3 foi destaque dentro do sistema convencional e UFU-4 foi superior dentro do sistema orgânico.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que a matéria orgânica tende a melhorar as qualidades tanto físicas como químicas do solo, permitindo um bom fluxo de água, aeração e maior resistência a compactação, o que pode ter melhorado consideravelmente as propriedades do solo permitindo assim uma maior expansão do sistema radicular. Foi demonstrado que a aplicação de matéria orgânica na forma de lodo de esgoto melhorou a qualidade físico-química do solo, o que foi benéfico para o sistema radicular de plantas de feijão, que apresentaram um maior desenvolvimento do sistema radicular em plantas que foram tratadas com o dejetos. (EID et al., 2021).

O comprimento total e o volume das raízes têm influência direta no rendimento da planta, expresso no desenvolvimento da parte aérea e no número de vagens produzidas pelo

feijoeiro. Para a fenotipagem do sistema de produção o sistema radicular resulta de fundamental importância para escolher as plantas de alto rendimento, já que tem se comprovado que sistemas radiculares mais profundos oferecem uma maior resistência ao estresse hídrico, bem como ao estresse provocado pela escassez de nutrientes, como por exemplo o fósforo (MAGALHAES et al., 2013). Demonstrou-se também que o comportamento do sistema radicular pode variar em função dos genótipos, apresentando pouca variação sob situação de estresse, mas podendo-se apreciar diferenças dependendo das condições do solo, ressaltando assim a importância de identificar genótipos com sistema radicular profundo e adaptados ao sistema orgânico. (HENRY et al., 2009; SOFI et al., 2018)

Estudar a arquitetura do sistema radicular resulta de fundamental importância para adaptar a cultura do feijoeiro a diferentes ambientes, sendo que a planta de feijão possui uma série de mecanismos destinados a lidar com os diferentes tipos de estresses ambientais para poder assim aprimorar a escolha dos genótipos melhor adaptados. A teoria aponta que os cruzamentos de plantas de feijão tende a apresentar uma variedade com características superiores aos dos seus genitores (CASTIANO et al., 2023), algo que não foi demonstrado no presente experimento, onde o genótipo UFU-1 apresentou um volume e peso de matéria seca de raiz inferior dos genitores.

A busca por genótipos de feijão resistentes ao estresse hídrico tem constatado que o cruzamento de dois genótipos resistentes gera muita variabilidade genética, apresentando uma resistência variada à seca para cada uma das sementes geradas pelos cruzamentos (DARKWA et al., 2016).

O hábito de crescimento é uma característica marcante dentro dos genótipos, sendo os genótipos em estudo caracterizados como hábito de crescimento tipo II, ereto indeterminado. A altura resulta em um fator crucial para avaliar o rendimento das plantas com os adubos utilizados. Estatisticamente as plantas apresentaram maior altura para o cultivo convencional os genótipos UFU-3, UFU-6 e UFU-7 e os demais genótipos não apresentaram variação estatística. Testes realizados com o objetivo de avaliar o crescimento das plantas sob adubação orgânica aplicada via foliar mostrou efeitos positivos no crescimento das plantas (ASLANI et al., 2018).

A massa seca das folhas se mostrou considerável no sistema orgânico, especialmente os genótipos UFU-1 e UFU 3, sendo que os únicos genótipos que mostraram maior massa seca de folhas no sistema de cultivo convencional foram os genótipos UFU 2 e UFUF 4, embora UFU 2 tenha sido considerado estatisticamente similar, em comparação com os anteriores, com a adubação orgânica. Por outra parte a maior produção de matéria seca (raiz mais caule mais

folha) foi majoritariamente superior para o adubo convencional, com exceção dos genótipos UFU 4 e UFU 6, que mostraram uma maior produção de matéria seca no cultivo orgânico.

A cultura do feijoeiro comum tem mostrado boa adaptabilidade dentro do sistema orgânico, algo que se pode ver refletido na produção de matéria seca, o que foi demonstrado por Fernandes et al. (2015) que observou que o maior pico de produção de matéria seca foi atingido durante a floração, e não houve diferenças notáveis entre as épocas de plantio, da mesma forma, Rocha et al. (2015) não encontraram diferenças significativas para diversos tipos de adubo e aplicação.

De forma geral, observou-se que quando comparada a adubação orgânica com a adubação inorgânica, a inorgânica tende a dar melhores resultados sendo obtidos os melhores resultados na aplicação conjunta de produtos orgânicos e minerais (organominerais), obtendo-se na maioria dos casos um menor rendimento para a adubação convencional (THU; HIEN; MINH, 2022; ALHROUT et al., 2016). Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que a matéria orgânica contém uma série de macro e micronutrientes, intermediários e fertilizantes orgânicos que atuam como estimulantes para os processos dos microrganismos presentes no solo aumentando assim o processo de mineralização dos nutrientes, mas infelizmente a liberação desses nutrientes acontece de forma gradual e lenta quando comparada com a adubação convencional, cuja solubilização e disponibilização no solo para as plantas é muito mais rápida e em concentrações maiores (THU; HIEN; MINH, 2022).

Existe uma grande variação nos resultados obtidos por meio da adubação orgânica, já que existe uma ampla variedade de materiais que podem ser utilizados como substrato para o desenvolvimento de plantas, apresentando uma grande variedade de resultados (SANTOSA et al., 2017; BAUTISTA-ZAMORA et al., 2017). Portanto, novas pesquisas avaliando quais sistemas de adubação podem melhor satisfazer a cultura do feijoeiro se tornam necessárias, sendo que Galbiatti et al. (2011) e Pereira et al. (2015) conseguiram atingir uma alta produção de matéria seca da parte aérea com o uso de biofertilizantes.

Os índices de área foliar foram majoritariamente mais elevados para a adubação orgânica, o genótipo UFU-6 foi o único que apresentou valores mais altos para a adubação convencional e os genótipos UFU-2 e UFU-3 se mantiveram estatisticamente sem diferença significativa para ambos os tipos de adubação. Diversos estudos têm demonstrado que um dos principais fatores que diminuem a produção de matéria seca da parte aérea, especialmente a produção de folhas, encontram-se relacionados ao estresse provocado por diversos fatores, como acidez do solo e estresse provocado pela escassez de água, sendo que Darkwa et al., (2016) demonstrou que a correção de ditos fatores podem se ver expressos na maior produção

de folhas e em um aumento da área foliar (LEGESSE et al., 2013; KALAYDJIEVA et al., 2015).

Estudos demonstraram que a cultura do feijoeiro tende a apresentar um maior desenvolvimento da parte aérea na utilização de compostos orgânicos, sendo consideravelmente superior à testemunha sem adubar e atingindo a maior eficiência na mistura de compostos orgânicos e inorgânicos, (ELKA; LAEKEMARIAM, 2020; RADY et al., 2016). Aplicações de corretivos orgânicos no solo tendem a promover um maior desenvolvimento da parte aérea, como o desenvolvido por Eid et al, (2021), onde constatou que a aplicação de corretivos orgânicos na forma de lodo de esgoto melhorou o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

Quando realizada a comparação entre o rendimento produtivo dos sistemas orgânicos e convencional Kwambe (2015) observou que na aplicação de coberturas vegetais não houve variação no número de folhas, mas foram observadas diferenças significativas no índice de área foliar, com uma notável superioridade para a adubação química, embora a cobertura vegetal tenha se mostrado superior ao outro polietileno testado no experimento. No entanto, por outro lado foi demonstrado por Etminami et al. (2021) que os diferentes tipos de adubação orgânica testados no experimento tenderam a apresentar maior índice de área foliar em relação à testemunha convencional.

A adubação convencional teve um efeito positivo no índice de florescimento, mostrando resultados positivos na maior parte dos casos, com exceção dos genótipos UFU-2 e UFU-4, que mostraram maiores na adubação orgânica, Kummer; Grassi; Lobo (2015), observou um efeito positivo na utilização de adubo orgânico na forma de lodo de esgoto na produção de flores e formação de vagens na cultura da soja.

Esses resultados podem ser explicados devido ao fato de que o acúmulo de matéria orgânica, o que por sua vez proporciona as condições ideais para o incremento da atividade microbiana, aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas, refletindo-se em um maior número de flores e folhas (RADY et al., 2016; KALBANI et al., 2016). O que entraria em concordância com os resultados obtidos no que diz respeito ao índice de área foliar, entretanto não concordariam com os resultados obtidos no número de flores. Esses resultados poderiam ser explicados devido a uma menor disponibilidade de nutrientes, especialmente o nitrogênio que resulta essencial para o florescimento na adubação orgânica, devido a uma liberação mais lenta e gradual (PORTUGAL et al., 2010).

Outro fator que pode ter interferido de forma negativa, poderia ter sido a temperatura, já que constitui um dos principais fatores que afetam o rendimento do feijoeiro, a temperatura média ideal para o seu cultivo na América Latina varia de 18 a 25°C (PEREIRA et al., 2014) e

sendo que foi registrada uma variação de temperatura durante a realização do experimento variando entre 34,32 °C, pode ter afetado negativamente o pegamento das flores, já que foi comprovado que temperaturas acima dos 30°C afeta de forma negativa o pegamento das flores (SUARÉZ et al., 2021).

Medir os teores de clorofila resulta de grande utilidade para a agricultura moderna já que permite identificar possíveis deficiências nutricionais nas plantas, assim como avaliar a absorção de nutrientes nitrogenados e prever o rendimento. Essa ferramenta constitui um aliado invalidável para a identificação dos genótipos com maior potencial produtivo, assim como para a avaliação da adaptabilidade sob condições determinadas.

Para a avaliação dos teores de clorofila foram utilizadas duas metodologias no presente experimento, sendo a primeira realizada em laboratório com a ajuda de um espectrofotômetro, onde foram observados os índices de clorofila (*a*, *b* e total), nos diferentes genótipos testados e a segunda realizada por meio de um clorofilômetro portátil SPAD – 502, o qual proporciona leituras instantâneas de forma não destrutiva. Para o teste de pigmentos realizados em laboratório os genótipos UFU-1, UFU-2 e UFU-3 apresentaram os índices de clorofila mais altos dentro do sistema orgânico. Já os genótipos UFU-5, UFU-6 apresentaram os maiores índices para o sistema convencional, os genótipos UFU-4 e UFU-7 não diferiram para ambos os sistemas de cultivo. Já o genótipo UFU-4 apresentou os melhores teores de clorofila.

Pérez-Corral et al. (2022) conseguiu constatar uma interação significativa entre a adubação e a planta, demonstrando assim que os teores de clorofila podem ser utilizados como um indicativo de uma interação positiva entre o adubo e a planta. Berlmeskine et al. (2020) constatou um aumento nos teores de clorofila para a aplicação de lodo de esgoto; López-Luna, et al. (2012) verificou resposta positiva nos teores de clorofila para a aplicação dos corretivos na forma de lodo de esgoto.

Os resultados do presente experimento estariam em concordância com aqueles encontrados por El-Yazal et al. (2021) e López-Luna (2012) onde se observou um aumento no teor de carotenoides nas plantas adubadas com composto orgânico. Sharma et al. (2018) teria observado uma diminuição nos teores de carotenoides na aplicação de lodo de esgoto, Konopka et al. (2012) observou que não houve variação nos teores de carotenoides em diferentes sistemas de cultivo orgânico e convencional.

Os resultados podem ser explicados pelo fato de que se encontrou uma ligação direta com a adubação, mais especificamente com o nitrogênio, ao ser este um nutriente essencial na estrutura da molécula dos diferentes tipos de clorofila (SORATTO et al., 2004). A alta influência da adubação nitrogenada se deve ao fato de 50% a 70% do N total das folhas se

encontrar associado aos cloroplastos, sendo que sob condição de deficiência deste nutriente a planta tende a translocar o N para as regiões de crescimento ativo (LEONARDO et al., 2013).

Sendo a clorofila um pigmento essencial para a realização da fotossíntese, fica excitada quando absorve a luz, atingindo um estado energético mais elevado e tornando-se instável libera energia na forma de calor, permitindo assim que a energia seja capturada, possibilitando que ocorram os processos fotossintéticos (TAIZ et al., 2021).

O índice SPAD permite também estimar os teores de clorofila, além de ser um método utilizado para estimar a quantidade de nitrogênio assimilada pelas plantas (PÔRTO et al., 2011). No presente experimento foram realizadas leituras de SPAD no terço médio e outra no terço superior das plantas de feijoeiro. Na realização das leituras de SPAD pôde-se observar uma notável superioridade para a agricultura orgânica no terço médio das plantas, os genótipos UFU-1 e UFU-2 apresentaram resultados semelhante para os dois sistemas de produção. O índice SPAD no terço superior das plantas foi estatisticamente similar aos anteriores, em sua maioria, excetuando os genótipos UFU-4 e UFU-6, que apresentaram resultados superiores no sistema de produção orgânico. Já o genótipo UFU-1 foi superior para o sistema convencional.

O índice de refletância SPAD pode ser utilizado como uma estimativa para determinar a produtividade de uma cultura (SANT'ANA et al., 2010) resultados obtidos se correlacionaram com a produtividade no feijoeiro. Esses resultados entrariam em concordância com aqueles expostos por Bedada et al. (2014), onde observaram um aumento nos teores de clorofila nas plantas que foram tratadas com composto orgânico, o que gera uma maior disponibilidade de nitrogênio no solo, o que por sua vez, produz um maior teor de clorofila, sendo estes os fatores que mais influenciam as leituras do SPAD. Por outra parte quando realizada a comparação entre os sistemas de produção orgânico e convencional não foram observadas diferenças significativas nos teores de clorofila para ambos os sistemas de plantio (BAUTISTA-ZAMORA et al. 2017; ASLANI et al. 2018; FARID et al., 2017).

Quando comparados ambos os sistemas de avaliação de clorofila Soratto et al. (2004), não se encontrou diferença significativa para ambos os sistemas, algo que não seria observado no presente experimento onde os dados foram bastante dispares para ambos os sistemas de avaliação, obtendo uma considerável superioridade para o sistema orgânico nos genótipos UFU-1, UFU-2, UFU-3 e UFU-4, enquanto que nas leituras realizadas no terço médio com o SPAD – 502, a maioria dos genótipos se mostrou superior para o sistema orgânico, sendo UFU-2 indiferente para ambos sistemas e UFU-1 superior para o sistema convencional. As leituras do terço superior se mostrariam superiores no sistema convencional nos genótipos

UFU-1 e UFU-5, enquanto que os genótipos UFU-4 e UFU-6 se mostraram superiores no sistema orgânico e os demais se mostraram indiferentes para ambos os sistemas.

A diferença de resultados pode-se dever ao espaçamento de tempo nas leituras, sendo estas realizadas em semanas diferentes, mostrando assim diferentes estados nutricionais em diferentes períodos de tempo. Por outra parte ambos os sistemas demonstraram ser eficientes em manter altos níveis de clorofila nas plantas de feijão, o que poderia se traduzir em uma alta produção.

Os resultados obtidos no que diz respeito ao número de ramos tanto primários como secundários, assim como o total de ramos produtivos mostraram diferenças significativas entre os genótipos estudados, assim como nos sistemas de produção estudados. Sendo obtidos resultados mistos para o número de ramos principais, sendo que alguns genótipos apresentaram um maior número de ramos no sistema convencional (UFU-2 e UFU-5), outros no sistema orgânico (UFU-1, UFU-3 e UFU-7). Já para o número de ramos secundários, as plantas responderam melhor à adubação orgânica, obtendo-se um maior número de ramos secundários, sendo que unicamente o genótipo UFU 4 apresentou um maior número ramos secundários no sistema convencional, tendência que se repetiu para o número de ramos produtivos.

Embora de forma geral os fatores como altura, inserção da primeira vagem, comprimento da haste principal, número de nós e entre nós, e número de ramos principais e secundários se encontrem regidos por genes, a sua expressão se encontra influenciada pelo ambiente (MOURA et al., 2013), como o experimento realizado por Elka e Laekemariam (2020) onde tanto na adubação convencional como na orgânica as plantas apresentaram um maior número de ramos laterais em comparação com a testemunha sem adubar, mas sendo o número de ramos obtidos no adubo orgânico consideravelmente superior aos obtidos com o adubo convencional. Pode-se observar também que o número de ramos pode variar em função dos nutrientes fornecidos, como nos experimentos realizados por Awasthi et al. (2022) e Deresam, (2018) onde se observou uma variação no número de ramos em função da concentração de nutrientes, assim como o número de ramos pode ser negativamente afetado pela contaminação produzida pelo chumbo (AZARIZ et al., 2021)

Por outra parte, Gosh et al. (2014) observou que com a aplicação de diferentes teores de nutrientes, de fontes tanto orgânicas como inorgânicas, não constatou diferenças significativas no número de ramos.

Experimentos testando os genótipos de feijoeiro em diferentes locais mostrou que existe uma interação significativa entre os genótipos e o ambiente, sendo que fatores como a arquitetura da parte aérea, assim como o ciclo da planta se vem afetados pelo ambiente, mas

por outra parte, fatores como diâmetro do caule, número de nodos e altura de inserção da primeira vagem apresentaram pouca variação em diferentes ambientes (ZILIO et al., 2013). Observou também que a temperatura tem uma influência direta em genótipos de feijoeiro, sendo que as melhores adaptadas ao calor tendem a ter um maior número de vagens, maior grossura do caule e um maior número de hastes, enquanto que genótipos mais sensíveis tendem a produzir menores quantidades de biomassa (OMAE; KUMAR; SHONO, 2012).

Concluindo que o estudo entre a interação e o genótipo (fenotipagem), resulta de fundamental importância para a escolha dos melhores genótipos adaptados a um determinado ambiente, sendo que no presente experimento se constatou uma interação positiva entre os genótipos e os dois sistemas de plantio, em concordância com a literatura abordada. Obtendo-se resultados mistos na obtenção de ramos primários, mas um maior número de ramos secundários na adubação orgânica.

A produtividade destaca por ser o aspecto de maior interesse para os produtores, já que se relaciona diretamente com seus rendimentos, portanto os genótipos comerciais considerados de alto rendimento devem ser capazes de ter um desempenho competente, inclusive sob condições adversas, motivo pelo qual o presente experimento tem como objetivo selecionar os genótipos que apresentem o melhor rendimento dentro do sistema orgânico.

Com relação à produção de vagens o rendimento foi bastante similar para ambos os sistemas nos genótipos UFU-1, UFU-3 e UFU-5 já os genótipos UFU-2, UFU-6 e UFU-7 apresentaram superioridade na produtividade dentro do sistema orgânico e finalmente o genótipo UFU-4 apresentou o maior rendimento no sistema convencional.

O rendimento do feijão em sistema convencional tem sido abordado por diversos autores utilizando, uma ampla variedade de substratos considerados orgânicos obtendo bons resultados.

O número total de vagens dentro do sistema orgânico foi similar àqueles encontrados por Brito et al. (2012) com dosagens de fertilizante, já o número de grãos por planta se manteve similar. O autor obteve uma produtividade de 2,40 t ha⁻¹ sendo este um rendimento superior para todos os tratamentos, com exceção do genótipo UFU-4 em sistema convencional. O número de vagens obtidas no presente experimento foi consideravelmente superior àqueles obtidos por Pereira et al. (2015), onde o peso de 100 grãos foi similar, assim como a produtividade obtida no plantio de 2011 (1612 – 1880 kg ha⁻¹). A produtividade se encontra no padrão daquelas obtidas por Silva, et al., (2020), (666,7 - 2571,9 kg ha⁻¹) e aquelas obtidas por Stone, et al., (2013) (1607 kg ha⁻¹) na cultura do feijão cultivado sob o sistema orgânico. Enquanto que o feijão cultivado em condições ideais tende a ter um rendimento de 1.160,7 kg

ha⁻¹ (Salgado, et al., 2012), e a produtividade média do estado de Minas Gerais se encontra em 1.342,4 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2022).

Em experimentos onde foi comparado o rendimento entre a adubação mineral e orgânica, de forma geral, a adubação mineral tendeu a apresentar uma maior produção (SANTOSA et al., 2017) ou na combinação de ambos os tipos (BAUTISTA-ZAMORA et al., 2017). Quando analisados experimentos similares com outras culturas como o milho (SANTOS et al., 2015) pode-se observar que o rendimento da agricultura orgânica é geralmente inferior à convencional, assim como apresentaram um desenvolvimento tardio quando comparado à adubação mineral, algo que não foi observado no presente trabalho, sendo a tendência de menor rendimento do sistema orgânico também observada na cultura do tomate (NASCIMENTO et al., 2013) .

O rendimento se torna bastante variável em função das técnicas utilizadas dentro do sistema orgânico (KARAVIDAS et al., 2022). Foram observadas diferenças significativas na produtividade nas duas variedades testadas pelo autor sob diferentes teores de adubação orgânica e contaminante contendo ferro, assim como não foram observadas diferenças significativas na matéria seca, no número de vagens e no número de grãos por vagem (LÓPEZ-LUNA et al., 2012)

Singh et al. (2009) observou que quando avaliadas variedades crioulas e convencionais sob os sistemas orgânico e convencional, as variedades comerciais tendem a ter uma maior produtividade assim como um maior peso de 100 sementes, além de apresentarem uma maior qualidade como sendo o brilho das sementes, estes resultado estariam em concordância com aqueles obtidos por Heiling e Kelly (2012) os quais testaram 32 diferentes variedades de feijão sob sistema orgânico e convencional sendo observado um rendimento 20% superior para todos as variedades dentro do sistema convencional.

No presente estudo se conseguiu observar que o adubo orgânico foi benéfico em alguns aspectos fisiológicos da planta como o IAF e o número de ramos, sendo que esses aspectos normalmente afetam de forma positiva o rendimento da planta, o qual foi similar para ambos os sistemas de produção. Já os genótipos UFU-6 e UFU-7 apresentaram um alto rendimento dentro do sistema orgânico, apresentando um rendimento similar aos genótipos comerciais UFU-2 e UFU-3. Por outra parte a alta eficiência da adubação na produção de clorofila não se viu refletida em uma maior produtividade, o que poderia ser atribuído a uma baixa eficiência fotossintética, assim como um efeito adverso às altas temperaturas durante a realização deste trabalho.

O genótipo híbrido demonstrou um rendimento consideravelmente inferior aos seus genitores (UFU-4 e UFU-7), por isso se sugere a realização de novos cruzamentos, assim como a realização de retrocruzamentos para a obtenção da qualidade desejada.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram um comportamento distinto dos genótipos para cada sistema de produção. Os genótipos recomendados para o sistema orgânico foram UFU-2, UFU-6 e UFU-7, com maior produtividade. Para o sistema convencional o genótipo que apresentou a maior adaptação foi o UFU-4, com maior rendimento produtivo. Como conclusão final é necessário selecionar genótipos de feijoeiro adaptados para o sistema orgânico.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A. **Aspectos básicos sobre a produção local de fertilizantes alternativos para sistemas agroecológicos**. Santo Antônio, Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146484/1/CNPAF-2016-dc310.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; PEROZINI, A. C.; SOUSA, J. V. A.; RIBEIRO JÚNIOR, L. F. R.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, S. L.; DUTRA, J. M.; LIBERATO, P. V. Análise das variáveis tecnológicas do milho em função das doses crescentes de condicionador pó de rocha. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 88440-88446, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-315>.
- ALHROUT, H.; KHALIFEH, H.; DALAEEN, H.; HADDAD, M. A. The impact of organic and inorganic fertilizer on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Advances in Environmental Biology**, [S.l.], v. 10, n. 9, p. 8-13, Sept. 2016.
- ASLANI, M.; SOURI, M. K. Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic-Chelate Fertilizers. **Open Agriculture**, [S.l.], n. 3, p. 146–154, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0015>.
- AWASTHI, R.; KUMAR, A.; KUMAR, R.; KUMAR, A.; MAURYA, S. K.; SINGH, C.; KUMAR, D.; SINGH, D.; BHARTI, A. K. Effect of seed priming on growth, seed yield and vigour of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under organic condition. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Nova Delhi, v. 11, n. 1, p. 136-138, 27 Dec. 2022.
- AZARIZ, L.; ELBLIDI, S.; FEKHAOUI, M.; YAHYAOU, A. Uptake and accumulation of lead in *Lycopersicon esculentum* and *Phaseolus vulgaris* L. planted on organic hydroponics. **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**, [S.l.], v. 101, n. 14, p. 2242-2254, Jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1700969>.
- BADEJO, M.; SOUZA, Â. R. L. de; RÉVILLION, J. P. P. Agregação de custos e valor em sistemas agroindustriais ecológicos. In: MENDONÇA, M. de S. (org.). **Agronegócio: técnicas, inovação e gestão**. Guarujá, SP: Científica Digital, p. 69-91, 2021.
- BAUTISTA-ZAMORA, D. M.; CHAVARRO-RODRÍGUEZ, C.; ALEXANDRA, J.; BUITRAGO, S. Effect of edaphic fertilization on the growth and development of *Phaseolus vulgaris* genotipo. ICA Cerinza. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, [S.l.], v. 11, p. 120-130, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>.
- BEVILAQUA, G. A. et al. Circular técnica 222: recomendação de manejo ecológico e cultivares de feijão para certificação orgânica com elevado teor de zinco e ferro nos grãos. **EMBRAPA**, Pelotas, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228307/1/CIRCULAR-222.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- BETANHO, C.; et al., **Agroecologia para a agricultura familiar camponesa**. 4. ed. Uberlândia: Univercidade Federal de Uberlândia - UFU, 2018.

BEDADA, W.; KARLTUN, E.; LEMENIH, M.; TOLERA, M. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, [S.l.], v. 195, p. 193-201, oct. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.017>.

BERLMESKINE, H.; OUAMEUR, W. A.; DILMI, N.; AOUABED, A. The vermicomposting for agricultural valorization of sludge from Algerian wastewater treatment plant: impact on growth of snap bean *Phaseolus vulgaris* L. *Heliyon*, [S.l.], v. 6, n. 8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04679>.

BRASIL. Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 25162- 25185, 6 nov. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2366.htm. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011** Brasília: Diário Oficial da União, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 8, 23 dez. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. Decreto nº 6.323 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 27 dez. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6323.htm. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 19, de 28 de maio de 2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União: art. 87, inciso II, no Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-19-de-28-de-maio-de-2009-mecanismos-de-controle-e-formas-de-organizacao.pdf/view>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 50, de 5 de novembro de 2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União: art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto na Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-50-de-05-de-novembro-de-2009-selo-federal-do-sisorg.pdf/view>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRITO, A. N.; PEÑA, Y. J. Evaluation of the agronomic effect of biosolids from a wastewater treatment by anaerobic digestion of livestock waste in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. **Cultivos Tropicales**, Cuba, v. 33, n. 2, p. 13-19, 2012.

CASTIANO, B. U. L.; KIMURO, P. K.; OJWANG, P. P. O. Combining ability of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes for root traits across diverse environments. **Plant Breeding**, v. 142, n. 1, nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.13060>.

CARNEIRO, J. E.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão: do plantio a colheita**. Viçosa: Ed. da UFV, 2015.

CAIMES, C. C.; SOSINKI, L. T. W. **Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos e verificação da viabilidade de compostagem em instituições de pesquisa**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1044198/gerenciamento-de-residuos-solidos-organicos-e-verificacao-da-viabilidade-de-compostagem-em-instituicoes-de-pesquisa>. Acesso em: 23 abr. 2023.

CARMO, S. L. M. *et al.* Avaliação do 'stay green' em famílias segregantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 953-957, 2007.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.18, n. 3, 2001. p. 69-101. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1118966>. Acesso em: 12 dez. 2022.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**. Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000300004>.

CASSETARI, L. S.; GOMES, M. S.; SANTOS, D. C.; SANTIAGO, W. D.; ANDRADE, J.; GUIMARÃES, A. C.; SOUZA, J. A; CARDOSO, M. G.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. Carotene and chlorophyll levels in cultivars and breeding lines of lettuce. **Acta Horticulturae**, n. 1083, p. 469-473, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1083.60>.

CONAB – Superintendência Regional de Minas Gerais, Conjuntas da agropecuária. FEIJÃO. Safra 21/22. 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuario/analise-regional-mg-feijao/item/download/41492_03f7ed83ef45c1b1006439fb38a6403c. Acesso em 23 abr. 2023.

CORSIN, F.; FUNGE-SMITH, S.; CLAUSEN, J. A qualitative assessment of standards and certification schemes applicable to aquaculture in the asia-pacific region. **FAO**, Bangkok, 2007. Acesso em: <https://www.fao.org/3/ai388e/AI388E00.htm#Contents>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CORTE, A. D.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S. *et al.* Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied**

Biotechnology, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003. DOI: <https://doi.org/10.12702/1984-7033.v03n03a03>.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2014.

DARKWA, K. AMBACHEW, D.; MOHAMMED, H.; ASFAW, A.; BLAIR, M. D. Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought stress adaptation in Ethiopia. **The Crop Journal**. [S.l.], v. 4, n. 5, p. 367-376, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.007>.

Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, 16., 2022. Campinas. **Potencial de uso de remineralizadores de solo no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2022. p. 1-12. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1146300?locale=es>. Acesso em 23 abr. 2023.

DERESAM, S. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties to rates of blended NPS fertilizer in Adola district, Southern Ethiopia. **African Journal of Plant Science**. Southern Ethiopia, v. 12, n. 8, p. 164-179, agost. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJPS2018.1671>.

DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B. **Comunicado técnico 173: sistema de produção orgânico de feijão para agricultores familiares**. Santo Antônio, Goiás: EMBRAPA, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2010/29770/1/comt-173.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

DIDONET, A. D.; ALCÂNTARA, F. A. **Produção agroecológica de feijão: sistema de produção e práticas de manejo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132015/producao-agroecologica-de-feijao-sistema-de-producao-e-praticas-de-manejo>. Acesso em: 23 abr. 2023.

DONATO, F.; ALMEIDA, F. S.; SANTANA, M. J.; XAVIER, A. G. Desempenho agrônomo de cultivares de feijão comum em função da população de plantas. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.46921.rict2021-1122> 1.

DUARTE, J. R. M.; BASÍLIO, S. A.; SILVA, M.B.; VAZ, V.; PIRES, J. P. D.; BERTI, M. P. S. Produtividade e qualidade de sementes de feijão em resposta a fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha. **Revista Cultura Agrônoma**, Ilha Solteira, v.30, n.1, p.78-92, 2021. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2021v30n1p78-92>.

EID, E. M.; SHALTOUT, K. H.; ALRUMMAN, S. A.; HUSSAIN, A. A.; ALGHAMDI, A. G.; AL-DHUMRI, S. A.; ABDALLAH, S. M.; GALAL, T. M. Evaluation of newly reclaimed areas in Saudi Arabia for cultivation of the leguminous crop *Phaseolus vulgaris* under sewage sludge amendment. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, [S.l.], v. 16. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00003-020-01311-z>.

EL-YAZAL, M. S. et al. Improved Salinity Tolerance by Potassium Humate Fertilizer in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Genotipo. "Bronco") Plants. **International Journal of**

Agricultural Sciences and Technology, [S.l.], v. 1, n. 4. p. 1-4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.51483/IJAGST.1.4.2021.1-3>.

ELKA, E.; LAEKEMARIAM, F. Effects of Organic Nutrient Sources and NPS Fertilizer on the Agronomic and Economic Performance of Haricot Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Southern Ethiopia. [S.l.], **Hindawi, Applied and Environmental Soil Science**, v. 2020, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8853552>.

ETMINAMI, A.; MOHAMMADI, K.; SABERALI, S. F. Effect of organic and inorganic amendments on growth indices and seed yield of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) in competition with *Amaranthus retroflexus*. **Journal of Plant Nutrition**, [S.l.], v. 44, n. 3, p. 421 – 437, sep. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1822398>.

FAO. **Guia para o dia mundial da segurança dos alimentos 2022: alimentos seguros, melhor saúde**. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb8661pt/cb8661pt.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FARID, M.; EARL, H. J.; PAULS, K. P. NAVANI. Response to selection for improved nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, [S.l.], v. 213, n. 99, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1885-5>.

FERNANDES, R. C.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, A. P. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 50, n. 9, p. 797-806, set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000900008>.

FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225978/1/lv-2021.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. **Anthocyanins as food colors**, v. 1, p. 280, 1982.

FERREIRA, E. P. D.; SILVA, O. F.; WANDER, A. E. **Comunicado técnico 261: produtividade e viabilidade econômica do feijoeiro-comum coinoculado**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, nov. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227870/1/ct261.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FUSCALDI, K. C.; PRADO, G. R. Análise econômica da cultura do feijão. *In*: Biocombustíveis Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. Ano XIV, 1., 2005. Brasília. **Revista de política agrícola**. Brasília: Embrapa. 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola/2000-a-2016/revista-de-politica-agricola-n1-2005.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.167-177. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000100017>.

GIAMPIERI, F.; MAZZONI, L.; CIANCIOSI, D.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; REGOLO, L.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, C.; CAPOCASA, F.; XIAO, J.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Organic vs conventional plant-based foods: A review. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 383, Jul. 2022.

GOMIERO, T. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. **Applied Soil Ecology**, [S.l.], v. 123, p. 714-728. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>.

HENRY, A.; KLEINMAN, P. J. A.; LYNCH, J. P. Phosphorus runoff from a phosphorus deficient soil under common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and soybean (*Glycine max* L.) genotypes with contrasting root architecture. **Plant Soil**, [S.l.], v. 317, p. 1–16, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9784-0>.

HEILING, J. A.; KELLY, J. D. Performance of dry bean genotypes grown under organic and conventional production systems in michigan. **Agronomy Journal**, [S.l.], v. 104, n. 5, p.1485 - 1492, sep. 2012. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0082>.

IPGRI. **Descritores para *Phaseolus vulgaris***. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute, 2001.

IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 26 nov. 2022.

KALAYDJIEVA, R.; MATEV, A.; ZLATEV, Z. Influence of irrigation regime on the leaf area and leaf area index of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Emirates Journal of Food and Agriculture**. [S.l.], v. 27, n. 2, p. 171-177, 2015. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v27i2.19271>.

KALBANI, F. O. A.; SALEM, M. A.; CHERUTH, A. J.; KURUP, S. S.; SENTHILKUMAR, A. Effect of Some Organic Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Tomato (*Solanum lycopersicum*). **International Letters of Natural Sciences**, [S.l.], v. 53, p. 1-9. 2016. DOI: <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.53.1>.

KARAVIDAS, I.; NTATSI, G.; VOUGELEKA, V.; KARKANIS, A.; NTANASI, T.; SAITANIS, C.; AGTHOKLEUS, E.; ROPOKIS, A.; SABATINO, L.; TRAN, F.; IANNATTA, P. P.; SAVVAS, D. Agronomic Practices to Increase the Yield and Quality of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A Systematic Review. **Agronomy**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 271, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020271>.

KONOPKA, I.; TAŃSKA, M.; FARON, A.; STEPIEŃ, A.; WOJTKOWIAK, K. Comparison of the Phenolic Compounds, Carotenoids and Tocochromanols Content in Wheat Grain under Organic and Mineral Fertilization Regimes. **Molecules**, [S.l.], v. 17, n. 10, p. 12341-12356, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules171012341>.

KUMMER, A. C. B.; GRASSI, H.; LOBO, T. F. Florescimento e formação de vagens de soja em cultivo com lodo de esgoto e água residuária: resposta qualitativa. **Cultivando o Saber**. [S.l.], v. 8, n. 3. 2015.

KWAMBE, X. M.; MASARIRAMBI, M. T.; WAHOME, P. K.; OSEI, T. O. The effects of organic and inorganic mulches on growth and yield of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a semi-arid environment. **Agriculture and biology journal of north America**. [S.l.], v. 6, p. 81-89, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5251/abjna.2015.6.3.81.89>

LAL, R.; BOUMA, J.; BREVIK, E.; DAWSON, L.; FIELD, D. J.; GLASER, B.; HATANO, R.; HARTEMINK, A. E.; KOSAKI, T.; LASCELLES, B.; MONGER, C.; MUGGLER, C.; NDZANA, G. M.; NORRA, S.; PAN, X.; PARADELO, R.; REYES-SÁNCHEZ, L. B.; SANDÉN, T.; SINGH, B. R.; SPIEGEL, H.; YANAI, J.; ZHANG, J. Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. **Geoderma Regional**, [S.l.], v. 25, June 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00398>.

LAJÚS, C. R.; LUZ, G. L.; SILVA, C. G.; DALCANTON, F.; BARICHELLO, R.; SAUER, A. V.; PIAIA, T. A.; PIVA, A. Junior. Aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface submetidas a concentrações de pó de rocha em cultivo orgânico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 49498-49512, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-379>.

LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000400004>.

LEGESSE, H.; NIGUSSIE-DECHASSA, R.; GEBEYEHU, S.; BULTOSA, G.; MEKBIB, F. Response to Soil Acidity of Common Bean Genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Field Conditions at Nedjo, **Western Ethiopia**. Ethiopia, v. 2, n. 3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4314/star.v2i3.98714>.

LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Content of chlorophyll and spad index in pineapple cv. vitoria in function of organic-mineral fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 377-383. June 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200006>.

LÓPEZ-LUNA, J.; GONZÁLEZ-CHÁVEZ, M. C.; ESPARZA-GARCÍA, F. J.; RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, R. Fractionation and availability of heavy metals in tannery sludge-amended soil and toxicity assessment on the fully-grown *Phaseolus vulgaris* cultivars. **Journal of Environmental Science and Health Part A Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering**, [S.l.], v. 47, n. 3, p. 405-19. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2012.646121>.

MAGALHAES, A. M.; WIDRIG, A.; VIEIRA, R.; BROWN, K.; LYNCH, J. Basal root whorl number: A modulator of phosphorus acquisition in common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Annals of botany**. [S.l.], 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct164>.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011**. Diário oficial da união, 6 de outubro de 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de->

06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view. Acesso em: 23.04.2023.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em 7 anos, triplica o número de produtores orgânicos cadastrados no ministério. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/em-sete-anos-triplica-o-numero-de-produtores-organicos-cadastrados-no-mapa>. Acesso em: 23 abr. 2023.

MARQUES, D.J.; BROETTO, F.; SILVA, E.C. Effect of mineral stress-induced sources and doses of potassium on the production of root in eggplants (*Solanum melongena* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró v. 23, p. 7–12, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289231783_Effect_Of_Mineral_Stress-Induced_Sources_And_Doses_Of_Potassium_On_The_Production_Of_Root_In_Eggplants_Solanum_Melongena_L. Acesso em: 24 abr. 2023.

MARQUES, D.J.; BIANCHINI, H.C.; MACIEL, G.M.; MENDONÇA, T.F.N.; SILVA, M.F. Morphophysiological changes resulting from the application of silicon in corn plants under water stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, [S.l.], v. 41, p. 569–584, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10322-5>.

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**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 417-425, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400010>.

MUNGO, A. C.; MINGOTTE, F. L. C.; COELHO, A. P.; LEMOS, L. B. Componentes do rendimento de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.46921/rict2021-1087>.

NASCIMENTO, W. M.; VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. **Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico.** In: XII Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças Mossoró/RN – 22 a 24 de outubro. 12., Mossoró, RN. Palestras ... Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/941391>. Acesso em 23 de mar. de 2019.

NASCIMENTO, A. R. ; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P. M.; CARVALHO, W.T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura brasileira**, [S.l.], v. 31, n. 4, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000400020>.

NOVAIS, R. D.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.D. Test in a controlled environment. In: OLIVEIRA, A. J. **Research Methods in Soil Fertility**. Embrapa, Brasília, 1991. p. 89 – 253.

SCHAETZEN, S. de. **Organic agriculture and the sustainable development goals: part of the solution.** Nature & More: Tokyo, Japan, 2019. Disponível em: https://archive.ifoam.bio/sites/default/files/nm19_329_report_sdg_lr.pdf. Acesso em: 10 abr. 2022.

OLIVEIRA, L. J. C.; COSTA, L. C.; SEDIYAMA, G. C.; FERREIRA, W. P. M.; OLIVEIRA, M. J. de. Modelos de estimativa de produtividade potencial para as culturas do feijão e do milho. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, MG, v. 19, n. 4, p. 304-3012, 2011.

OLIVEIRA, D. P.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, H. C. MORAIS, A. R. de.; PEREIRA, J.; ANDRADE, M. J. B. de. Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1831>.

OMAE, H.; KUMAR, A.; SHONO, M. Adaptation to High Temperature and Water Deficit in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the Reproductive Period. **Journal of Botany**, [S.l.], v. 2012, p. 1 - 6, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/803413>.

PADOVAN, M. P.; PEZARICO, C. R. OTSUBO, A. A. **Documentos 122: Tecnologias para a agricultura familiar**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103482/1/DOC2014122.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências agroclimáticas para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, [S.l.], v. 3, p. 32-42, 2014.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4528018>.

PETERNELLI, L. A.; BORÉM, A. Hibridação em Feijão. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, MG: UFV, p. 269-294. 1999.

PÉREZ-CORRAL, D. A.; ORNELAS-PAZ, J. J.; OLIVAS, G. I.; ACOSTA-MUÑIZ, C. H.; SALAS-MARINA, M. A.; BERLANGA-REYES, D. I.; SEPULVEDA, D. R.; LEON, Y. M.; RIOS-VELASCO, C. R. Growth Promotion of *Phaseolus vulgaris* and *Arabidopsis thaliana* Seedlings by Streptomycetes Volatile Compounds. **Plants**. [S.l.], v. 11, n. 7, p. 875, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11070875>.

POPA, M. E.; MITELUT, A. C.; POPA, E. E.; STAN, A.; POPA, V. I. Organic foods contribution to nutritional quality and value. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 84, p. 15-18, 2019.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura brasileira**, [S.l.], v. 29, n. 3, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000300009>.

PORTUGAL, A. F.; COSTAS, O. D. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200032>.

RADY, M. M.; SEMIDA, W. M.; HEMIDA, K. A.; ABDELHAMID, M. T. The effect of compost on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* plants grown under saline soil. **Int J Recycl Org Waste Agricult**, [S.l.], v. 5, p. 311–321, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40093-016-0141-7>.

RAMOS, S. J.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; COSTA, C. A. **Rendimento de feijão e alterações no pH e na matéria orgânica do solo em função de doses de composto de resíduo de algodão**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1572-1576, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000064>.

RIBEIRO, F. E.; DEL PELOSO, M. J.; BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O.; OLIVEIRA, L. F. C. Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) nas regiões norte e nordeste do Brasil. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Santo Antônio de Goiás, GO, nov. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54551/1/CIRC-TECNICA-89.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

RODRIGUES, J. A. de.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI, A. Filho; TRENTIN, M.; LONDERO, P. M. G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Áreas Básicas**, Bragantia, Campinas, v. 64, n. 3, p. 369-376, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300006>.

RODRIGUES, J. S.; SALES, J. O. P.; SILVA, K. K. PEREIRA, H. S. OLIVEIRA, T. L. P.; MELO P. G. S.; MELO, L. C. **Potencial genético de genótipos para características agrônômicas e qualidade de grãos de feijão-comum**. In: Coletânea dos resumos apresentados / XI Seminário Jovens Talentos, 11., 2017, Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 106 – 107 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1084716/potencial-genetico-de-genotipos-para-caracteristicas-agronomicas-e-qualidade-de-graos-de-feijao-comum>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ROCHA, D. P.; BRITO, M. F.; SANTOS, L. C.; SOUZA, R. L. GALLO, A. S.; SILVA, R. F. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 97-109, 2015. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v4i2.12980>.

SANTOS, N. C. B.; CARMO, S. A.; MATEUS, G. P.; KOMURO, L. K.; PEREIRA, L. B.; SOUZA, L. C. D. Agronomic features and yield performance of green corn cultivars in the conventional and organic system. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1807-1822, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Sup1p1807>.

SANTOSA, M.; MAGHFOER, M. D.; TARNO, H. The Influence of Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Green Bean, *Phaseolus vulgaris* L. Grown in Dry and Rainy Season. **AGRIVITA Journal of Agricultural Science**. [S.l.], v. 39. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17503/agrivita.v39i3.646>.

SALGADO, F. H. M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T. C.; BARROS, H. C.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, N. G.; FIDELIS, R. R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000400007>.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 468-475, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632010000400012>.

SAS Institute. SAS/STAT User's Guid, Version 6. 12 SAS Institute, Cary, NC, 1996.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 829-837, nov./dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000008>.

SHARMA, B.; KOTHARI, R.; SINGH, R. P. Growth performance, metal accumulation and biochemical responses of Palak (*Beta vulgaris* L. var. Allgreen H-1) grown on soil amended with sewage sludge-fly ash mixtures. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.l.], v. 25, p. 12619–12640, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1475-7>.

SCHRAMA, M.; HAAN, J. J.; KROONEN, M.; VERSTEGEN, H.; PUTTEN, W. H. V. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.l.], v. 256, p. 123-130, 2018.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi. v. 41, p. 237-245, 1981.

SINGH, S. P.; TERÁN, H.; MUÑOZ-PEREA, C. G.; LEMA, M.; DENNIS, M.; HAYES, R.; PARROTT, R.; MULBERRY, K.; FULLMER, D.; SMITH, J. Dry Bean Landrace and Cultivar Performance in Stressed and Nonstressed Organic and Conventional Production Systems. **Crop Science**. [S.l.], v. 49, n. 5 p.1859-1866, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.10.0578>.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF : Embrapa Informação. Tecnológica, 2009.

SILVA, P. G.; BELTRAME, V. N.; HAGN, J.; CARNEIRO, E.; RODRIGUES, A. A.; VARGAS, T. O.; FINATTO, T. Performance of common bean genotypes under organic farming system.. In: **Cadernos de Agroecologia - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 15., 2020. São Cristóvão, Sergipe: UFS. 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4827/4263>. Acesso em: 06/02/2023.

SILVA, J. G.; NASCENTE, A. S.; MACHADO, A. L. T. **Circular técnica 92: Colheita mecanizada do feijoeiro: passado, presente e futuro**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa, nov, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1127024/colheita-mecanizada-do-feijoeiro-passado-presente-e-futuro>. Acesso em: 23 abr. 2023.

SOUZA, A. B.; FORNAZIER, A.; DELGROSSI, M. E. Local food systems: potential for new market connections for family farming. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. v. 23, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180248r2vu2020L5AO>.

SOFI, P.; MADURAIMUTHU, D.; SIDDIQUE, K. H. M.; PRASAD, P. V. V. Reproductive fitness in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) under drought stress is associated with root length and volume. **Indian Journal of Plant Physiology**, [S.l.], v. 23, n. 4. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-018-0429-x>.

SORATTO, R. P. CARVALHO, M. A.; ARF, O. Chlorophyll content and grain yield of common bean as affected by nitrogen fertilization. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000900009>.

STONE, L. F.; SARTORATO, A. **O cultivo do feijão: recomendações técnicas**. Centro nacional de pesquisa de Arroz e Feijao. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/202889/o-cultivo-do-feijao-recomendacoes-tecnicas>. Acesso em: 24 abr. 2023.

STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D. HEINEMANN, A. B.; OLIVEIRA, J. P. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. Viçosa. v. 17, n. 1, p. 19–25, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600005>.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3rd ed. Academic Internet Publishers. 666 p., 2006.

SUARÉZ, T. A. S. R.; MAMANI, V. R. H.; JOAQUÍN, A. W. H. Impacto de abonos orgánicos en el rendimiento de Frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) en la Costa Peruana. In: SOUSA, C. S.; SABIONI, S. C.; LIMA, F. S. **Agroecologia: Métodos e técnicas para uma agricultura sustentável**. 2. ed. 2021. p. 205 – 218. DOI: <https://doi.org/10.37885/210102684>.

THU, T. A.; HIEN, T. H.; MINH, V. Q. Improving bush bean (*Phaseolus vulgaris L.*) yield and quality by increasing soil nutrients with organic fertilizer. **Legume Research - An International Journal**. [S.l.], v. 46, n. 3, p. 1-7, 17 Dec. 2022. DOI: <https://doi.org/10.18805/LRF-721>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2021.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF : Embrapa, 2017.

TOLEDO, N. T.; MULLER, A. G.; BERTO, J. L.; MALLMANN, C. E. S. R. Ajuste do modelo fototérmico de estimativa do desenvolvimento e do índice de área foliar de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.14, n.3, p.288–295, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000300008>.

TSUTSUMI, C. Y.; BULEGON, L. G.; PIANO, J. T. Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional. Nativa, **Sinop**, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 217-223, 2015. DOI: 10.14583/2318-7670.v03n03a12.

WILLER, H.; TRÁVÍCEK, J.; MEIER, C.; SCHLATTER, B. (ed.). **The world of organic agriculture**: statistics and emerging trends 2021. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick and IFOAM- Organic Internationals, 2021. Disponível em: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

ZILIO, M.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; MIQUELLUTI, D. J.; MICHELS, A. F. Cycle, canopy architecture and yield of common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris*) in Santa Catarina State. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá. v. 35, n. 1, p. 21-30, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i1.15516>.