



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL E TROCAS GASOSAS DO
FEIJÃO-FAVA SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E
CONDICIONADORES DO SOLO**

RILDA GOMES DA SILVA

POMBAL - PB
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL E TROCAS GASOSAS DO
FEIJÃO-FAVA SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E
CONDICIONADORES DO SOLO**

RILDA GOMES DA SILVA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Coordenação do
Curso de Agronomia da
Universidade Federal de
Campina Grande, como requisito
necessário para à obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. D. Sc. Lauter Silva Souto

CO-ORIENTADOR: Prof. D. Sc Marcelo Cléon de Castro Silva

S586c

Silva, Rilda Gomes da.

Crescimento inicial e trocas gasosas do feijão-fava submetido à adubação mineral e condicionadores do solo. / Rilda Gomes da Silva. Pombal, 2021.

33 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Lauter Silva Souto; Coorientação: Prof. Dr. Marcelo Cléon de Castro Silva."

Referências.

1. Feijão. 2. Feijão-fava. 3. *Phaseolus lunatus* L. 4. Agricultura familiar. 5. Feijão-fava - adubação mineral. 6. Feijão-fava - solo. I. Souto, Lauter Silva. II. Silva, Marcelo Cléon de Castro. III. Título.

CDU 633.33/.55(043)

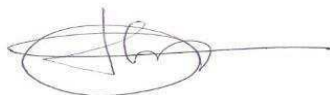
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL E TROCAS GASOSAS DO
FEIJÃO-FAVA SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E
CONDICIONADORES DO SOLO**

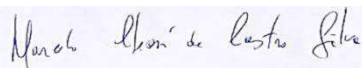
RILDA GOMES DA SILVA

APROVADA EM:14/05/2021.

Banca Examinadora:



Orientador: Prof. D. Sc. Lauter Silva Souto
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Co-Orientador: Prof. D. Sc. Marcelo Cleon de Castro Silva
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Membro: M. Sc. Luderlândio Andrade da Silva
(UAEAg/CTRN/UFCG)



Membro: M. Sc. Adriana da Silva Santos
(PPGCA/CCA/UFPB)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força coragem e sabedoria dada durante toda a minha caminhada.

Aos meus pais, Francisco Gomes da Silva e Maria Genauria da Silva (*In memoriam*) por terem me dado todo amor e carinho do mundo.

Aos meus irmãos, Roberiania Gomes, Renata Gomes, Ricardo Gomes e aos meus sobrinhos pelo simples fato de existirem e acreditarem nos meus sonhos.

À minha tia Maria José de Sousa (*In memoriam*), meu padrinho Raimundo Lucas, e ao meu amigo Henrique motorista (*In memoriam*) por terem feito parte da minha vida.

Aos meus amigos, Karla Raquel (*In memoriam*), Ravena Fernandes, Edmilson Júnior, Moisés Esdras, Lago Neto, Matheus Lins, Lidiane Queiroga, Gláucio de Menezes, Luciana Alves, Neidemarques Casimiro, Adriana da Silva Santos, Maiara Lima, Marcelo Augusto Limão, Fernanda Sousa, Diego Passos, Jackson Lobo, Wesley Moraes, Dany Caja, Jannine Fernandes, Kelly Mara Leite e Adilson Tiuba, Thiago Batista, Fernando Antônio, Jaciele Beserra e a Daniele Lopes pelos conselhos e carinho demonstrado durante a vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lauter Silva Souto pela paciência, orientação e ensinamento durante o curso.

À Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, e a todos os terceirizados.

À banca examinadora pelas sugestões atribuídas ao meu trabalho de conclusão de curso.

“À minha saudosa mãe Maria Genauria da Silva (In memorian), por ter sempre acreditado e por não ter desistido de mim”.

Dedico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Túnel plástico utilizado na pesquisa.....	16
Figura 2.	Experimento conduzido em vasos de 35 dm ³ (a) substrato (esterco curtido + solo) mais tratamentos e semeadura (b).....	17
Figura 3.	Semeadura (a) e após o raleio da cultura (b)	18
Figura 4.	Acessos de feijão-fava adubados 15 dias após raleio – DAR (a) e antes de receber tratamentos fitossanitários (b).....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Análise de variância para número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (<i>Phaseolus lunatus</i> L.). Pombal, PB, 2019.....	21
Tabela 2.	Valores médios para diâmetro de caule (DC) aos 60 dias em função da adubação NPK e Uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (<i>Phaseolus lunatus</i> L.). Pombal, PB, 2019.....	22
Tabela 3.	Análise de variância para concentração interna de CO ₂ (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (<i>Phaseolus lunatus</i> L.). Pombal, PB, 2019.....	23
Tabela 4.	Valores médios de concentração interna de CO ₂ (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E) e fotossíntese (A) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (<i>Phaseolus lunatus</i> L.). Pombal, PB, 2019.....	25

RESUMO

SILVA, R. G. da. **Crescimento inicial e trocas gasosas do feijão-fava submetido à aduba mineral e condicionadores do solo.** UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, maio de 2021, 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. D. Sc. Lauter Silva Souto.

A cultura do feijão-fava, apesar do cultivo um tanto restrito, apresenta grande importância socioeconômica para o estado da Paraíba, devido sua adaptabilidade às condições ideais de clima e solo. Desse modo, essa pesquisa teve por objetivo avaliar o crescimento inicial e fisiologia de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidos à adubação mineral e condicionadores de solo nas condições de Pombal-PB. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis repetições, em esquema fatorial 10 x 2, com dois genótipos de fava (Luzente e Venturinha) e dez tratamentos. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: **T₁** = Testemunha; **T₂** = NPK_{100%}; **T₃** = N_{Barvar} + PK_{100%}; **T₄** = N_{Barvar} + PK_{100%} + N_{50%}; **T₅** = K_{Barvar} + NP_{100%}; **T₆** = K_{Barvar} + NP_{100%} + K_{50%}; **T₇** = P_{Barvar} + NK_{100%}; **T₈** = P_{Barvar} + NK_{100%} + P_{50%}; **T₉** = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar}; **T₁₀** = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + NPK_{50%}. Foram avaliados as variáveis de crescimento diâmetro de caule e número de folhas e; as relativas as trocas gasosas taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência instantânea do uso da água e eficiência instantânea da carboxilação. Os maiores valores obtidos para número de folhas, diâmetro de caule e melhores respostas aos parâmetros fisiológicos foram observados nos tratamentos em que se utilizaram os condicionadores de solo via sementes e fertirrigação. A adubação mineral NPK associada aos condicionadores de solo podem compor o manejo nutricional da cultura do feijão-fava nas condições em que foram desenvolvidas o estudo.

Palavras-chave: Fabaceae, *Phaseolus lunatus* L, Fertilização, Agricultura Familiar.

ABSTRACT

SILVA, R. G. da. **Initial growth and gas exchange of fava beans submitted to mineral manure and soil conditioners.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER OF SCIENCES AND AGRICULTURAL TECHNOLOGY, UFCG, May 2021, 36 p. Completion of course work. Advisor: Prof. D. Sc. Lauter Silva Souto.

The culture of cowpea, despite the somewhat restricted cultivation, has great socioeconomic importance for the state of Paraíba, due to its adaptability to ideal climate and soil conditions. Thus, this research aimed to evaluate the initial growth and physiology of cowpea accessions (*Phaseolus lunatus* L.) subjected to mineral fertilization and soil conditioners under Pombal-PB conditions. The experimental design used was a randomized block design with six repetitions, in a 10 x 2 factorial scheme, with two broad beans genotypes (Luzente and Venturinha) and ten treatments. The plants were subjected to the following treatments: T₁ = witness; T₂ = NPK_{100%}; T₃ = N_{Barvar} + PK_{100%}; T₄ = N_{Barvar} + PK_{100%} + N_{50%}; T₅ = K_{Barvar} + NP_{100%}; T₆ = K_{Barvar} + NP_{100%} + K_{50%}; T₇ = P_{Barvar} + NK_{100%}; T₈ = P_{Barvar} + NK_{100%} + P_{50%}; T₉ = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar}; T₁₀ = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + NPK_{50%}. The growth variables stem diameter and number of leaves were evaluated, as well as the gas exchange variables CO₂ assimilation rate, transpiration, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, instantaneous water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency. The highest values obtained for leaf number, stem diameter and better responses to physiological parameters were observed in treatments that used soil conditioners via seeds and fertigation. The mineral NPK fertilization associated with soil conditioners can compose the nutritional management of the cowpea culture under the conditions in which the study was developed.

Keywords: Fabaceae, *Phaseolus lunatus* L, Fertilization, Family Farming.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	Aspectos da cultura do feijão-fava.....	11
2.2	Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	Área da pesquisa.....	16
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	16
3.3	Instalação e condução do experimento.....	17
3.4	Características avaliadas.....	20
3.5	Variável fisiológica.....	20
3.5.1	Trocas gasosas.....	20
3.6	Análises estatísticas.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5	CONCLUSÕES.....	26
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*), também conhecida por feijão-de-lima, fava-de-lima, simplesmente fava, é uma das alternativas de renda e alimento para a agricultura familiar da região nordeste do Brasil, que o consome sob a forma de grãos maduros, verdes e secos (SILVA et al., 2015). Consiste em uma das quatro espécies do gênero *Phaseolus* exploradas comercialmente, sendo considerada a segunda espécie mais importante economicamente, superada apenas pelo feijão-comum (OLIVEIRA et al., 2011).

Embora o estado da Paraíba seja um dos maiores produtores de feijão-fava do país, tem sido notada a diminuição nos índices de produtividade, que pode ser provocada por problemas que vão desde os climáticos aos de fertilidade do solo (BARBOSA; ARRIEL, 2018). No Brasil, a cultura é plantada principalmente na região Nordeste e em Minas Gerais e Rio Grande do Sul, com área colhida no Brasil foi de cerca de 36.061 ha (IBGE, 2018). Os principais estados produtores dessa região são: Ceará, Paraíba, Piauí, Pernambuco e Rio Grande do Norte, com área plantada de 9.037, 8.615, 2.211, 1.882, 1.488 ha e uma produção de 3.596, 3.352, 801, 606, 419 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2018).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas culturas (TROEH et al., 2007), tornando a adubação nitrogenada essencial para que se alcance uma boa produtividade; variando as quantidades a serem aplicadas conforme a produtividade desejada, manejo da cultura e condições de solo e clima local (CAVALCANTE, 2017). O P promove o aumento da produção de matéria seca da parte aérea, incremento do número de vagens e massa de grãos (FAGERIA et al., 2003). A adubação fosfatada também aumenta o teor e acúmulo de P na matéria seca da parte aérea e nos grãos (FONSECA et al., 2010). Outro elemento vital é o potássio, pois participa do processo de fotossíntese, e, quando em situações de deficiência, leva a redução da taxa fotossintética e aumento nas taxas de respiração, culminando na diminuição do acúmulo das reservas de carboidratos nas plantas (NOVAIS et al., 2007).

Nesse contexto, o uso de condicionadores de solo que promovam melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos se faz necessário para aumentar a disponibilidade de nutrientes e o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. O biofertilizante é composto de microrganismos benéficos, que em função da sua composição, favorece a fixação biológica de nitrogênio e solubilização de íons fosfato e potássio para absorção pelas plantas (GYANESHWAR et al., 2002; CANUTO et al., 2003). A capacidade de associação de bactérias com plantas leguminosas, por meio do processo de inoculação, ocasiona em uma

potencialização da fixação biológica de N, reduzindo a necessidade de adubação mineral e evita a poluição ambiental. A fixação biológica pode ser responsável por aproximadamente 65% do total de N fixado na Terra (AZEVEDO, 2010), sendo o segundo processo biológico mais importante depois da fotossíntese (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O plantio de acessos de feijão-fava tradicionais com pouca capacidade produtiva, e a inexistência de um manejo adequado da fertilidade do solo tem contribuído, entre outros fatores, para o baixo rendimento e retorno econômico, tornando a fava praticamente uma cultura de subsistência (OLIVEIRA et al. 2010; ALVES et al., 2008).

O uso da adubação mineral e de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava na região semiárida ainda apresentam poucos resultados de pesquisa na área. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas de acessos de *Phaseolus lunatus* L. submetido à adubação NPK e condicionadores de solo no semiárido do Estado da Paraíba.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS DA CULTURA DO FEIJÃO-FAVA

Popularmente, conhecido como fava, o feijão-de-lima, fava lima ou feijão rajada, o feijão-fava, é uma importante fonte de proteína vegetal, compondo um item auxiliar na dieta alimentar das populações rurais da região Nordeste, que é consumido na forma de grão seco ou verde (JUNQUEIRA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; NOBRE et al., 2012).

A espécie *P. lunatus* L. é considerada uma das principais leguminosas produtoras de grãos de relevante importância mundial em regiões áridas e semiáridas. Silva et al. (2019), citam que no Nordeste do Brasil, esta cultura apresenta significativa exploração comercial dos seus grãos, que são vendidos em feiras livres e que acaba agregando um elevado valor sociocultural.

Devido ao seu conteúdo proteico e paladar característico, é mundialmente utilizado em pratos, nas mais diferentes culinárias e regiões, recebendo várias denominações, em função da região cultivada ou forma de utilização na alimentação (VAZ PATTO, 2015). Complementa Vieira (1992), que devido ao seu teor de proteína e demais características nutricionais, este grão pode ser utilizado na alimentação humana em substituição ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) que apresenta menor adaptação a condições climáticas adversas, tais como altas temperaturas e déficit hídrico.

No Brasil possui grande relevância, principalmente no Nordeste, por se adaptar muito bem as condições edafoclimáticas da região, atuando como uma das principais alternativas econômicas e sociais para geração de emprego, renda e segurança alimentar (AZANI et al., 2017). Segundo o IBGE (2018), 11.828 toneladas de fava foram produzidas em 2018 no Brasil, onde o Nordeste se destacou como a principal região produtora do país, com 94,6% da produção.

Dentre a região Nordeste, destaca Oliveira et al. (2004) que o estado da Paraíba no cenário nacional, “como um dos maiores produtores de feijão-fava, embora, tem sido notada a diminuição nos índices de produtividade, que pode ser provocada por problemas que vão desde os climáticos, fertilidade do solo, até a questão fundiária”.

Segundo Nobre e Brandão Junior (2016), entre as espécies da agrobiodiversidade que tem sido explorada na região Nordeste, o feijão-fava vem, desde há muitos anos, sendo cultivado pelos agricultores. É uma espécie leguminosa altamente adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido e apresenta considerável importância social e econômica.

Portanto, sob o ponto de vista de valor cultural e uso, a fava se constitui em segurança alimentar para comunidades rurais do semiárido, por ser uma cultura que apresenta todos os aspectos favoráveis para a adequação social, econômica, cultural, climática e ecológica (AZANI et al., 2017).

Seu cultivo tem melhor desenvolvimento em solos areno-argilosos, férteis e bem drenados, tendo bom rendimento com pH entre 5,6 e 6,8 (VIEIRA, 1992). Neto et al. (2015) ressalta que a fava é um cultivo adaptado ao clima semiárido, possuindo características agronômicas para desenvolver-se em ambientes onde prevalece a seca. Uma característica do seu cultivo é o consórcio com outras culturas (mamona, mandioca e milho) ou espécies arbóreas (LOPES et al., 2010).

O plantio da fava conforme Filgueira (2000); Azevedo et al. (2003); Gomes e Lopes (2006) é realizado por meio de semeadura direta, em covas espaçadas de 1,00 m x 0,50 m entre covas (3 a 4 sementes por cova). A profundidade de semeadura de 2,5 a 5,0 centímetros proporciona bons resultados; é importante realizar um desbaste quinze dias após a emergência, deixando-se duas plantas por cova.

Contudo, afirma Frazão et al. (2004), que a baixa produtividade do feijão-fava, pode ser atribuída também à ausência de um programa de adubação mineral e orgânica nestas regiões, o que tem proporcionado baixo rendimento e retorno econômico, tornando-se praticamente uma cultura de subsistência, sendo comercializada em feiras livres apenas o excedente da produção.

Justifica Soares (2019), que a baixa produtividade “pode ser atribuída ao fato de parte da produção ser oriunda de pequenos que o plantam em consórcios com outras culturas, sem a adoção de tecnologia que vise o aumento da produtividade”.

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA, FOSFATADA E POTÁSSICA

A adubação mineral exerce papel importante no crescimento e desenvolvimento das culturas. O uso do nitrogênio e do potássio de forma equilibrada promovem crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas, aumenta a resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 1989; MARSCHNER, 1995), enquanto o fósforo é indispensável à fotossíntese, divisão celular e desenvolvimento do sistema radicular, além de promover abundância de florescimento e frutificação, influenciando diretamente na produtividade e qualidade dos produtos colhidos (FILGUEIRA, 2000).

Os macronutrientes N, P e K atuam em diversos processos metabólicos das plantas

cultivadas. O N é importante e limitante na produção das culturas, principalmente nas fases que fornecem massa verde. (OLIVEIRA et al., 1996) Já o P participa na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas nos vegetais (BALDISSERA e SCHERER, 1992). Quanto ao nutriente K, sua ação se faz presente no mecanismo de proteção das plantas e no processo de abertura e fechamento dos estômatos (OLIVEIRA et al., 1996).

Para Filgueira (2008), o feijão-fava é muito exigente em nutrientes minerais, tais como nitrogênio, fósforo e potássio. Aumento de produtividade de *P. lunatus* L. foi observado por Vieira (1992) com adubação NPK e com o uso da adubação fosfatada por (FRAZÃO; OLIVEIRA et al., 2004).

De acordo com Trani (2015), o feijão-fava recebe adubação similar ao feijão-vagem com quantidades recomendadas e frequência de aplicação dos nutrientes variando conforme os resultados de análise química e granulométrica do solo, análise foliar, adubação anterior, exigência nutricional da cultivar, densidade populacional, clima da região, época de plantio, período de colheita e produtividade esperada.

Segundo Hester et al. (1951), o feijão-fava se mostra bastante exigente em nutrientes minerais, principalmente, K, N, Ca, P e Mg, chegando a retirar do solo quantidades de 135, 91, 81, 30 e 11 kg ha⁻¹ desses nutrientes, respectivamente. Embora retire muito potássio do solo, é recomendado apenas adubação fosfatada no plantio. No entanto, se o teor de potássio do solo for baixo, deve-se incluir adubação potássica, como também, a nitrogenada, caso as plantas apresentem-se amareladas (FILGUEIRA, 1981).

Apesar destes bons rendimentos em relação a adição de adubos, a fava apresenta associação com bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar nitrogênio atmosférico e fornecê-lo a cultura, o que pode substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao pequeno agricultor (ANTUNES, 2010).

Segundo Rahmani et al. (2011), a fava assim como outras leguminosas também fixa nitrogênio através dos rizóbios, bactérias presentes no solo capazes de estabelecer simbiose com plantas, podendo assim, reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados. À capacidade de executar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), traz uma grande importância ao uso de rizóbios na agricultura (COSTA NETO, 2016). Pois, fertilizantes nitrogenados além de apresentarem um alto custo para os agricultores locais, se torna um poluente ambiental, devido às perdas que ocorrem após a sua aplicação, ao ser carregado para o lençol freático (GUEDES et al., 2010).

A disponibilidade do nitrogênio para as plantas dependerá da taxa de mineralização da

matéria orgânica, que vai depender da quantidade de N imobilizado disponível na mesma, da temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, das perdas do N por lixiviação e da relação carbono/nitrogênio do material (FERREIRA et al., 2003). “A maioria das variedades de fava apresenta hábito de crescimento indeterminado e o plantio é feito em consórcio com milho, mandioca e mamona, que servem de tutores naturais para a cultura” (SOUZA et al., 2019).

Segundo Gomes e Lopes (1997) algumas espécies leguminosas apresentam potencial para manter ou melhorar a fertilidade do solo nos trópicos. Para a utilização de leguminosas em sistemas de cultivo com baixos insumos, um dos principais aspectos a se considerar diz respeito a velocidade de decomposição de biomassa e padrão de liberação dos nutrientes para as espécies comerciais. No entanto, o conhecimento de como ocorre o processo de decomposição dessa espécie tornará mais eficiente a contribuição da mesma para o manejo de solos nos sistemas agrícolas (GOMES e LOPES, 1997; CHAVES, 2002).

Segundo Malavolta (2006) dentro do manejo da fertilidade, um dos nutrientes mais limitantes para a produção agrícola é o nitrogênio, deste modo, por meio da sua aplicação pode-se obter aumento na produção de fitomassa e de grãos nos cultivos agrícolas, isto devido a participação deste elemento nas proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e pigmentos.

Cavalheiro (2012) explica, por ser excelente fixadora de nitrogênio, o feijão-fava constitui-se em importante espécie para utilização na adubação verde. Nesse contexto, menciona Soares (2019) que além disso, “a baixa produtividade pode ser atribuída ao fato de parte da produção ser oriunda de pequenos produtores que o plantam em consórcios com outras culturas, sem a adoção de tecnologia que vise o aumento da produtividade”.

A grande maioria dos solos brasileiros (MOURA et al., 2001) é ácida e de baixa fertilidade, com elevada capacidade de retenção de fósforo o que leva à necessidade de aplicação de elevadas doses de fosfatos, contribuindo para o aumento nos custos de produtos renováveis que originam esses insumos. Para se obter alta produtividade é necessário uma adubação fosfatada (FAGERIA, 1990), o que tem ocasionado a intensificação da busca de doses mais adequadas para as culturas e que possibilitem maiores retornos econômicos.

Coutinho et al. (1993) cita que as quantidades de fósforo retiradas do solo pelas hortaliças são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa aparente baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas. Como consequência, nas adubações é

o fósforo que entra em maiores proporções. Seu fornecimento em dose adequada favorece o desenvolvimento do sistema radicular aumentando a absorção de água e de nutrientes; aumenta o vigor das plantas oriundas de semeadura direta; favorece a floração e a frutificação e aumenta a qualidade e o rendimento dos produtos colhidos (FILGUEIRA, 2000).

Em contraste as baixas produções obtidas na região Nordeste, alguns trabalhos têm demonstrado maior produção do feijão-fava quando utilizada a adubação fosfatada, acarretando assim, a possibilidade de aumento da produtividade da região por meio de práticas de manejo da cultura, entre estas o manejo da fertilidade do solo tem se mostrado promissora (OLIVEIRA et al., 2004; ALVES et al., 2008).

Filgueira (2000), o potássio é o primeiro macronutriente em ordem de extração na maioria das culturas, por favorecer a formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pela planta, além de equilibrar a aplicação de nitrogênio, facilitar a absorção e utilização de outros nutrientes. O potássio é encontrado em grande quantidade nos folíolos jovens e vagem dos feijões de modo geral (ALVES, 2006).

Em condições favoráveis de cultivo (ROSOLEM, 1996), o feijão-comum absorve quantidades significativas de potássio. No entanto, quando cultivado em condições deficientes desse nutriente, apresenta maturação lenta, perda de vigor e redução de grãos (OLIVEIRA et al., 1996).

Outra problemática que pode interferir no cultivo segundo Oliveira et al. (2004) seja os baixos níveis de produtividade, o que foi constatado em algumas regiões, devido principalmente à falta de um programa de pesquisas sobre nutrição mineral. Para Fageria (1990) é necessária uma adubação fosfatada para se obter uma alta produtividade o que tem ocasionado a intensificação da busca de doses mais adequadas para as culturas e que possibilitem maiores retornos econômicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DA PESQUISA

O trabalho foi conduzido em condições de túnel plástico (Figura 1) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, Paraíba, Brasil (37°49'15'' W, 6°48'16'' S e altitude de 144 m), no período do dia 25 de janeiro a 5 de abril de 2019. O solo utilizado foi classificado como Neossolo Flúvico (SANTOS et al., 2018) e Entisol (SOIL SURVEY STAFF, 2014). O clima da região é Bsh (Sistema de Classificação de Köppen), semiárido, com média anual de precipitação menor que 1000 mm e média anual da temperatura do ar superior a 25°C.



Figura 1. Túnel plástico utilizado na pesquisa. Fonte: Google adaptado pela autora, 2020.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 10 x 2, com seis repetições, e cujos tratamentos consistiram da combinação de N, P e K (Testemunha; NPK_{100%}; PK_{100%}; PK_{100%}+N_{50%}; NP_{100%}; NP_{100%}+K_{50%}; NK_{100%}; NK_{100%}+P_{50%}; NPK_{50%}) associados a três condicionadores de solo (N_{Barvar}, P_{Barvar} e K_{Barvar}) em dois acessos de feijão-fava (A₁ = Luzente e A₂ = Venturinha). Os tratamentos consistiram das seguintes combinações: **T₁** = Testemunha + A₁; **T₂** = Testemunha + A₂; **T₃** = NPK_{100%} + A₁; **T₄** =

$NPK_{100\%} + A_2$; $T_5 = N_{Barvar} + PK_{100\%} + A_1$; $T_6 = N_{Barvar} + PK_{100\%} + A_2$; $T_7 = N_{Barvar} + PK_{100\%} + N_{50\%} + A_1$; $T_8 = N_{Barvar} + PK_{100\%} + N_{50\%} + A_2$; $T_9 = K_{Barvar} + NP_{100\%} + A_1$; $T_{10} = K_{Barvar} + NP_{100\%} + A_2$; $T_{11} = K_{Barvar} + NP_{100\%} + K_{50\%} + A_1$; $T_{12} = K_{Barvar} + NP_{100\%} + K_{50\%} + A_2$; $T_{13} = P_{Barvar} + NK_{100\%} + A_1$; $T_{14} = P_{Barvar} + KN_{100\%} + A_2$; $T_{15} = P_{Barvar} + NK_{100\%} + P_{50\%} + A_1$; $T_{16} = P_{Barvar} + KN_{100\%} + P_{50\%} + A_2$; $T_{17} = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + A_1$; $T_{18} = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + A_2$; $T_{19} = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + NPK_{50\%} + A_1$; $T_{20} = N_{Barvar} + P_{Barvar} + K_{Barvar} + NPK_{50\%} + A_2$.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Utilizou-se túneis plásticos com capacidade de 35 dm^3 (Figura 2) colocando em sua parte inferior 2 litros de areia e brita, para evitar entupimento dos drenos. O substrato utilizado foi composto de 8 litros de esterco de curral curtido com 25 litros de solo.



Figura 2. Experimento conduzido em vasos de 35 dm^3 (a) substrato (esterco curtido + solo) mais tratamentos e sementeira (b). **Fonte:** Acervo pessoal.

Os condicionadores de solo na forma de pó utilizados (N_{Barvar} , P_{Barvar} e K_{Barvar} da Green BioTech Brasil) foram colocados em copos descartáveis separadamente de acordo com cada tratamento e foi executada sua diluição em 50 ml de água destilada, em seguida, acrescentaram-se as sementes e aguardou-se 10 minutos que é recomendado pelo fabricante para poder proceder a sementeira assim sendo a primeira aplicação do condicionador.

Foram semeadas quatro sementes por túnel. Após oito dias da sementeira foi realizado o raleio, totalizando em duas plântulas por túnel (Figura 3). A segunda aplicação dos condicionadores foi realizada via fertirrigação aos 40 dias após a sementeira.

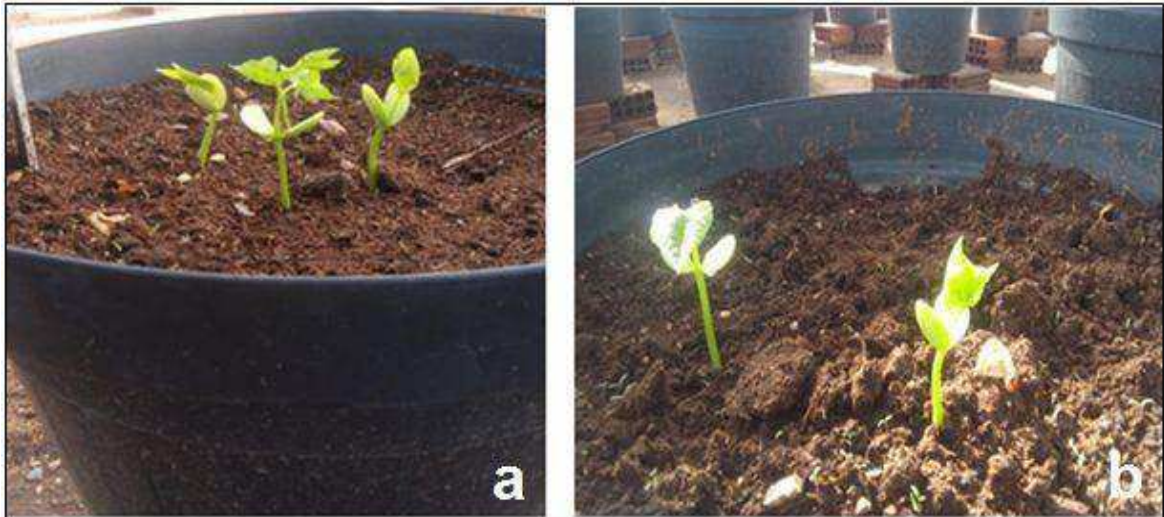


Figura 3. Semeadura (a) e após o raleio (b). **Fonte:** Acervo pessoal.

O N_{Barvar} , condicionador contendo nitrogênio, contém a estirpe de *Azotobacter vinelandii* ao vivo em 10^7 a 10^8 UFC por grama ou ml. O P_{Barvar} contém dois tipos de bactérias solubilizantes de fosfato (PSB) altamente eficientes que secretam ácidos orgânicos e enzimas fosfatase que hidrolisam compostos de fosfato inorgânicos e orgânicos insolúveis em íons fosfato solúvel em torno de raízes, a saber: 1) *Pantoea agglomerans*, linhagem P5 que libera fosfato forma compostos inorgânicos principalmente pela produção de ácidos orgânicos e; 2) *Pseudomonas putida*, estirpe P13 que libera fosfato a partir de compostos orgânicos principalmente por segregar enzimas fosfatase. O condicionador K_{Barvar} contém dois tipos de bactérias solubilizantes de potássio, a saber: 1) *Pseudomonas vancouverensis* Strain, 10^7 - 10^8 UFC/gr e; 2) *Pseudomonas koreensis* Strain, 107-108 UFC/gr. São embalados como bactérias vivas em 10^7 - 10^8 CFU por grama ou ml e formulados para ter uma vida de prateleiras por pelo menos seis meses. Estas cepas bacterianas são ativas em alto teor de sal (até 5%), ampla faixa de pH (5 a 9) e temperatura (10 a 40°C). As bactérias hidrolisam compostos insolúveis de potássio no solo ao redor das raízes, liberando o íon para absorção.

A fertilização mineral teve seu início 15 dias após a sementeira, onde foi utilizado como fonte de N a Uréia (44% de N); cloreto de potássio (60% de K_2O) como fonte de potássio e como fonte de fósforo foi utilizado o Fosfato Monoamônico (MAP) e o Fosfato Monopotássico (MKP). Visto que o MAP também é uma fonte de nitrogênio e o MKP é fonte de potássio, nos tratamentos T_5 , T_6 , T_7 , T_8 foram utilizados o MKP para que não houvesse uma camuflagem nos resultados, pois nesses tratamentos o condicionador usado foi com bactérias nitrogenadas, já nos tratamentos T_9 , T_{10} , T_{11} , T_{12} , utilizou o MAP com o mesmo

objetivo de não camuflar os resultados, sendo o condicionador com bactérias potássicas. Para os cálculos foram considerados as quantidades de nitrogênio e potássio dos adubos MAP e MKP e as demais adubações foram realizadas semanalmente de acordo com a recomendação Trani et al 2015 para a cultura, sendo utilizado durante o experimento 100 kg de N , 60 kg de P2O5 e 40 kg de K2O.

As plantas foram conduzidas em espaldeira vertical, com arames do tipo 12 mm, possuindo altura de dois metros, sendo colocado um barbante do vaso até o arame, para servir de sustentação para as plantas. Os tratamentos fitossanitários foram feitos conforme a necessidade da cultura (Figura 4).



Figura 4. Acessos de feijão-fava adubados 15 dias (a) e antes de receber tratamentos fitossanitários (b). **Fonte:** Acervo pessoal.

As irrigações foram realizadas diariamente, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior (V_{ant}) aplicada menos a média de drenagem (d), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{V_{ant} - D}{n(1 - FL)} \quad Eq. 1$$

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Foram avaliados os seguintes componentes aos 60 dias:

- a) **Diâmetro de caule (DC):** avaliado com o auxílio de um paquímetro digital, medindo-se na base do caule a uma altura de 1 cm do solo, expresso em mm, obtidas aos 60 dias após a semeadura;
- b) **Número de folhas (NF):** Realizaram-se contagens de todas as folhas totalmente expandidas, encontradas na planta na ocasião.

3.5 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

3.5.1 Trocas gasosas

Para as determinações das variáveis fisiológicas da cultura utilizou-se o analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro+) com luz constante de $1.200 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e CO_2 proveniente do ambiente a uma altura de 3 m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis: i) Assimilação líquida de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), ii) Transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), iii) Condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e, iv) Concentração interna de CO_2 (C_i), na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação ($EiCi$) (A/C_i).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Avaliaram-se os dados obtidos mediante análise de variância pelo teste F e, nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias (Scott - Knott a 5% de probabilidade) para as combinações de NPK (%) e condicionadores de solo, em cada acesso estudado pelo software SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os resultados da análise de variância para o crescimento da cultura do feijão-fava, observando-se que houve efeito significativo para o efeito isolado de tratamentos (CON) e para o fator acessos de feijão-fava houve efeito significativo apenas para a variável diâmetro de caule (DC), contudo, não observou-se significância para a interação entre condicionadores de solo + adubação mineral (CON) vs acessos de feijão-fava (AFV) ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis analisadas.

Tabela 1. Análise de variância para número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Pombal, PB, 2019.

Quadrado médio							
FV	CON	AFV	CON x AFV	Bloco	Erro	Média	CV (%)
NF	248,05 ^{NS}	0,83 ^{NS}	76,20 ^{NS}	514,73	101,22	37,41	37,41
DC	1,73*	1,94*	0,37 ^{NS}	1,63	0,3	5,79	9,77
GL	9	1	9	5	95	-	

* = significante ao nível de 0,05 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Na tabela 1 constam os resultados do teste de média para as variáveis NF e DC, sendo possível observar que as menores médias obtidas para NF foram para os tratamentos que recebeu a adubação mineral recomendada para a cultura (NPK100%) e o tratamento com aplicação de condicionadores de solo + adubação mineral (N-Barvar + PK100% + 50%N), com valores médios de 27,2 e 33,5 folhas.planta⁻¹, respectivamente. Os demais tratamentos apresentaram diferença significativa pelo teste média em relação aos tratamentos anteriormente descritos, apresentando valores médios para número de folhas (NF) de 39,9 (Testemunha), 42,9 (N-Barvar + PK100%); 38,5 (K-Barvar + 100%PN); 36,4 (K-Barvar + 100%PN + 50%K); 35,8 P-Barvar + 100% KN; 41,2 (P-Barvar + 100%KN + 50%P) e 37,9 (N-Barvar + K-Barvar + P-Barvar + 0%NPK) e 40,9 (N-Barvar + K-Barvar + P-Barvar +

50%NPK) folhas.planta⁻¹, respectivamente. O que demonstra o efeito positivo dos tratamentos com biofertilizantes (inoculantes) com uso de bactérias na solubilização de nutrientes da fase sólida mineral e orgânica do solo para a solução do solo e consequente absorção pelos acessos de feijão-fava. Para o diâmetro do caule (DC) as maiores médias obtidas foram de 6,19 (N-Barvar + PK100%), 6,02 (K-Barvar + 100%PN); 6,24 (N-Barvar + K-Barvar + P-Barvar + 0%NPK) e 6,20 mm (N-Barvar + K-Barvar + P-Barvar + 50%NPK), respectivamente. Diferindo assim, significativamente pelo teste de média ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto aos acessos 1 e 2 (Tabela 2), pode-se observar que houve diferença significativa quanto ao diâmetro do caule entre os acessos de feijão-fava avaliados, onde o acesso 2 apresentou maior média para diâmetro de caule em relação ao acesso 1, com valor de 5,92mm. Demonstrando que apesar de serem da mesma espécie, os acessos avaliados podem apresentar diferenças significativas entre si, proveniente do potencial genético que cada acesso apresentou nas presentes condições em que a pesquisa foi desenvolvida.

Tabela 2. Valores médios para diâmetro de caule (DC) aos 60 dias em função da adubação NPK e Uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Pombal, PB, 2019.

Tratamento	Médias
	DC (mm)
<i>T</i> ₁	5,60b
<i>T</i> ₂	5,13c
<i>T</i> ₃	6,19a
<i>T</i> ₄	5,76b
<i>T</i> ₅	6,02a
<i>T</i> ₆	5,80b
<i>T</i> ₇	5,30c
<i>T</i> ₈	5,72b
<i>T</i> ₉	6,24a
<i>T</i> ₁₀	6,20a
Média	5,80
Acesso	DC (mm)
A ₁	5,67b
A ₂	5,92a

T₁:Testemunha; **T**₂:NPK_{100%}; **T**₃:N_{Barvar}+PK_{100%}; **T**₄:N_{Barvar}+PK_{100%}+N_{50%}; **T**₅:K_{Barvar}+NP_{100%}; **T**₆:K_{Barvar}+NP_{100%}+K_{50%}; **T**₇:P_{Barvar}+NK_{100%}; **T**₈:P_{Barvar}+NK_{100%}+P_{50%}; **T**₉:N_{Barvar}+P_{Barvar}+K_{Barvar}; **T**₁₀:N_{Barvar}+P_{Barvar}+K_{Barvar}+NPK_{50%}. A₁:Luzente; A₂:Venturinha.

Após sessenta dias da imposição dos tratamentos (Tabela 3), as diferentes combinações de NPK e de condicionadores de solo influenciou o comportamento da cultura do feijão-fava em relação aos parâmetros fisiológicos: concentração intercelular de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e assimilação líquida de CO_2 (A). Não observou-se efeito significativo para o fator combinações (NPK+CON) quanto a eficiência do uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (E_iC_i) e para a interação entre as combinações (CON X AFV) e os diferentes acessos de feijão-fava (AFV) para as variáveis referentes as troca gasosas.

Tabela 3. Análise de variância para concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s), transpiração (E), taxa de assimilação fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (E_iC_i) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Pombal, PB, 2019.

FV	Quadrado Médio					Média	CV %
	CON	AFV	CON X AFV	Bloco	Erro		
C_i	1628,44*	304 ^{NS}	766,78 ^{NS}	11971,99	803,8	199,22	14,2
g_s	0,001*	0,000003 ^{NS}	0,0005 ^{NS}	0,002	0,0006	0,07	31,7
E	0,50*	0,0003 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,11	0,15	1,46	26,6
A	10,05*	4,44 ^{NS}	2,58 ^{NS}	7,34	3,29	7,79	23,2
E_iUA	1,03	0,23 ^{NS}	0,55 ^{NS}	2,48	0,68	5,43	14,0
E_iC_i	0,0003	0,000006 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0007	0,0001	0,04	30,9
GL	9	1	9	5	95	-	-

* = significativo ao nível de 0,05 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Analisando a tabela 4, nota-se que não houve diferença significativa quanto a concentração interna de CO_2 (C_i) entre T₁, T₂ (100%NPK), T₃, T₄, T₉ e T₁₀ que receberam o N_{Barvar} em suas combinações com os seguintes valores correspondentes: 206,1; 210,8; 204,1; 208,6; 211,9 e 202,8 mol m⁻² s⁻¹. Os tratamentos que não receberam N_{Barvar} ou reduziu-se a quantidade de fertilizantes recomendados para a cultura do feijão-fava (TRANI et al., 2015), apresentaram as menores médias. Esta variação nos valores médios de concentração interna (C_i) pode está associado aos benefícios do uso do N_{Barvar} que pode ter diminuído o estresse

hídrico para a cultura, aumentando assim, as trocas gasosas e a fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2017). Segundo Jadoski et al. (2005), a redução da concentração interna de CO_2 no mesófilo foliar é promovido pelo fechamento dos estômato, reduzindo as trocas gasosas e inibindo a fotossíntese. Segundo Paiva et al. (2005), a taxa de concentração interna de CO_2 no mesófilo foliar está associado diretamente com o fechamento dos estômatos e a redução na assimilação de CO_2 .

Para os resultados obtidos referentes à condutância estomática (g_s), a média observada foi de $0,079 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Tabela 4). Avaliando os efeitos da adubação mineral, orgânica e organomineral na cultura do feijão gurgutuba, Santos (2016) verificou para a condutância estomática (g_s) um valor médio de $0,16 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para as condições edafoclimáticas de Bananeiras-PB. No presente estudo, a cultura do feijão-fava apresentou uma menor condutância estomática (g_s) quando comparado a cultura do feijão Gurgutuba, sugerindo que a cultura da fava apresenta certa capacidade em resistir à deficiência hídrica. A observação da atividade estomática é fundamental no entendimento dos processos fisiológicos, a qual é o principal meio de trocas gasosas entre a atmosfera e o interior da maquinaria fotossintética (SINGH e REDDY, 2011) *apud* (DUTRA et al., 2015). Sendo assim notou-se maiores médias para a testemunha com $0,091 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e o tratamento 9 com $0,098 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ que não possuem nenhuma porcentagem de adubação mineral, no entanto, o tratamento 9 que recebeu apenas os condicionadores de solo ($\text{N}_{\text{Barvar}}+\text{K}_{\text{Barvar}}+\text{P}_{\text{Barvar}}+0\%\text{NPK}$) diferiu significativamente dos demais tratamentos ($p<0,05$) que receberam parte da adubação recomenda para a cultura do feijão-fava e/ou condicionadores de solo associados à adubação mineral. Possivelmente, os menores valores de condutância estomática em $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8$ e T_{10} pode ter sido afetado pelas limitações hídricas conforme observado por Alvino (2012) ao estudar o comportamento fisiológico da cultura do feijão-fava em diferentes regimes de umidade do solo.

As maiores médias referentes a transpiração (E) foram as correspondentes a T_1 com $1,639 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, T_3 ($\text{N}_{\text{Barvar}}+\text{PK}100\%$) com $1,508$, T_8 ($\text{P}_{\text{Barvar}}+100\%\text{KN} + 50\%\text{P}$) e T_9 ($\text{N}_{\text{Barvar}}+\text{K}_{\text{Barvar}}+\text{P}_{\text{Barvar}}+ 0\%\text{NPK}$) com $1,58$ e $1,666$, respectivamente. Observando-se que, tais tratamentos ou não receberam a adubação NPK recomendada para a cultura associada ao uso dos condicionadores de solo total ou parcialmente. Essas variações na verdade refletem as consequências de pequenas variações na fisiologia associadas a mudanças na transpiração em condições ambientais diferentes (TAIZ e ZEIGER, 2017). Mariano (2019), avaliando o comportamento fisiológico da cultura do feijão-fava em função da adubação mineral e

orgânica, uso de inoculantes e bioestimulantes observou valores de transpiração variando de 2,067 (Bioestimulante e Adubação mineral) e 2,618 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ (Adubação mineral) em Bananeiras, Estado da Paraíba.

No que se refere ao comportamento da variável fotossíntese líquida (A), a média observada no presente estudo foi de 7,79 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (Tabela 4). Os maiores valores médios obtidos para fotossíntese líquida (A) foram nos tratamentos que receberam o condicionador de solo P_{Barvar} (T₇, T₈, T₉ e T₁₀) e a testemunha, com médias de 8,34, 8,98, 8,84, 8,32 e 8,37 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, respectivamente. Segundo Jacinto et al. (2019), as alterações na fotossíntese líquida podem ser ocasionadas por limitações estomáticas decorrentes das mudanças na abertura dos estômatos e resistência ao influxo de CO₂; e devido também às limitações nas reações bioquímicas como a inibição não estomática da fotossíntese em consequência do comprometimento da regeneração da Rubisco. Os mesmos autores, observaram valores médios superiores aos obtidos no presente estudo ao avaliarem as respostas de genótipos de feijão-fava submetidos ao estresse hídrico cultivados em Fortaleza-CE.

Tabela 4. Valores médios de concentração interna de CO₂ (*C_i*), condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*) e fotossíntese (*A*) aos 60 dias em função da adubação NPK e uso de condicionadores de solo na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Pombal, PB, 2019.

	Médias			
	<i>C_i</i>	<i>g_s</i>	<i>E</i>	<i>A</i>
	μmol m ⁻² s ⁻¹	mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹
<i>T₁</i>	206,1a	0,091b	1,639a	8,37a
<i>T₂</i>	210,8a	0,079b	1,455b	7,16b
<i>T₃</i>	204,1a	0,079b	1,508a	7,68b
<i>T₄</i>	208,6a	0,078b	1,451b	7,21b
<i>T₅</i>	194,7b	0,062b	1,188b	6,46b
<i>T₆</i>	179,2b	0,055b	1,096b	6,51b
<i>T₇</i>	190,9b	0,078b	1,491b	8,34a
<i>T₈</i>	183,1b	0,084b	1,580a	8,98a
<i>T₉</i>	211,9a	0,098a	1,666a	8,84a
<i>T₁₀</i>	202,8a	0,087b	1,475b	8,32a

Média	199,22	0,079	1,455	7,79
T₁ :Testemunha; T₂ :NPK100%; T₃ :N _{Barvar} +PK _{100%} ; T₄ :N _{Barvar} +PK _{100%} +N _{50%} ; T₅ :K _{Barvar} +NP _{100%} ; T₆ :K _{Barvar} +NP _{100%} +K _{50%} ; T₇ :P _{Barvar} +NK _{100%} ; T₈ :P _{Barvar} +NK _{100%} +P _{50%} ; T₉ :N _{Barvar} +P _{Barvar} +K _{Barvar} ; T₁₀ :N _{Barvar} +P _{Barvar} +K _{Barvar} +NPK _{50%} .				

Os tratamentos que não receberam P_{Barvar} apresentaram os resultados menos expressivos para a fotossíntese, diferindo-se dos tratamentos que não receberam os condicidores N_{Barvar} e K_{Barvar} + proporções de adubação NPK, não diferindo estatisticamente ntre si e apresentando valores ligeiramente inferiores ao tratamento testemunha.

5 CONCLUSÕES

Os maiores valores obtidos para número de folhas foram observados nos tratamentos em que se utilizaram os condicionadores de solo e a testemunha.

Para as variáveis fisiológicas, de um modo geral, observou-se uma resposta mais eficiente em termos fisiológicos nos tratamentos em que se utilizou os condicionadores de solo via sementes e fertirrigação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. U. **Rendimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) em função da adubação organomineral**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 65p. 2006.

ALVES A. U. et al. Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p. 251-254, 2008.

ANTUNES, J. E. L. **Diversidade genética e eficiência simbiótica de isolados de rizóbios nativos em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)** – Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 108p. 2010.

AZANI, N. et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). **Taxon**, v.66, n.1, p.44-77, 2017.

AZEVEDO, P. T. M. **Minhocas, fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas em mudas de Araucária angusífolia**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 77p, 2010.

BALDISSERA, I. T.; SCHERER, E. E. Correção da acidez do solo e adubação da cultura do feijão. In: **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina**. A cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1992, p.115-136.

CANUTO, E. L. et al. Respostas de plantas micro-propagadas de cana-de-açúcar à inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas. **Revista Agronomia**, v.37, n.2, p.67-72, 2003.

CAVALCANTE, R. R.; NASCIMENTO, R. I.; ROCHA, C. N. R. Características produtivas de frutos de abobrinha de moita em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.6, p.11-15, 2017.

CAVALHEIRO, V. B. D. **Caracterização de genótipos de feijão-lima (*Phaseolus lunatus* L.) na região de Pelotas-Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

CHAVES, J. C. D. **Manejo do solo: adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, 2002. 36p. (Circular, 120).

COSTA NETO, V. P. **Nodulação e fixação biológica de nitrogênio em feijão-fava inoculado com rizóbios isolados de solos da microrregião do Médio Parnaíba Piauiense**. Mestrado (Dissertação), Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 59p. 2016.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E, CASTELLANE, P.D. CRUZ, M.C.P., coord. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal-SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p.85-140, 1993.

DUTRA A. F. et al. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi

cultivados sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.189-197, 2015.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 102, p.1-9, 2003.

FAGERIA, N. K. Calibração de análise de fósforo para arroz em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.4, p.579-586, 1990.

FERREIRA, M. M. M., et al. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.468-473, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. 2, ed., São Paulo: Ceres, 1981, 336p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000. 402p.

FONSECA, M. R. et al. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão-caupi em função do fósforo e da saturação por bases. *Revista Ciências Agrárias*, Belém, v. 53, n. 2, p.195-205, 2010.

FRAZÃO, J. E. M., et al. Crescimento da fava em resposta a níveis de fósforo na presença e ausência de calagem em Latossolo Amarelo. In: FERTBIO, 2004. **Anais...** Lages, SC: SBSCS. (CD-ROM).

GOMES, T. C. de A.; LOPES, V. M. B. **Velocidade de decomposição e liberação de nutrientes da biomassa de diferentes espécies de leguminosas em um sistema agroflorestal no Acre**. Rio Branco, CPAF/EMBRAPA. 1997, 2p. (Pesquisa em andamento, 111).

GUEDES, G. N.; SOUZA, A. S.; LIMA, A. S.; ALVES, L. S. Eficiência agrônômica de inoculantes em feijão-caupi no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.4, p.82-89, 2010.

GYANESHWAR, P. et al. Herbaspirillum colonization increases growth and nitrogen accumulation in aluminium tolerant rice varieties. **New Phytologist**, v.154, n.1, p.131-145, 2002.

HESTER, J. B.; SHELTON, F. A.; ISAACS, J. R. The rate and amount of plant nutrients absorbed by various vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, v.57, p.249-251, 1951.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Insumos Biológicos. Disponível em: <<http://www.greenbiotech.com.br/insumos-biologicos/>>.

JACINTO, S. G. et al. Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.34, n.3, p.413-422, 2019.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v.1, p.11-19, 2005.

JUNQUEIRA, S. F.; OLIVEIRA, E. A. de; MASCARENHAS, R. de J. Caracterização físico-química da fava rajada (*Phaseolus lunatus* L.) cultivada no sertão da Paraíba. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, Maceió. **Anais...** Maceió: [IFAL], p.1-7. 2010.

LOPES, A. C. A., et al. Diversidade Genética. In: ARAÚJO, A. S. F. de.; LOPES, A. C. de. A.; GOMES, R. L. F. (Org.). **A cultura do feijão-fava na Região Meio-Norte do Brasil**. 1ª ed. Teresina: EDUFPI, 2010, v. 1, p.45-72.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Ceres, 1989. 250p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. (eds.). **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA, p.449-542. 2006.

MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; CASALI, V. W. D.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.306-312, 2001.

NOBRE, D. A. C. et al. Qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n.4, p.425-429, 2012.

NOBRE, D. A. C.; BRANDÃO JUNIOR, D. da S. **Feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**. 2016. Disponível em: <[https://www.grupocultivar.com.br/artigos/feijão-fava-phaseolus-lunatus-l->](https://www.grupocultivar.com.br/artigos/feijão-fava-phaseolus-lunatus-l-).

OLIVEIRA, A. P., et al. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo em um Neossolo Regolítico. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.543-546, 2004.

OLIVEIRA, F. R. A. et al. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.519-526, 2010.

OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P. Caracterização botânica e agrônômica de acessos de feijão-fava em Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.143-148, 2011.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. IN: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.169-221.

RAHMANI, H. A. et al. Genetic diversity and symbiotic effectiveness of rhizobia isolated from root nodules of *Phaseolus lunatus* L. grown in soils of Iran. **Applied Soil Ecology**, v.48, p.287-293, 2011.

ROSOLEM, C. A. **Calagem e adubação mineral**. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafos, 1996, p.353-390.

SANTOS, E, M. **Produção e qualidade da variedade local de feijão Gurgutuba em resposta a diferentes adubações**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras – PB, 104p.

SILVA, A. G. da. et al. Crescimento inicial de *Phaseolus lunatus* L. submetido a diferentes substratos orgânicos e aplicação foliar de urina de vaca. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.1, p.131-135, 2015.

SOUZA, M. V. P. et al. **Cultivo da fava irrigada com água salina em solo com biofertilizantes no maciço de baturité, ceará**. Semana Universitária - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), 2017.

SOARES, V. F. **Avaliação da resistência à antracnose em etnov variedades de *Phaseolus lunatus* L.** Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas – Agronomia) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL, 2019. 131f.; il; 33 cm.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington: USDA, 2014. 372p.

SOUZA, T. P. et al. Seleção de acessos promissores de feijão-fava na Baixada Fluminense, RJ, por meio de descritores morfoagronômicos. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V.30, p.211-224, 2019.

TRANI, P. E. et al. **Calagem e adubação do feijão-vagem, feijão-fava (ou fava-italiana), feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem)**. Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Campinas (SP), 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente%20SOS/Downloads/Calagemeadubaoparaofeijovagemeoutr os1%20(1).pdf>

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. Andrei, 2007

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. Ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 819p.

VAZ PATTO, M. C. et al. Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes. **Critical Reviews in Plant Science**, v.34, p. 105-143, 2015.

VIEIRA, R. F. **A cultura do feijão-fava**. Informe Agropecuário, n.174, p.30-37. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992.