



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

EMANICE MARTINS DOS SANTOS

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA VARIEDADE LOCAL DE FEIJÃO GURGUTUBA
EM RESPOSTA A DIFERENTES ADUBAÇÕES

BANANEIRAS – PARAÍBA
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

EMANICE MARTINS DOS SANTOS

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA VARIEDADE LOCAL DE FEIJÃO GURGUTUBA
EM RESPOSTA A DIFERENTES ADUBAÇÕES

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Agroalimentar

Comitê de Orientação:
Dr.^a Raunira da Costa Araújo
Dr.^a Solange de Sousa
Dr.^a Hemmannuella Costa Santos

BANANEIRAS – PARAÍBA

2016

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Classificação
e Catalogação da Biblioteca Central da UFPB

S237p Santos, Emanice Martins dos.
Produção e qualidade da variedade local de feijão
Gurgutuba em resposta a diferentes adubações / Emanice
Martins dos Santos.- Bananeiras-PB, 2016.
104f. : il.
Orientadores: Raunira da Costa Araújo, Solange de Sousa,
Hemmannuella Costa Santos
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA
1. Tecnologia de alimentos. 2. Tecnologia agroalimentar.
3. *Phaseolus vulgaris* L. 4. Componentes químicos. 5. Cultivar.
6. Crioula. 7. Adubos.

UFPB/BC

CDU: 664(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: Produção e qualidade da variedade local de feijão Gurgutuba em resposta a diferentes adubações.

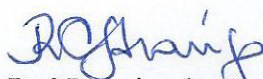
AUTOR: Emanice Martins dos Santos

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Raunira da Costa Araújo

JULGAMENTO

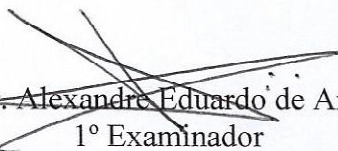
CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:



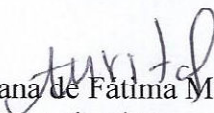
Prof.^a Dr.^a Raunira da Costa Araújo
Orientadora

Universidade Federal da Paraíba / UFPB



Prof. Dr. Alexandre Eduardo de Araújo
1º Examinador

Universidade Federal da Paraíba / UFPB



Prof.^a Dr.^a Adriana de Fátima Meira Vital
2º Examinadora

Universidade Federal de Campina Grande / UFCG

Bananeiras, 29 de fevereiro de 2016

À minha mãe.

OFEREÇO

*À minha família, em especial aos meus pais,
Manoel Tavares dos Santos (in memoriam) e
Eunice Leopoldina Martins Tavares, aos
meus queridos filhos, Yebá e Amana, ao
meu amado esposo, Rubens, pelo incentivo
na busca de novos conhecimentos.*

DEDICO

AMARRA O TEU ARADO A UMA ESTRELA

*Se os frutos produzidos pela terra
Ainda não são
Tão doces e polpudos quanto às peras
Da tua ilusão
Amarra o teu arado a uma estrela
E os tempos darão
Safras e safras de sonhos
Quilos e quilos de amor
Noutros planetas risonhos
Outras espécies de dor*

*Se os campos cultivados neste mundo
São duros demais
E os solos assolados pela guerra
Não produzem a paz
Amarra o teu arado a uma estrela
E aí tu serás
O lavrador louco dos astros
O camponês solto nos céus
E quanto mais longe da terra
Tanto mais longe de Deus*

Gilberto Gil

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, filhos, marido, irmãos e familiares, em especial a minha mãe, por todo amor, dedicação e incentivo.

Um especial agradecimento ao meu marido, pela colaboração e paciência durante esta etapa da minha vida.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em especial o Laboratório de Pós-colheita, pela oportunidade e pelo apoio durante o período de realização dos trabalhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Prof.^a Raunira da Costa Araújo, pelo apoio e conhecimentos que contribuíram para a minha formação profissional. Agradeço pela confiança em mim conferida.

As minhas coorientadoras, Prof.^a Solange de Sousa e Prof.^a Hemmannuella Costa Santos pelo apoio durante a condução do projeto de pesquisa.

Ao Professor, Dr. Laésio Pereira Martins, pelas orientações, apoio durante o experimento de campo, pós-colheita e pelo o exemplo de grande profissional.

Aos Professores do Programa em Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, por terem passado conhecimentos importantíssimos a minha formação profissional.

Aos membros da banca examinadora: Prof.^a. Adriana de Fátima Meira Vital e Prof. Alexandre Eduardo de Araújo, pela contribuição.

Aos alunos de Doutorado em Agronomia do *Campus* CCA/UFPB, Areia-PB, Francisco Thiago e Marlene, pela disponibilidade na realização das análises com o aparelho IRGA e pela atenção e orientações sobre os resultados obtidos.

Ao Professor, Dr. Pedro Germano Antonino Nunes, pelas palavras de incentivo e atenção.

Ao funcionário e amigo, Cícero, sempre atencioso e disponível em me auxiliar nos momentos de dificuldades.

Aos colegas da Pós-Graduação, George e Cácio, pela ajuda imensurável nas análises físico-químicas, apoio e amizade.

Aos agricultores, senhora Maria das Graças, senhora Maria, seu Jorge e seu José do Sítio Matinhas, Serraria-PB, pelas informações prestadas com relação a cultivar crioula de feijão Gurgutuba Roxo, e por terem cedido gentilmente às sementes para a realização deste trabalho.

Ao aluno voluntário do Curso Bacharelado em Agroindústria CCHSA/UFPB, Alânio Danilo Ribeiro da Silva, pelo apoio durante o experimento de campo e pelo incentivo.

Ao aluno do Curso de Agroecologia CCHSA/UFPB, David Sossego, por ter cedido os compostos, fruto do seu trabalho de pesquisa, para a execução da pesquisa de campo, e também pela extrema educação e simpatia.

Aos alunos, Jorge (Curso Ciências Agrárias), Jandeilson, Rayane e Railes (Curso Agroindústria), Maxsuel (Técnico em Agroindústria), pelo apoio na realização das análises, sempre dispostos em me auxiliar.

Aos funcionários técnico-administrativos, Jerônimo (Laboratório de Microbiologia de Alimentos), Renata (Laboratório de Físico-química de Alimentos) e Reutman (Laboratório de Nutrição Animal), por todo apoio, auxílio e presteza.

Aos funcionários da Biblioteca da UFPB/CCHSA, pelo o auxílio prestado na busca de referências bibliográficas.

A todas as pessoas que me auxiliaram com o coração aberto, meus verdadeiros amigos que me incentivaram, me dando forças, meu mais sincero e profundo AGRADECIMENTO!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1 A cultura do feijão.....	5
3.1.2 Aspectos botânicos e fisiológicos do feijão.....	5
3.1.3 Aspectos socioeconômicos e de produção.....	7
3.2 Clorofila, fotossíntese e trocas gasosas.....	9
3.3 Diversidade genética das sementes crioulas.....	12
3.4 Composição química do feijão.....	14
3.5 Adubação orgânica.....	15
3.6 Adubação mineral.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Local do experimento.....	22
4.2 Caracterização da área de estudo.....	22
4.3 Locais das análises.....	25

4.4	Matéria-prima.....	25
4.5	Delineamento experimental.....	26
4.6	Características do experimento.....	27
4.7	Condução da cultura.....	28
4.7.1	Solo.....	28
4.7.2	Adubação.....	30
4.7.3	Semeadura e desbaste das plântulas.....	36
4.7.4	Irrigação.....	36
4.7.5	Manejo de Plantas Invasoras, pragas e doenças.....	37
4.8	Variáveis avaliadas na cultura do feijão.....	41
4.8.1	Índice de clorofila foliar e medidas de trocas gasosas.....	41
4.9	Colheita, acondicionamento e secagem.....	36
4.10	Análises dos componentes de produção e produtividade.....	42
4.11	Determinação da composição química e valor energético.....	44
4.12	Análise estatística.....	44

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....45

5.1	Avaliações das características agronômicas.....	45
5.1.1	Índices de clorofila foliar.....	45
5.1.2	Medidas de trocas gasosas.....	48
5.1.2.1	Temperatura foliar – T_{leaf}	48
5.1.2.2	Concentração interna de CO_2 – C_i	50
5.1.2.3	Taxa de transpiração – E	51
5.1.2.4	Condutância estomática – G_s	52
5.1.2.5	Assimilação líquida de CO_2 – A	53
5.1.2.6	Eficiência de uso da água – EUA (A/E).....	55
5.1.2.7	Eficiência instantânea de carboxilação – E_iC (A/C_i).....	56
5.1.2.8	Resistência estomática – R_s	57
5.1.3	Componentes da produção e produtividade.....	58
5.1.3.1	Comprimento de Vagem – CV.....	59
5.1.3.2	Número de Vagens por Planta – NVPL.....	60
5.1.3.3	Número de Grãos por Vagem – NGV.....	61
5.1.3.4	Peso de cem Grãos – PG.....	62

5.1.3.5	Número de Grãos por Planta – NGPL.....	62
5.1.3.6	Produção de Vagens por Planta – PVPL.....	64
5.1.3.7	Produção de Grãos por Planta – PGPL.....	64
5.1.3.8	Produção de Vagens por Parcela – PVPA.....	66
5.1.3.9	Produção de Grãos por Parcela – PGPA.....	66
5.1.3.10	Estimativa de Produtividade – EP.....	66
5.2	Composição centesimal e valor energético do feijão.....	69
5.2.1	Fibras.....	70
5.2.2	Teor de proteína.....	71
5.2.3	Lipídeos.....	72
5.2.4	Umidade.....	73
5.2.5	Cinzas.....	74
5.2.6	Carboidratos.....	74
5.2.7	Valor energético.....	75
6	CONCLUSÕES.....	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	05
2 Local do experimento de campo.....	21
3 Temperatura do ar mínima, máxima e média entre 01/09/2015 e 05/11/2015....	22
4 Sementes de feijão Gurgutuba Roxo.....	23
5 Delineamento do campo experimental.....	24
6 Representação esquemática da área experimental.....	25
7 Estabelecimento dos leirões nas parcelas experimentais.....	26
8 Adubação orgânica.....	29
9 Adubação organomineral.....	30
10 Irrigação por microaspersão.....	33
11 Fotossíntese líquida em razão da radiação fotossinteticamente ativa (RAFA) em folhas de plantas de feijão.....	35

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Safras de feijão, principais regiões e estados produtores.....	08
2	Resultado da análise química da camada de 0-20 cm do solo da área experimental.....	26
3	Tratamentos e adubações realizadas na área experimental.....	27
4	Características químicas dos compostos bovino (CB), caprino (CC) e esterco bovino (EB) utilizados como adubação orgânica na área experimental.....	28
5	Quantidades de uréia (g), superfosfato simples (g) e cloreto de potássio (g) utilizados como adubo no tratamento 3.....	30
6	Quantidades de esterco bovino por tratamento (kg), parcela (kg) e cova (g), e quantidades de uréia (g), superfosfato simples (g) e cloreto de potássio (g) utilizados como adubo no tratamento 4.....	31
7	Índices de clorofila A (CL <i>a</i>), clorofila B (CL <i>b</i>) e clorofila total (CL <i>TL</i>) das folhas da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em função de diferentes adubações.....	39
8	Valores médios da temperatura foliar – Tleaf, concentração interna de CO ₂ – Ci, taxa de transpiração – <i>E</i> , condutância estomática – Gs, assimilação líquida de CO ₂ A, eficiência de uso da água – EUA, eficiência instantânea de carboxilação – EiC e resistência estomática – Rs das folhas da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo submetidos a diferentes adubações.....	41
9	Comprimento de Vagem – CV, Número de Vagens por Planta – NVPL, Número de Grãos por Vagem – NGV, Peso de cem Grãos – PG (g) e Número de Grãos por Planta – NGPL da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em função de diferentes adubações.....	51
10	Produção de Vagens por planta – PVPL (g), Produção de Grãos por Planta – PGPL (g), Produção de Vagens por Parcela – PVPA (kg), Produção de Grãos por Parcela – PGPA, Estimativa de Produtividade – EP (kg.ha ⁻¹), da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em resposta a diversas fontes de adubos.....	54
11	Composição centesimal média (g 100 g ⁻¹) e valor energético (kcal.100 g ⁻¹) de grãos de feijão da cultivar Gurgutuba Roxo em resposta a diversas fontes de adubos.....	58
12	Comparação entre os valores médios do conteúdo energético do feijão Gurgutuba Roxo pesquisado e valores médios das cultivares do feijão crioulo Vermelho pesquisado por Soares Júnior et al. (2015).....	65

RESUMO

SANTOS, Emanice Martins. **Produção e qualidade da variedade local de feijão Gurgutuba em resposta a diferentes adubações**. Bananeiras, 2016. 104 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras. 2016.

O feijão é um alimento que ocupa um lugar de evidência na alimentação diária da população brasileira. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior consumidor mundial *per capita* dessa leguminosa. No estado da Paraíba, o feijão é o segundo produto mais produzido, sendo as sementes de variedades locais ou crioulas as mais cultivadas. Objetivou-se com a pesquisa avaliar a interferência de diferentes fontes de adubos nas características de produção e na qualidade da cultivar local de feijão Gurgutuba Roxo. O estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal da Paraíba – Campus III, Bananeiras-PB, no período de agosto a dezembro de 2015. As sementes foram adquiridas de uma comunidade da agricultura familiar em Serraria-PB. O delineamento experimental foi em Blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte oito parcelas. As parcelas foram constituídas de três linhas de 3,00 m, o espaçamento entre parcelas foi de 1,00 m e entre blocos de 2,00 m. A área útil foi formada pela linha central com seis plantas. Os tratamentos foram constituídos por: tratamento testemunha (sem adubo); tratamento 1 (esterco bovino); tratamento 2 (composto bovino); tratamento 3 (adubo mineral: NPK); tratamento 4 (adubo organomineral); tratamento 5 (composto caprino mais adubo foliar organomineral a 5%) e tratamento 6 (composto caprino mais adubo foliar organomineral a 10%). Foram realizadas análises de índice de clorofila foliar com o ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030, medidas de trocas gasosas com o Infra-red. Gás Analyzer – IRGA, componentes de produção, produtividade, composição química e valor energético do feijão. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Observou-se os maiores teores de clorofila *a*, *b* e *TL* nas plantas do tratamento com composto bovino. Verificou-se a maior taxa de fotossíntese líquida no tratamento testemunha, uma elevada temperatura foliar nas plantas de todos os tratamentos e uma condutância estomática elevada no tratamento com adubo mineral. As plantas do tratamento com adubo mineral foram as que apresentaram os maiores valores de produção. Nos teores de fibra, lipídeos, umidade, carboidrato, cinzas e valor energético foram observadas diferenças. Os maiores teores de carboidrato e valor energético foram expressos nos grãos do tratamento testemunha. A cultivar Gurgutuba submetida a diversas fontes de adubos foi influenciada na maioria dos parâmetros analisados, os quais evidenciaram produtividades superiores a do Brasil, Nordeste e Paraíba no ano de 2015.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Componentes Químicos. Cultivar Crioula. Adubos.

ABSTRACT

SANTOS, Emanice Martins. **Production and quality of local variety of Gurgutuba beans in response to different fertilizations**. 2016. 104 f. Dissertation (Master's in Agrifood Technology) – Post Graduate Program in Agrifood Technology, Federal University of Paraíba, Bananeiras. 2016.

Beans are a food that occupies a notable place in the daily diet of the Brazilian population. Brazil is the second biggest producer and the biggest world consumer *per capita* of this legume. In the state of Paraíba, beans are the second most produced product, the seeds being of local varieties or creole ones, which are the most cultivated. This research has as its goal the evaluation of the interference of different sources of fertilizers in the characteristics of the production and in the quality of the cultivation of the local purple Gurgutuba bean. This study was conducted in the experimental Field of UFPB (Paraíba Federal University) – Campus III, Bananeiras-PB, in the period of august to december of 2015. The seeds were acquired from a family farming community in Serraria, Paraíba. The experimental outline were in casualized blocks, with seven treatments and four repetitions, totaling twenty eight parcels. The parcels were constituted by three lines of 3 meters, the spacing between the parcels were of 1 meter and spacing between blocks were 2 meters. The productive area was formed by the central line with six plants. The treatments were constituted by: witness treatment (without fertilizer); treatment 1 (bovine manure); treatment 2 (bovine compost); treatment 3 (mineral fertilizer: NPK); treatment 4 (organomineral fertilizer); treatment 5 (goat compost plus organomineral leaf-based fertilizer at 5%) and treatment 6 (goat compost plus leaf-based fertilizer at 10%). Analysis of leaf chlorofil index have been made with ClorofilLOG® model CFL 1030, the measures of gas exchanges were made with Infrared Gas Analyzer – IRGA, components of production, productivity, chemical composition and energetic value of the bean. The data was submitted to the analysis of variance by the test F, and the averages were compared amongst each other by the Tukey test, at 5% of significance. The biggest contents of chlorofil a, b and TL have been observed in the plants of the treatment with bovine compost. The biggest rate of liquid photosynthesis have been observed in the witness treatment, an elevated temperature has been observed in the leaves of the plants of all treatments and an elevated stomatal conductance has been observed with mineral fertilizer. The plants in the treatment with mineral fertilizer were the ones that presented the greatest values of production. In the contents of fiber, lipids, humidity, carbohydrate, ashes and energetic value, differences have been observed. The biggest content of carbohydrate and energetic value were expressed in the grains of the witness treatment. Cultivating Gurgutuba beans submitted to several sources of fertilizers has been shown to have an influence in most of the analyzed aspects, which have evidenced productivities superior to those of the rest of Brazil, Northeast and the state of Paraíba in relation to the year of 2015.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Chemical Components. Cultivate Creole. Fertilizers.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é detentor da maior diversidade vegetal do mundo. Especialmente na Paraíba, os agricultores conseguiram, ao longo do tempo, desenvolver sementes de feijão adaptadas ao local onde são cultivadas através de formas de manejo tradicionais, as sementes crioulas. Essas sementes apresentam várias denominações, dentre estas, pode-se citar as sementes da paixão, como são chamadas na Paraíba, encontram-se em constante processo de evolução e adaptação ao meio e às práticas de manejo. No entanto, essas sementes de feijão-comum são cultivadas com um nível tecnológico quase que inexistente, e esta ausência de meios adequados à produção fragiliza a cadeia alimentar.

O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) insiste na concepção que as sementes locais são reconhecidas simplesmente como grãos, ao proporcionarem produtos de baixa produtividade e qualidade inferiores, não sendo, portanto, adequadas para o plantio, como sementes. Por esse motivo, há necessidade de tecnologias que permitam produzir melhores resultados com estes recursos genéticos, potencializando o uso destes e proporcionando autonomia sobre os fatores de produção ao agricultor.

Foi lançado oficialmente pela Organização das Nações Unidas (ONU) para Agricultura e Alimentação (FAO), 2016, como sendo o Ano Internacional das Leguminosas, objetivando difundir a capacidade e a relevância da proteína presente nos legumes secos e seus múltiplos benefícios à saúde humana. As leguminosas são geralmente produzidas por pequenos produtores e são produtos importantes para a segurança alimentar, principalmente em regiões em desenvolvimento, como a América Latina, África e Ásia, fazendo parte da dieta diária dessas populações.

De acordo com a ONU, as leguminosas como feijão de diversos tipos, grão-de-bico, ervilha, soja, lentilha e fava, entre outras, colaboram de maneira significativa para combater a fome, a desnutrição e os problemas de ordem ambiental e de saúde. Sendo assim, é de suma importância melhorar a produção através de manejos de adubação e rotação dessas culturas para encarar e estimular o consumo e comercialização dessas leguminosas.

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das cinco espécies do gênero *Phaseolus* mais cultivadas e exploradas comercialmente, com potencial para

fornecer proteína vegetal e a leguminosa de maior importância do gênero, sendo a espécie *P. vulgaris* a mais cultivada.

Quimicamente, o feijão possui constituintes e atributos que tornam seu consumo benéfico. Dentre os quais, pode-se ressaltar o conteúdo proteico relativamente alto (250 g. kg¹), o teor elevado de lisina, que desempenha efeito complementar às proteínas dos cereais, a fibra alimentar assessora na prevenção de problemas de saúde do sistema digestório e coração, promovendo a redução do colesterol e equilibrando o controle glicêmico (SOARES, 1996; RIOS et al., 2003).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de feijão, além de ser o maior consumidor desta leguminosa, necessitando de importações para poder suprir a sua demanda interna. Na grande parte das regiões produtoras, o problema tem sido a baixa produtividade, que provavelmente tem as suas causas na tecnologia rudimentar com emprego de métodos culturais inadequados, nas variações climáticas, a deficiência hídrica principalmente na região Nordeste do Brasil, em problemas fitossanitários e no esgotamento progressivo da fertilidade do solo sem a reposição adequada de nutrientes. O aspecto fundamental para o baixo rendimento refere-se ao nitrogênio (N), que é o macronutriente mais absorvido pelo feijão (GALLO et al., 1961).

A despeito da grande interação existente entre adubação e qualidade de grãos, poucos trabalhos são encontrados na literatura. Estudos nesse sentido, principalmente envolvendo cultivares em uso pelos produtores, como por exemplo, cultivares crioulas, são demasiado desejáveis e necessários. Contudo, apesar de existirem diversas publicações sobre o cultivo de feijoeiro, são poucas as informações disponíveis na literatura, baseadas em dados experimentais, sobre a influência de diferentes adubações na eficiência fotossintética, no rendimento e nos parâmetros de qualidade química de genótipos crioulos, cultivados no Semiárido paraibano.

Ressalta-se, ainda, a importância sobre o conhecimento das respostas de alguns atributos fisiológicos às variações da disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nos estádios de maior exigência nutricional da cultura do feijoeiro, sendo estas respostas de grande interesse agrônomo no uso e manejo dos diferentes adubos, visando à maximização da produção da cultivar em estudo.

A identificação de cultivares com parâmetros que imprimam maior qualidade química e tecnológica dos grãos são características importantes para que esta

cultivar seja aceita pelo mercado consumidor. Dalla Corte et al. (2003) afirmam que as qualidades químicas e tecnológicas do feijão são determinadas em parte pelo genótipo e influenciadas pelas condições do ambiente durante o desenvolvimento da planta e dos grãos, como também condições de armazenagem, umidade relativa, temperatura, teor de umidade do grão e luminosidade.

Pesquisas se intensificam no emprego de tecnologias de produção de sementes crioulas demonstrando que há uma extensa diversidade genética em genótipos crioulos de feijão, dentre as quais qualidade tecnológica, qualidade química e qualidade fisiológica. Entende-se que as sementes crioulas respondem de maneira diferente sob condições ambientais, de cultivo e de armazenagem e estes aspectos refletem significativamente na produção, aparência e qualidade físico-química do produto final. No entanto, pouco se conhece a respeito da produção, das características de qualidade dos grãos crioulos de feijão cultivado sob diferentes adubações.

O emprego adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro, pelo uso de adubos minerais e/ou orgânicos, contribui não só para aumentar a produtividade, como também proporciona um feijão com qualidade e valor nutricional superiores. Deste modo, quando o solo não dispõe de elementos suficientes para nutrir a planta de maneira balanceada, a adubação é capaz de proporcionar maior produtividade e melhor qualidade sensorial e nutricional, e, ainda, aumenta seu valor comercial ou industrial, e a resistência ao transporte e armazenamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a interferência de diferentes fontes de adubos nas características de produção e na qualidade da cultivar local de feijão Gurgutuba Roxo.

2.2 Objetivos específicos

Examinar o índice de clorofila foliar e a variação quantitativa da fotossíntese em feijão Gurgutuba Roxo em resposta a diferentes adubações;

Verificar as alterações nos componentes de produção dos grãos de feijão Gurgutuba Roxo submetidos a diferentes tipos de adubações;

Determinar a composição centesimal e valor energético da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em função de diferentes adubações.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do feijão

3.1.1 Aspectos botânicos e fisiológicos do feijão

Sob uma perspectiva taxonômica, o feijão-comum é o verdadeiro protótipo do gênero *Phaseolus*, classificado por Linné em 1753. Estudos de Cronquist (1988) classifica o gênero *Phaseolus* como pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Phaseolus*, espécie *Phaseolus vulgaris*.

Suas espécies são largamente cultivadas em todo o mundo, especialmente o feijão-comum. Revisões do gênero indicam que esse número pode variar de 31 a 55 espécies, todas originárias do Continente Americano, dentre estas, cinco são cultivadas: o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.); o feijão de lima (*P. lunatus* L.); o feijão Ayocote (*P. coccineus* L.); o feijão tepari (*P. acutifolius* A. Gray variedade. *latifolius* Freeman); e o *Phaseolus polyanthus* Greenman (DEBOUCK, 1999; LOPES, 2011).

O feijoeiro é uma planta anual herbácea, trepadeira ou rasteira, formando um dossel entre 25 a 50 cm de altura (FRANCELLI; DOURADO NETO, 2007) (Figura 1). Espécie de ciclo curto, sua maturidade fisiológica situa-se entre 60 a 120 dias conforme a cultivar e demonstra uma germinação predominantemente epígea.

Figura 1 – Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)



Fonte: Produção da própria autora.

Segundo Portes (1988) as cultivares de feijão são classificadas e agrupadas conforme seu hábito de crescimento em quatro tipos (I, II, III, IV), sendo um chamado de 'determinado' e os outros três denominados de 'indeterminado'. O primeiro tipo, também denominado de 'arbustivo', caracteriza-se por ostentar o caule e os ramos laterais terminando em uma inflorescência (florescimento ocorre do ápice da planta para a base) e conter um número limitado de nós. Nos feijões de hábito indeterminado, compreendem um caule principal com crescimento constante, numa continuidade de nós e entrenós, como afirmam Silva e Costa (2003); as inflorescências são axilares (florescimento da base para o ápice). O primeiro nó do caule herbáceo constitui os cotilédones; no segundo, as folhas simples: primárias ou primordiais; e, a partir do terceiro nó, as folhas compostas, trifolioladas, e assim posteriormente (SANTOS; GAVILANES, 2008).

O sistema radicular do feijão é formado por uma raiz principal ou primária, da qual se prolongam, lateralmente, as raízes secundárias e as terciárias, assemelha-se ao sistema fasciculado, posto que a raiz primária não conserva características de uma raiz pivoltante, além de concentrar aproximadamente 80% da biomassa radicular nos primeiros 20 cm de solo (VIEIRA, 1967). Dessa maneira, a planta busca seus nutrientes no estrato superficial do solo, o que a torna suscetível à falta de umidade. Portanto, é necessário utilizar métodos que propiciem o desenvolvimento radicular do feijoeiro (INFORZATO; MIYASAKA, 1963).

Nas raízes dessas leguminosas encontram-se nódulos onde vivem bactérias (*Rhizobium* spp.), que proporcionam às leguminosas a capacidade de usar o nitrogênio gasoso (N₂) da atmosfera. Nesse processo, ocorre uma relação de simbiose entre as bactérias que vivem nas células parenquimáticas dos nódulos, onde eles recebem carboidratos da planta e fornecem nitrogênio (VILHORDO et al., 1988).

A morfologia floral de *Phaseolus vulgaris* L. propicia a autopolinização, ou seja, é uma planta autógama. O fruto do feijão é um legume ou vagem deiscente. A deiscência é utilizada para caracterizar o tipo de feijão. Pode-se conceber três tipos: o de textura pergaminosa, o coriáceo e o carnoso (OSPINA, 1981).

A semente é exalbuminosa, ou melhor, não possui albume, as reservas nutritivas necessárias à germinação estão concentradas nos cotilédones. No tocante a peso e volume, os cotilédones são os elementos mais relevantes das sementes de feijão. Ademais, os atributos de textura e valor nutritivo são

influenciados pelo tamanho e forma das células, localização dos constituintes químicos dos cotilédones e tamanho da parede celular. A semente pode apresentar várias formas: arredondada, elíptica, reniforme ou oblonga e tamanhos que variam de muito pequenas (< 20 g) a grandes (> 40 g/100 sementes) (VIEIRA, 1967).

O desenvolvimento da planta do feijoeiro compreende duas grandes fases distintas, denominadas de fase vegetativa (V) e reprodutiva (R) que, por sua vez, são distribuídas em dez etapas. A fase vegetativa é representada pelas etapas V0, V1, V2, V3, e V4 e a reprodutiva integra as etapas R5, R6, R7, R8 e R9. Estas etapas divergem entre si pela exteriorização de múltiplos eventos (VIEIRA et al., 2006).

3.1.2 Aspectos socioeconômicos e de produção

Conforme os dados registrados pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO (2013), aproximadamente 55% da produção de feijão mundial procede de quatro países. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior consumidor mundial *per capita*. A Índia ocupa a primeira posição em produção e a maior em extensão de área plantada com esta leguminosa. Pode-se citar outros expressivos países produtores de feijão, como: Myanmar, China, Estados Unidos e México.

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância econômica para os produtores brasileiros, tendo destaque na safra 2014/2015 os estados do Paraná (640,9 mil toneladas; 20,60%), Minas Gerais (512,4 mil toneladas; 16,44%), Mato Grosso (484,5 mil toneladas; 15,6%) e Bahia (293,9 mil toneladas; 9,43%). Juntos, esses estados correspondem em média por 62,07% da produção nacional. A produção nacional de feijão para a safra 2015/2016 está estimada em 3.385,6mil de toneladas ano⁻¹. Considerando as três safras anuais de feijão que existem no país, estima-se que a área total de feijão poderá chegar em 2016 a 3.003,6mil hectares, o que implica em uma produtividade de 1.127kg ha⁻¹, conforme a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016).

A produção nacional de feijão é formada por três safras distintas. Estas safras, dependendo da região e estado, ocorrem em épocas diferentes do ano, sendo a primeira denominada “safra das águas”, nos meses de agosto a dezembro, a segunda “safra da seca”, ou “safrinha”, de dezembro a março e a terceira, “safra

de outono/inverno”, de abril a julho (Tabela 1). Dessa maneira, durante todo o ano haverá produção de feijão em pelo menos uma das cinco regiões brasileiras, facilitando o abastecimento interno (VIEIRA, 2008).

Tabela 1 – Safras de feijão, principais regiões e estados produtores

Safra	Principais Regiões e Estados
1ª - Safra das Águas	Sul, Sudeste, GO e BA
2ª – Safra da Seca	Nordeste, Sul e Sudeste
3ª – Safra de Inverno	MG, SP, GO e BA

Fonte: IBÉRICA (2012).

Além do significativo valor na alimentação do brasileiro, o feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, em virtude basicamente da mão de obra empregada ao longo do ciclo da cultura. Dessa forma, estimula a economia local, auxilia a geração de emprego e renda, além do mais, resguarda os costumes alimentares e a aptidão agrícola locais. Sendo assim, é legitimada como cultura de subsistência em propriedades de pequeno porte, característica da agricultura familiar, que por sua vez, utiliza técnicas precárias de produção, principalmente nas regiões Norte/Nordeste do Brasil. No entanto, nas últimas décadas houve um incremento progressivo de produtores de outras classes, empregando tecnologias avançadas, inserindo a irrigação e a colheita mecanizada (ZILIO, 2010).

O cultivo dessa leguminosa se disseminou em todo o território nacional, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. De acordo com Ferreira et al. (2008), para os consumidores não importa quem produz o feijão, se o grande ou o pequeno produtor, eles estão atentos à qualidade do produto, às condições e o sistema produtivo. Ressalta-se a preocupação desses consumidores na busca crescente por alimentos produzidos de uma maneira ambientalmente correta.

O consumo nacional tem oscilado entre 3,3 e 3,6 milhões de toneladas, em virtude da disponibilidade interna e dos preços praticados no mercado, que incentivam o consumidor a comprar mais ou menos produtos. Com relação ao consumo *per capita* de feijão que vem diminuindo, na década de 90, era em média de 19 kg/hab./ano; atualmente o consumo de feijão é em média 15 kg/hab./ano. Esta

queda se deve à crescente urbanização, mudança nos hábitos alimentares e a busca por produtos de preparo mais rápido, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016).

De uma maneira marcante, o Estado da Paraíba – Brasil é caracterizado pela presença da agricultura familiar. Os dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) informam que o feijão é o segundo produto mais cultivado da agricultura familiar paraibana, perdendo apenas para o milho e, de acordo com os dados do IBGE (2014), a produção de feijão no município de Bananeiras-PB em 2013 foi de 743 toneladas. O feijão é cultivado basicamente em sistema de sequeiro, livre de insumos modernos. Para Cunha (2013), as espécies mais produzidas neste estado são o feijão-de-arraque (*Phaseolus vulgaris*), a fava (*Phaseolus lunatus*) e o feijão macassa (*Vigna unguiculata*), que juntos são produzidos em 91.417 estabelecimentos e constituem 88% da produção total.

3.2 Clorofila, fotossíntese e trocas gasosas

As plantas, sendo organismos sésseis, ou seja, não possuem a capacidade de locomoção, vivem fixos, sempre agregados a um substrato ou apropriam-se praticamente do mesmo espaço durante o seu ciclo de vida. Assim, aperfeiçoaram a habilidade de acompanhar as mudanças ambientais e de regular o seu metabolismo e o seu crescimento ao ambiente em sucessivas alterações. A radiação, especificamente a luz, supre a planta de informações relevantes sobre o meio ambiente. Através de diferentes sensores (moléculas especiais denominadas ‘pigmentos’), as plantas possuem a capacidade de perceber a qualidade e quantidade de radiação (KERBAUY, 2008).

As clorofilas são os pigmentos naturais mais presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Os cloroplastos são organelas que possuem três compartimentos diferentes: o espaço intermembranar, o estroma (matriz) e o lúmen dos tilacóides (STREIT et al., 2005). Os tilacóides podem aparecer empilhados ou não. As regiões empilhadas são chamadas de lamelas da grana, enquanto as regiões não empilhadas são chamadas de lamelas do estroma. Nesta organela ocorrem as duas reações importantes da fotossíntese: a

fotoquímica, nas membranas dos tilacóides e a bioquímica, no estroma do cloroplasto (TAIZ; ZIEGER, 2004).

Pesquisas em uma ampla variedade de plantas indicam que os pigmentos clorofilianos são os mesmos. No entanto, a diversidade existente na cor dos vegetais aparece em virtude da presença e distribuição variável de outros pigmentos combinados, como os carotenóides, os quais sempre acompanham as clorofilas (VON ELBE, 2000).

A abundância e a presença desses pigmentos fotossintéticos nos vegetais variam de acordo com a espécie. A clorofila *a* (CL *a*) está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese com liberação de oxigênio. A CL *a* é o pigmento utilizado para realizar a etapa fotoquímica da fotossíntese, também conhecida como “reações dependentes da luz”, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação (CR), denominados de “pigmentos acessórios”. Ao longo da etapa fotoquímica, a energia absorvida pelos pigmentos fotossintéticos é transformada em ATP e NADPH, que possuem um poder redutor (STREIT et al., 2005).

Entre os pigmentos acessórios também se incluem outros tipos de clorofilas: CL *b*; CL *c*; e CL *d* (TAIZ; ZIEGER, 2004). A CL *b* é encontrada em vegetais superiores, algas verdes e euglenófitas. A CL *b* diferencia-se da CL *a* unicamente pela substituição do grupo metila ($-\text{CH}_3$), ligado ao II anel de porfirina desta última, pelo grupo formila ($-\text{CHO}$) (KERBAUY, 2008).

Ao ser absorvida pelos pigmentos, a energia é transmitida para sítios bem precisos, estabelecidos sobre as membranas dos tilacóides, nomeados “centros de reação”. Existem dois centros de reação, um deles absorvendo em 680 nm e outro em 700 nm, os quais se comunicam entre si por meio de carregadores de elétrons. O processo é iniciado a partir da molécula de clorofila, que ao absorver 680 nm no espectro visível, os elétrons provenientes da água são transferidos para a cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese (KLUGE, 2004; KERBAUY, 2008). Os vegetais utilizam-se da radiação fotossinteticamente ativa ou photosynthetic active radiation (RFA ou PAR) que está incluída entre 390 e 760 nm (intitulada luz visível) (TEIXEIRA et al., 2015).

O teor de clorofila frequentemente está relacionado de modo positivo com o teor de nitrogênio (N) na cultura. Para que ocorra síntese de clorofila, N é primordial e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese. A falta de N e

clorofila indica que a planta não vai empregar a luz do sol como fonte de energia para efetuar funções essenciais, como a absorção de nutrientes (REIS et al., 2006). Uma das maneiras de medir o teor de clorofila nas folhas é através do clorofilômetro. Este equipamento verifica, de forma indireta, instantânea e não-destrutiva, o estado nutricional de N na cultura (CARVALHO et al., 2012).

Comumente, a área foliar é atribuída como importantíssimo parâmetro na determinação da capacidade fotossintética, da densidade ideal de plantio, na interação solo-água-planta ou em pesquisas sobre nutrição de diversas culturas, como por exemplo, o feijão (SEVERINO et al., 2004). Segundo Torres Netto et al. (2005), a determinação indireta do teor de clorofila em folhas pode ser usada como ferramenta para diagnosticar a integridade do aparelho fotossintético, quando as plantas estão expostas a diversas situações ambientais.

Os dispositivos fotossintéticos das plantas, como por exemplo, C_3 e C_4 , estão relacionados às características fisiológicas que refletem não apenas sobre a capacidade fotossintética, como também o desempenho das plantas sob determinadas condições ambientais. As respostas dessas plantas são diversificadas quando submetidas à variação de intensidade luminosa, à temperatura e à disponibilidade de água e outros nutrientes, dessa forma, essas repostas possibilitam compreender o comportamento de cada espécie vegetal fotossinteticamente (MACHADO et al., 2005). Floss (2004) verificou que em torno de 90% da produção biológica das plantas acontece em resposta ao mecanismo fotossintético.

A medição de gás carbônico (CO_2) em vegetais presta esclarecimentos diretos e precisos sobre as taxas fotossintéticas de assimilação de CO_2 . Essas medidas são denominadas de fotossíntese líquida. É através dos estômatos que ocorre o influxo do CO_2 atmosférico no processo fotossintético e, também, perda de água pelas plantas, através da transpiração. Nessa permuta, os estômatos constituem o principal ponto de controle das trocas gasosas nas plantas (SILVA et al., 2010). Conforme Amaral et al. (2006), o incremento na resistência difusiva estomática pode promover a diminuição na fotossíntese líquida.

Pode-se verificar que a fotossíntese tem como fatores limitantes a disponibilidade de água e de CO_2 , fatores estes relacionados. A eficiência de uso da água (EUA) pelas plantas diz respeito à razão entre a quantidade de CO_2 assimilada e quantidade de água transpirada pela planta (TAIZ; ZIEGER, 2004; KERBAUY,

2008; BRITO et al., 2012). Medina et al. (2002) observaram em mudas de laranjeira em casa de vegetação que o excesso de radiação solar acarreta elevação da temperatura foliar e fechamento parcial dos estômatos e a eficiência de uso de água foi superior em plantas sob menor intensidade de radiação solar. Kerbauy (2008) afirma que elevadas temperaturas foliares apresentam relação direta com elevados níveis de irradiação, e as plantas frequentemente possuem uma temperatura ideal para realizar a fotossíntese.

Em resumo, as repostas fotossintéticas, como a taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂, são influenciadas por fatores ambientais, como luz, temperatura, concentração de CO₂ e disponibilidade de água e nutrientes (MACHADO et al., 2002; SHIMAZAKI et al., 2007; TAIZ; ZEIGER, 2009). Sendo assim, é possível conhecer com apoio de pesquisas as interações desses parâmetros com cada elemento ambiental, em particular os nutrientes, a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais de uma espécie ou variedade.

3.3 Diversidade genética das sementes crioulas

Conforme a nova Lei de Sementes e Mudanças nº 10.711/2003 (BRASIL, 2003), as sementes crioulas, também nomeadas de sementes de variedade local ou tradicional, são aquelas preservadas e manipuladas por agricultores familiares, quilombolas, indígenas, caboclos e outros povos tradicionais e que, ao longo de séculos, encontram-se constantemente adaptadas às formas de manejo tradicionalmente utilizados por essas populações e aos seus locais de cultivo.

Essas sementes preservam um forte vínculo com a identidade cultural de diferentes povos e comunidades. Dessa maneira, recebem diversas denominações, como, por exemplo, no estado da Paraíba, são chamadas de Sementes da Paixão, em Alagoas e em Goiás, trata-se das Sementes da Resistência, no Piauí são as Sementes da Fartura, em Minas Gerais, Sementes da Gente. Portanto, as comunidades rurais detêm um patrimônio cultural imaterial, desempenham um papel importante no sentido de guardar, fazer seleção e o melhoramento de sementes com base em vários parâmetros e, no decorrer do tempo, repassam estes conhecimentos entre gerações. O produto dessa convivência representa um patrimônio genético-

cultural e é legitimado como bem comum da humanidade, a agrobiodiversidade (PETERSEN et al.,2013).

Saber conviver com as adversidades presentes em determinadas regiões é uma condição primordial para a manutenção da agricultura familiar. As sementes de variedades adaptadas aos problemas locais são para o produtor rural uma matéria-prima fundamental à promoção da segurança alimentar em comunidades rurais e assegura o meio de vida de inúmeras famílias agricultoras (ALMEIDA; SCHMITT, 2008; DE SCHUTTER, 2009; SANTILLI, 2009; ASA, 2012). De acordo com Gaifami et al. (1994, p. 1), “para muitas comunidades de agricultores, a diversidade, no sentido social, cultural, econômico ou genético, significa segurança”.

Diferentemente das cultivares aperfeiçoadas em centros de melhoramento genético e inscritas no Registro Nacional de Cultivares – RNC (BRASIL, 2012), as sementes de variedades crioulas podem fornecer uma série de defesas contra as fragilidades. De um lado as sementes comerciais, homogêneas e registradas no RNC, e, de outro lado, a diversidade genética evidente nas sementes de variedades locais, em tamanho, forma, cor, brilho, entre outras (CUNHA, 2013).

Uma das peculiaridades dessas sementes é sua grande diversidade genética. Com práticas diversificadas empregadas pelos agricultores, utilizando diversas variedades para cada espécie cultivada em conjunto com plantio consorciado de várias espécies, tornam essas sementes menos vulneráveis ao ataque de pragas e doenças, como também as oscilações do clima. Estudos efetuados na Paraíba entre os anos de 2009 e 2011 demonstraram que as sementes de variedades locais, em períodos mais secos, mostraram um comportamento superior quando comparadas com as sementes comerciais, distribuídas pelo governo (ALMEIDA, 2011; CUNHA, 2013).

Pesquisas do Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (2005) identificaram variedades de feijão crioulos tolerantes à baixa fertilidade do solo e a seca, baixo pH, baixo teor de fósforo, toxicidade do alumínio, toxicidade do manganês e salinidade. No caso do feijão, este aspecto é particularmente importante por se caracterizar como uma cultura de pequena a média propriedade, na qual o percentual de uso de sementes melhoradas não ultrapassa os 20%, conforme a Associação Brasileira de Sementes e Mudas – ABRASEM (2003), sendo que os demais 80% são sementes oriundas de variedades locais, as quais foram

selecionadas pelos agricultores de acordo com as condições ambientais e socioeconômicas de cada microrregião.

3.4 Composição química do feijão

A Pesquisa Nacional de Saúde, com dados do IBGE (2013) revela que entre os alimentos considerados saudáveis verificados na pesquisa, o feijão situa-se em primeiro lugar, sendo consumido por 71,9% dos brasileiros e, com 70% de consumo, o feijão cariquinho é o tipo mais consumido entre os feijões comercializados no Brasil.

Conforme a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011), o valor médio dos nutrientes presentes no feijão cariquinho cru e cozido são, nesta ordem, 20,0% e 4,8% para proteínas; 1,3% e 0,5% para lipídios; 61,2% e 13,6% para carboidratos; 18,4% e 8,5% para fibra alimentar; 3,5% e 0,7% para cinzas. O feijão roxo cru é o que apresenta os maiores valores de composição centesimal: 22,9% de proteínas; 33,8% de fibra alimentar; 1,2% de lipídios; 60,0% de carboidrato e 4% de cinzas, destacando-se o feijão rajado cru e feijão rosinha cru com 62,9% e 62,2%, respectivamente, demonstrando os maiores percentuais para carboidratos.

Os grãos de feijão comercial apresentam de 20,0 a 35,0% de proteína, podendo variar de cultivar para cultivar e dos tratamentos culturais e, 35,2% em feijões crioulos (SANTALLA et al., 2004).

Mesmo expressando o valor proteico e a produção elevada, os constituintes nutricionais da proteína não correspondem ao desejado, por conter teores baixos de determinados aminoácidos essenciais limitantes, ou seja, é uma proteína com conteúdo reduzido de aminoácidos sulfurados como, a metionina, a cisteína e a cistina, além do triptofano (SGARBIERI, 1996). No entanto, essa insuficiência é debelada pelo consumo do feijão com alguns cereais, principalmente o arroz, que ao ser consumido associado com o feijão disponibiliza todos os aminoácidos essenciais indispensáveis à nutrição humana, uma vez que os cereais são pobres em lisina, todavia ricos em aminoácidos sulfurados, principalmente a metionina (RODRIGUES et al., 2004).

A proteína do feijão possui uma baixa digestibilidade se comparada às outras proteínas, como por exemplo, as de origem animal. Em humanos, esta digestibilidade de proteínas do feijão é aproximadamente 60% do nitrogênio ingerido

(BRESSANI, 1983; BRESSANI; ELIAS, 1984). Um dos motivos que podem influenciar a baixa digestibilidade da proteína do feijão cru é a existência dos inibidores de proteases. Há evidências que esses inibidores parecem ser inativados com o cozimento. No entanto, sua atividade residual permanece com o processamento (EICHER; SATTERLEE, 1988).

Mesmo apresentando consideráveis teores de nutrientes nos grãos, a biodisponibilidade dos minerais e das proteínas, podem diferir de acordo com alguns fatores, como os fitatos (Pereira et al., 2011) e oxalatos, pela sua capacidade de complexação com cátions bivalentes (cálcio, ferro, zinco, magnésio e cobre) e pela ausência da enzima fitase no trato digestivo dos animais monogástricos e humanos (Pereira et al., 2011). De outro modo, algumas pesquisas citam um ponto de vista positivo do efeito do fitato no organismo, pela sua ação como antioxidante e indiretamente pelos efeitos anticarcinogênicos (FANTINI et al., 2008).

Pereira et al. (2011) em estudos com genótipos crioulos, identificaram conteúdos elevados de nutrientes (ferro, fósforo e proteína total) associados a baixos níveis de fitato nos grãos. Os autores verificaram que existe uma grande variação no teor de fitato estudando cinco variedades comerciais e 29 cultivares crioulas e encontraram uma variação de 2,38 a 8,01 g kg⁻¹ (ano 2) e 3,48 a 10,93 g kg⁻¹ (ano 1); Coelho et al. (2007) e Silva et al. (2011) apontam variação de 7 a 14,8 g kg⁻¹ de fitato.

Os grãos de feijão contêm fibra alimentar, que demonstra efeito hipoglicêmico e hipocolesterolêmico, carboidratos complexos, polifenóis, principalmente os taninos e vitaminas do complexo B. Portanto, essas substâncias podem prevenir doenças, evitar ou retardar os danos causados por radicais livres (SILVA et al., 2011).

3.5 Adubação orgânica

Com o uso constante do solo através da produção e colheita de produtos agrícolas, ocorre à retirada de biomassa e de nutrientes do solo, fazendo com que os processos de ciclagem de nutrientes sejam menos eficazes do que nos ecossistemas naturais. Dessa maneira, é necessário que ocorra a reposição externa de nutrientes para que o sistema seja preservado. Essa reposição externa pode ser realizada com adubação orgânica (SANTOS, 2005). A base da adubação orgânica é ativar e buscar manter a vida do solo.

Kiehl (1985) descreve o ciclo da vida na natureza, onde a matéria orgânica é um dos elementos fundamentais, trazendo diversos benefícios sobre as propriedades físicas, físico-químicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando no desenvolvimento e crescimento das plantas. Esse ciclo pode ser influenciado por vários fatores, como por exemplo: períodos mais secos do ano, acidez excessiva, e presença de elementos tóxicos; esses e outros fatores reduzem a atividade de micro-organismos decompositores presentes no solo.

A literatura aborda quatro tipos de fertilizantes orgânicos utilizados em adubações: *Fertilizantes orgânicos simples*: fertilizante de origem animal ou vegetal; *Fertilizantes orgânicos mistos*: fruto da combinação de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples; *Fertilizantes orgânicos compostos*: fertilizante não natural, ou melhor, adquiridos por um método químico, físico, físico-químico ou bioquímico, sempre tendo como suporte a matéria-prima orgânica, tanto vegetal como animal, podendo ser melhorado com elementos de origem mineral; e *Fertilizantes organominerais*: não passam por qualquer procedimento particular, é unicamente o produto da fusão de fertilizantes orgânicos (simples ou compostos) com fertilizantes minerais. Especificamente na agricultura orgânica, estes fertilizantes minerais ao serem combinados devem ser naturais (não processados quimicamente) e de solubilidade reduzida, consentidos pela legislação para produção orgânica de alimentos (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008). Do ponto de vista físico, esses fertilizantes podem ser usados na forma sólida (pó ou farelado e granulado), fluídos (soluções e suspensões) e gasosos, como por exemplo, amônia anidra.

O uso da adubação orgânica exerce importância significativa na densidade aparente, na estruturação do solo, aeração e drenagem, retenção de água, como fornecedora de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e micronutrientes), correção de substâncias tóxicas (ferro, alumínio e manganês), índice pH, poder tampão, adsorção iônica, capacidade de troca catiônica, superfície específica e, por fim, a matéria orgânica age na biologia do solo, elevando o número da população de minhocas, bactérias benéficas, besouros e outros organismos que em simbiose com as raízes das plantas, como, por exemplo, as bactérias fixadoras de nitrogênio, proporcionam uma maior absorção de minerais do solo (SOUZA; RESENDE, 2011).

Souza et al. (2006) em trabalho com nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica em diversos tipos de solos,

observaram que, em todos os solos, houve superiores produções de grãos quando o solo exibia um elevado teor de matéria orgânica.

Além desses benefícios citados, o uso de adubação orgânica permite autonomia ao produtor no sentido do uso de insumos externos ao seu sistema produtivo, reduzindo custos, sendo favorecido pelos diversos aspectos positivos da matéria orgânica (SANTOS et al., 2008).

Ressalta-se, ainda, que a matéria orgânica influencia de maneira positiva no controle e minimização de doenças em diversas culturas agrícolas (PEREIRA et al., 1996). Em pesquisa, Souza e Ventura (1997) realizaram avaliações de caldas sobre o controle de requeima (*Phytophthora infestans*), e o desenvolvimento da batata (*Solanum tuberosum*, cultivar Baraka), em sistema de cultivo orgânico, constataram que apenas a calda bordalesa apresentou eficiência de controle, aumentando a produtividade 193% em relação à testemunha.

Diversas são as fontes de matéria orgânica na utilização de adubação das culturas, como: adubos verdes, esterco de animais (bovino e caprino), compostos orgânicos (restos vegetais, esterco), entre outros. Destaca-se a importância da adubação orgânica quando realizada com qualidade, dispondo de teores significativos de nitrogênio e carbono, como biomassa. Portanto, a relação carbono/nitrogênio é muito importante e deve ser verificada a decomposição completa da matéria orgânica para que não ocorra o excesso ou a ausência do nitrogênio, tornando as plantas mais sensíveis ao ataque de doenças e pragas, como ácaros e pulgões (PENTEADO, 2003).

De acordo com Souza e Resende (2011), os esterco de ruminantes (bovino, caprinos e ovinos) são comumente utilizados como adubo orgânico. O uso de esterco de animais pode ser empregado cru, curtido e compostado. Os componentes desse esterco variam de acordo com a alimentação dos animais. Em animais alimentados basicamente a pasto o teor de nitrogênio desses esterco é menor do que o esterco dos animais alimentados com suplementação e concentrados.

O composto é uma forma de adubo bastante utilizada na agricultura. O processo da compostagem baseia-se na mistura de restos vegetais, esterco e outros materiais orgânicos. Esse processo acontece em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais acentuadas, principalmente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de

humificação, promovida por micro-organismos presentes no solo e que tem no material orgânico *in natura* sua fonte de alimentação/energia, nutrientes minerais e carbono. Dessa maneira, ao se realizar a compostagem, está sendo oferecido aos micro-organismos as condições necessárias para que eles decomponham a matéria orgânica e forneçam um produto de alta qualidade nutricional para as plantas, o composto (PENTEADO, 2003; SOUZA; RESENDE, 2011).

Os materiais ricos em carbono disponibilizam a matéria orgânica e a energia para a compostagem e os materiais ricos em nitrogênio aceleram o processo de compostagem, porque o nitrogênio é necessário para o crescimento dos micro-organismos. Quanto mais baixa é a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) mais acelerado é o processo de compostagem. A relação C/N deve ser de 25 a 35 para ser caracterizada uma boa compostagem (LAMPKIN, 1992).

3.6 Adubação mineral

O solo não oferece constantemente todos os nutrientes necessários para que as culturas cresçam e desenvolvam. A adubação mineral é uma forma de suprir a carência de nutrientes em períodos estabelecidos e, dessa maneira, é realizada para aumentar a produtividade. Para algumas culturas, as principais fontes de nitrogênio se encontram no solo, como o feijão, por exemplo, por intermédio da decomposição da matéria orgânica, pelo emprego de adubos nitrogenados e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico, pela combinação com bactérias que nodulam leguminosas habitualmente conhecidas como rizóbios. Por isso, é de grande importância que o nutriente seja disponibilizado a planta em tempo e local apropriados (GUEDES, 2010).

A adubação mineral desempenha papel importante no crescimento e incremento das culturas. O nitrogênio e o potássio fornecidos de forma equilibrada promovem crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas frutíferas, aumenta a resistência a pragas e doenças, enquanto o fósforo é indispensável à fotossíntese, divisão celular e desenvolvimento do sistema radicular, além de proporcionar aumento de florescimento e frutificação, influenciando diretamente na produtividade e qualidade dos produtos colhidos. Os macronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P_2O_5) e Potássio (K_2O) agem em inúmeros processos metabólicos dos vegetais. Essa relação é definida como N: P: K (MARSCHNER, 1995).

O nitrogênio é um elemento essencial e limitante na produção das culturas, especificamente fornece massa verde por ser um dos principais componentes das proteínas vegetais, sem ele as plantas não podem realizar a fotossíntese nem a respiração, atuando principalmente no crescimento e brotações das plantas; o fósforo é um elemento de grande importância em uma cultura agrícola por fazer parte na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas, torna-se indispensável à vida vegetal e na sua ausência ocorre o atraso no florescimento, flores quebradiças e pequeno número de frutos e de sementes; e o potássio é indispensável para o crescimento e responsável pelo equilíbrio de água nas plantas. Dessa forma, atua no mecanismo de proteção e no controle estomático, e seu uso adequado proporciona frutos de tamanho e qualidades ideais (OLIVEIRA et al., 2001).

O elemento N é utilizado em larga escala na agricultura moderna na forma de fertilizante. Dependendo da cultura, constitui o nutriente mais dispendioso (MOSIER; GALLOWAY, 2005). O N está presente em diversos compostos de plantas, como: clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos e sendo assim, faz parte das principais reações bioquímicas em plantas e micro-organismos e, conseqüentemente, um dos mais requeridos em plantas cultivadas. O N no solo apresenta-se na forma orgânica, ou seja, incluído na matéria orgânica em variadas moléculas, ou como fração de organismos vivos, podendo ter uma vida curta de alguns dias ou períodos longos, séculos (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

No sistema solo-planta, o N pode adentrar de várias maneiras, como por deposições atmosféricas, fixação biológica – simbiótica ou não, adubações químicas ou orgânicas. Entretanto, pode sair com facilidade por lixiviação e volatilização. Por serem elaborados a partir de fertilizantes fósseis não renováveis, os fertilizantes nitrogenados, devem ser utilizados de forma adequada, sem exageros e no momento oportuno, caso contrário, o N pode se perder, sendo transportado para os ecossistemas, transformar-se em poluente de águas superficiais ou subterrâneas e da atmosfera (CANTARELLA, 2007).

O elemento P é um dos macronutrientes mais estudados. O motivo para tantos estudos é devido à sua relevância para a vida da planta, do animal e do ser humano que se alimenta da planta transformada. Segundo Malavolta (1980), o P disponível em solos brasileiros ocorre nas formas orgânicas e minerais e se origina do mineral comumente denominado apatita brasileira.

No solo, o P é absorvido pelas plantas e, posteriormente, pode servir de alimento para micro-organismos, animais e depois retornar parcialmente para o solo. Novais et al. (2007) informam que a apatita pode mostrar-se com o poder de reatividade muito baixo, ou até mesmo insuficiente para preservar as quantidades básicas de P no solo e junto da raiz, suficiente à demanda da planta. Em outros casos, a fonte de P é tão elevada que chega a níveis indesejáveis. Estas situações extremas ocorrem geralmente em solos tropicais. Assim, nesses solos, o P é um componente limitante para a produção agrícola, sendo considerado constantemente a causa que restringe o desenvolvimento e crescimento de plantas (HINSINGER, 2001).

A totalidade do P existente na planta ocorre como fosfato. O P desempenha uma ação primordial na planta e seres vivos de uma maneira geral, o de armazenar e transferir energia (ATP). Os compostos do P da célula vegetal podem ser classificados em cinco grupos: *Fosfato Inorgânico* (Pi); *Ésteres Simples*; *Fosfolipídeos*; *Ácido desoxiribonucleico* (DNA) e *Ácido ribonucléico* (RNA) (MALAVOLTA, 2006).

Em cada ano agrícola as culturas removem 75-300 kg ha⁻¹ do nutriente K (WHITE, 2009). Esse nutriente é um dos mais abundantes nos solos, chegando a atingir valores entre 0,9 e 19 g kg⁻¹ em solos tropicais, e são nas rochas ígneas que se encontram os maiores acúmulos de K (46 e 54 g kg⁻¹) (ERNANI et al., 2007 *apud* SPARKS, 2000). No solo, uma grande parte (98%) do K está contida na estrutura dos minerais primários e secundários e somente uma pequena porção está nas formas disponíveis às plantas. Além das funções já citadas, o K mantém a resistência da planta ao ataque de pragas e doenças por intermédio do efeito na resistência e na permeabilidade das membranas plasmáticas. Com relação à disponibilidade insuficiente de K às plantas, causa diminuição dos internódios, retarda a frutificação, produz frutos de tamanho reduzido e cor menos intensa (YAMADA, 2004).

Os fertilizantes potássicos são provenientes da trituração de rochas abundantes em K e da exploração de jazidas produzidas pela evaporação de lagos e mares. Nos Estados Unidos, se localizam os maiores depósitos e, no Brasil, as reservas de K encontram-se substancialmente em Sergipe, na forma de kaliofilita e carnalita. Devido o seu baixo custo, o cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante potássico mais empregado. De um modo geral, a efetividade dos fertilizantes

potássicos, tem equivalência agronômica de fornecimento de K às plantas. Por serem solúveis em água, se dissolvem na solução do solo rapidamente depois de aplicados. O KCl dispõe de 60% de K_2O (50% de K) e, em torno de 47% de Cl. Contudo, por ser um fertilizante que apresenta alto nível salino, pode dificultar a germinação ou o desenvolvimento inicial das plantas (ERNANI et al., 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

A pesquisa de campo foi desenvolvida durante o período de agosto a novembro de 2015 no campo experimental do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCHSA/UFPB), Setor de Agricultura – 1ª Chã, localizado no município de Bananeiras – Paraíba (Figura 2).

Figura 2 – Local do experimento de campo



Fonte: Produção da própria autora.

4.2 Caracterização da área de estudo

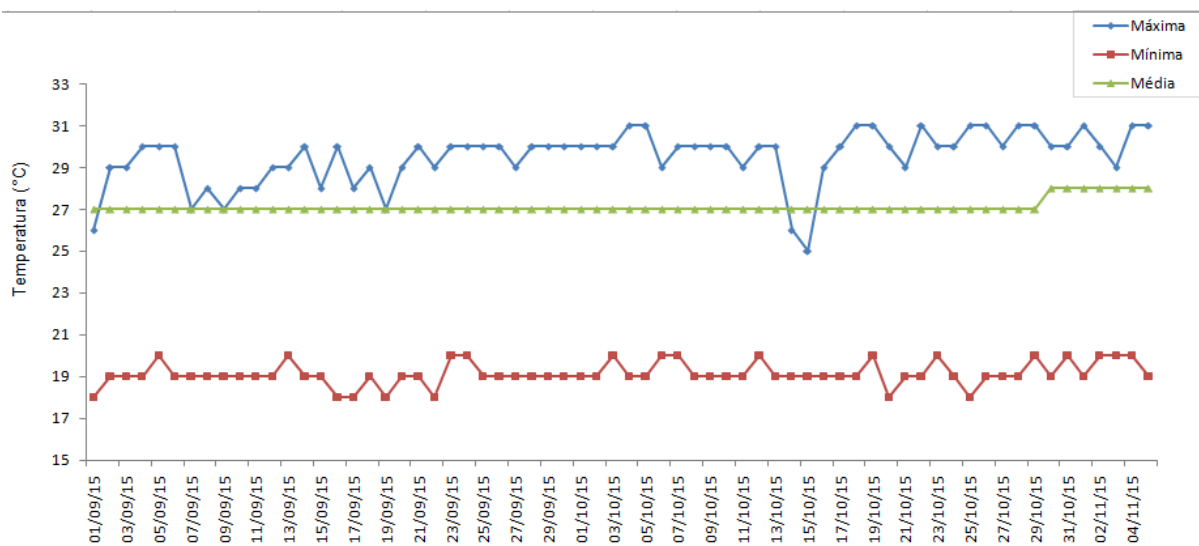
O estado da Paraíba é composto por 223 municípios, dividido em quatro mesorregiões: Litoral (Zona da Mata), Agreste, Borborema e Sertão. E estas estão subdivididas em 23 microrregiões. Excluindo a zona litorânea com aproximadamente 70 km de largura, o restante do território paraibano está enquadrado dentro do bioma Caatinga. Como resultado, 86% do território, 57% da população e 170 municípios estão inseridos na região do Semiárido (CORDEIRO, 2006). Destacam-se as diferenças ambientais, especificamente, o regime pluviométrico existentes entre as várias meso e microrregiões.

A Microrregião do Brejo Paraibano é composta por oito municípios, Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Matinhas, Pilões e Serraria. O município de Bananeiras está inserido na Microrregião do Brejo Paraibano e na

Mesorregião do Agreste do Estado da Paraíba (INTERPA, 2008), sob as coordenadas geográficas 06° 45'S de latitude; 35° 38'W de longitude e altitude de aproximadamente 526 m (Figura 5 e 6). De acordo com a classificação de Köppen o clima é considerado do tipo As – Tropical Chuvoso, com verão seco.

O levantamento de dados das temperaturas do município de Bananeiras-PB durante o período do experimento foi realizado via dados disponíveis no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Figuras 3).

Figura 3 – Temperatura do ar mínima, máxima e média entre 01/09/2015 e 05/11/2015



Fonte: CPTEC/INPE (2015).

Nota: Dados trabalhados pela autora.

Conforme dados do IBGE (2014), a população de Bananeiras, no ano de 2010, era de 21.851 habitantes. De acordo com o Relatório de Informações Sociais do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em Bananeiras é 0, 568, a agricultura familiar no município de Bananeiras-PB é a principal fonte de renda da maioria da população. Ainda de acordo com os dados do IBGE (2014), no município de Bananeiras, as culturas temporárias mais cultivadas no ano de 2013 foram: mandioca (12.000 kg ha⁻¹); batata-doce (9.000 kg ha⁻¹); cana-de-açúcar (5.850 kg ha⁻¹); milho (700 kg ha⁻¹); feijão (658 kg ha⁻¹) e fava (500 kg ha⁻¹).

4.3 Locais das análises

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Físico-química de Alimentos, de Nutrição Animal e Análises Avançadas de Alimentos, de Pós-colheita, e a análise química do solo e compostos orgânicos foram efetuadas no Laboratório de Solos, todos situados no *Campus* do CCHSA-UFPB em Bananeiras-PB. As análises de micronutrientes do solo foram realizadas na Empresa de Análise de Solo Agrícola (SOLOAGRI) em Petrolina-PE.

4.4 Matéria-prima

O feijão de cultivar local, intitulado pelos agricultores, Gurgutuba Roxo ou Azul, denominado neste trabalho Gurgutuba Roxo, foi adquirido de um produtor rural no mês de fevereiro de 2015 no Sítio de Matinhas, comunidade caracterizada pela agricultura familiar, localizada no município de Serraria-PB, enquadrada na Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Brejo Paraibano. As sementes foram semeadas no dia 30 de julho de 2014 e a colheita dos grãos foram realizados no mês de setembro do mesmo ano, deste modo, cultivadas no sistema de sequeiro. As principais características da cultivar pesquisada são as sementes de cor roxa com pontuações escuras, hábito de crescimento determinado (tipo I), ciclo curto entre sessenta a sessenta e cinco dias, porte ereto e 95,3% de vigor de germinação (Figura 4).

Figura 4 – Sementes de feijão Gurgutuba Roxo



Fonte: Produção da própria autora.

O cultivo das sementes de feijão Gurgutuba foi realizado pelos agricultores livre de insumos modernos e fertilizantes químicos. Geralmente, os agricultores utilizam anualmente esterco bovino como adubo para o solo. Os grãos colhidos passaram pelo processo natural de secagem solar em terreiros e paióis, posteriormente armazenados em microssilos (garrafas de politereftalato de etileno – PET) de um ano para outro, sendo novamente utilizados após este período como sementes há mais de quarenta (40) anos pela mesma comunidade de agricultores.

4.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em Blocos Casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte oito parcelas experimentais (Figura 5).

Figura 5 – Delineamento do campo experimental



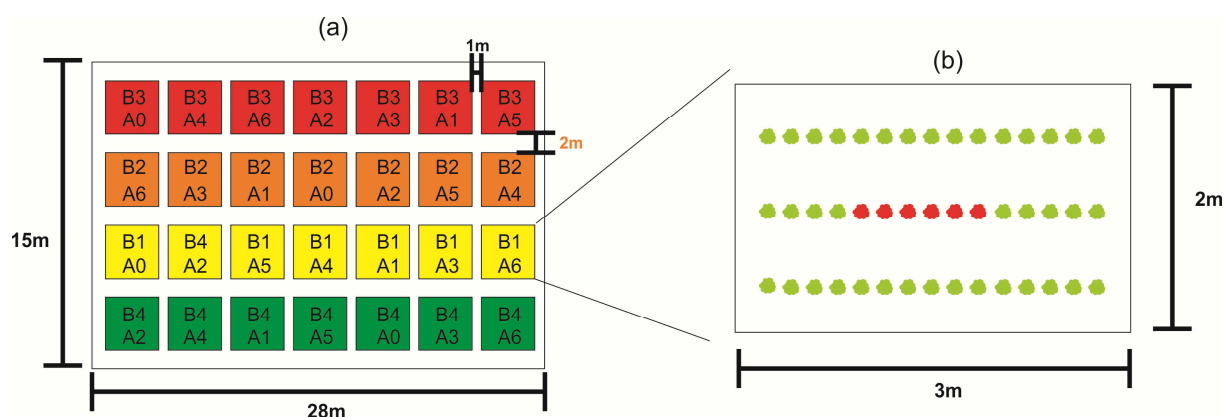
Fonte: Produção da própria autora.

4.6 Características do experimento

A área experimental possuía aproximadamente 420 m², sendo 15 m de largura e 28 m de comprimento. Cada parcela foi constituída por três (3) linhas de 3,00 m de comprimento com 15 plantas por linha, perfazendo um total de 45 plantas por parcela, totalizando nas vinte e oito parcelas 1.260 plantas de feijão Gurgutuba Roxo, espaçadas de 0,50 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Como bordaduras foram consideradas as duas linhas laterais e mais 0,50 m em ambas as

extremidades de cada linha. A área útil foi formada pela linha central com seis plantas. Cada parcela possuía as dimensões de 2,00 m de largura por 3,00 m de comprimento, o espaçamento entre parcelas era de 1,00 m e entre blocos de 2,00 m (Figura 6).

Figura 6 – Representação esquemática da área experimental



Fonte: Produção da própria autora.

4.7 Condução da cultura

4.7.1 Solo

O solo da área experimental corresponde a um Latossolo Amarelo Distrófico típico, de textura média com relevo predominantemente suave ondulado, com perfil profundo, bem drenado, com capacidade de retenção de umidade e classe textural franco-argilo-arenosa (EMBRAPA, 2006).

Antecedendo a implantação foi realizada uma amostragem de solo da área escolhida para o experimento. Para tanto, realizou-se a limpeza da superfície dos locais escolhidos para a coleta do solo, removendo-se as folhas e outros detritos orgânicos. Procedeu-se a amostragem seguindo-se as recomendações de Cantarutti (1999) para coleta de solos, percorrendo-se a área em zigue-zague, retirando-se as amostras simples para formar a amostra composta, à profundidade de 0-20 cm. Foram coletadas amostras de 10 pontos diferentes. As amostras foram colocadas juntas em um recipiente limpo e analisadas de acordo com Embrapa (1997). Os atributos químicos do solo analisado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da análise química da camada de 0-20 cm do solo da área experimental

Amostra	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	m	M.O.
		----- mg/dm ³ ----			----- cmol _c /dm ³ -----				-----%-----		----- dag/kg-----		
Solo	5,76	50,82	50,00	0,04	4,79	0,05	3,20	2,00	5,37	10,16	52,86	0,92	3,049
-----mg/dm ³ -----													
Zn		Mn			Fe				Cu				
6,50		14,90			81,70				0,70				

Fonte: Laboratório de Solos do CCHSA/UFPB e SOLOAGRI (2015).

pH em H₂O (1:2,5)-Acidez ativa; P-Fósforo disponível; K⁺-Potássio disponível; Na⁺-Sódio; H+Al-Acidez potencial; Al³⁺-Acidez trocável; Ca²⁺-Cálcio trocável; Mg²⁺-Magnésio trocável; SB-Soma de Bases; CTC (T)-Capacidade de Troca Catiônica a pH 7; V-Saturação por bases; m-Saturação por Al³⁺; M.O-Matéria Orgânica; Zn-Zinco disponível; Mn-Manganês disponível; Fe-Ferro disponível; Cu-Cobre disponível.

O solo da área experimental foi preparado mediante utilização de implementos, como enxadas, ancinho ciscador e pás. Buscou-se inicialmente fazer uma limpeza geral da área (420 m²) retirando-se as plantas invasoras, restos culturais, pedras, estacas de madeira. Após o trabalho de limpeza, ocorreu a demarcação do campo experimental. As parcelas foram trabalhadas em profundidade de 0 a 25 cm do solo, estabelecendo-se leirões nas vinte e oito (28) parcelas com área individual de 6m² (Figura 7).

Figura 7 – Estabelecimento dos leirões nas parcelas experimentais



Fonte: Produção da própria autora.

4.7.2 Adubação

As adubações químicas e orgânicas foram realizadas de acordo com o resultado da análise do solo e seguindo as recomendações do Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA (2008), de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 3. Nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 empregaram-se variados tipos de adubos. Nos tratamentos T5 e T6 foram aplicadas doses diferenciadas de adubo na área foliar.

Tabela 3 – Tratamentos e adubações realizadas na área experimental

Tratamentos	Tipos de adubos
T0	Sem adubo – Testemunha
T1	Esterco bovino
T2	Composto bovino
T3	Adubo mineral (NPK)
T4	Adubo mineral – NPK (50%) + Esterco bovino (50%)
T5	Composto caprino (50%) + Adubo foliar organomineral (5%)
T6	Composto caprino (50%) + Adubo foliar organomineral (10%)

Fonte: Produção da própria autora.

Os adubos orgânicos, como esterco bovino curtido, composto caprino e bovino, adubo foliar organomineral, e os adubos minerais N, P e K foram adquiridos no CCHSA/UFPB, Setor de Agricultura.

A metodologia usada pelo Setor de Agricultura para promover o curtimento do esterco bovino foi executada colocando-se uma pilha do esterco no solo, esta foi umidificada com água diariamente e a cada dois ou três dias a pilha foi revirada, após um mês o esterco encontrou-se pronto para uso. Em seguida amostras foram coletadas para análises seguindo a metodologia Embrapa (1997).

A metodologia utilizada para a produção do composto bovino e caprino foi desenvolvida organizando duas pilhas de compostagem de 1,5 m de largura x 1,20 m de altura, utilizando, resíduos culturais, como capins; os estercos de bovino e caprino; cinzas; e enriquecidas com torta de mamona e MB4[®]. Desta forma, foram concretizadas separadamente pilha de compostagem com esterco bovino e outra

pilha com esterco caprino. As pilhas de compostagens foram observadas periodicamente, controlando-se a umidade e temperatura. Após um período de cento e vinte dias (120), as pilhas de compostagens foram desmontadas e peneiradas para uso. Os compostos peneirados foram colocados em sacos de 50 kg, em seguida foram retiradas amostras de cada composto para serem realizadas as análises de composição química, conforme a Embrapa (1997). Os resultados da composição química dos compostos bovino, caprino e esterco bovino encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Características químicas dos compostos bovino (CB), caprino (CC) e esterco bovino (EB) utilizados como adubação orgânica na área experimental

Adubos	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	m	M.O.
-----mg/dm ³ -----cmol _c /dm ³ -----%-----dag/kg													
CB	7,45	546,81	750,00	0,43	1,32	0,00	11,30	6,50	20,15	21,47	93,85	0,00	13,94
CC	6,89	313,45	3.500,00	3,48	5,78	0,20	8,30	5,40	26,13	31,90	81,90	0,76	11,67
N				P				K ⁺			M.O.		
EB-----g kg ⁻¹ -----													
11,87				2,53				11,87			344,80		

Fonte: Laboratório de Solos do CCHSA/UFPB.

pH em H₂O (1:2,5)-Acidez ativa; P-Fósforo disponível; K⁺-Potássio disponível; Na⁺-Sódio; H⁺Al-Acidez potencial; Al³⁺-Acidez trocável; Ca²⁺-Cálcio trocável; Mg²⁺-Magnésio trocável; SB-Soma de Bases; CTC (T)-Capacidade de Troca Catiônica a pH 7; V-Saturação por bases; m-Saturação por Al³⁺; M.O- Matéria Orgânica; N-Nitrogênio.

O adubo organomineral líquido Ecolife[®] utilizado no experimento é um produto desenvolvido com um conceito de respeito à natureza. Segundo a Associação de Certificação Instituto Biodinâmico – IBD (2015), este produto se utiliza de uma matéria-prima livre de materiais pesados, agrotóxicos e ou micro-organismos patogênicos e ausência de misturas com insumos proibidos, atende às legislações ambientais, trabalhistas e técnicas. É um composto de origem vegetal contendo na sua formulação ácidos naturais (9,50% p/p – 108,3 g/l) e ácido bórico (15% p/p – 1,71 g/l), fornecendo a planta boro e carbono orgânico via adubação foliar. Com esta constituição, este adubo propicia ao agricultor alcançar melhores colheitas e minimiza significativamente o uso de agrotóxicos.

Os adubos orgânicos e minerais foram depositados individualmente nas covas de semeadura dos respectivos tratamentos com auxílio de medidas-padrão,

dessa maneira certificou-se o peso de cada adubo de acordo com as recomendações do IPA (2008).

Durante a instalação do experimento foi realizada a adubação de plantio e depois da emergência das plântulas foi realizada a adubação de cobertura (T3). Para adubação de plantio, foram recomendadas as seguintes quantidades e doses de adubos para os tratamentos do experimento (T1, T2, T3, T4, T5, e T6):

- a) Tratamento T1: A adubação orgânica foi constituída de $15.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ de esterco bovino. Neste caso, foram distribuídos 36 kg.ha^{-1} de esterco bovino entre as quatro parcelas, cada parcela recebeu 9 kg.ha^{-1} e cada cova de semeadura 200 g.
- b) Tratamento T2: A adubação orgânica foi constituída de $15.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ de composto bovino. Deste modo, foram subdivididos 36 kg.ha^{-1} de composto bovino entre as quatro parcelas, cada parcela recebeu 9 kg.ha^{-1} e cada cova 200 g (Figura 8).

Figura 8 – Adubação orgânica



Fonte: Produção da própria autora.

- c) Tratamento T3: Na adubação mineral foram utilizadas as fontes de N, P e K, respectivamente, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ – ureia (45% de N), superfosfato simples (20% de P_2O_5) e cloreto de potássio – KCl (58% de K_2O). Determinou-se a necessidade de 20:50:30 kg.ha^{-1} de N: P_2O_5 : K_2O , nesta ordem. A mistura final aplicada por hectare foi: 44,4 kg

de uréia, mais 250 kg de superfosfato simples, somados a 52 kg de cloreto de potássio, totalizando 346,4 kg.ha¹. Na Tabela 5 estão especificadas as quantidades dos respectivos adubos empregados por tratamento, parcela e cova, referente ao tratamento 3.

Tabela 5 – Quantidades de ureia (g), superfosfato simples (g) e cloreto de potássio (g) utilizados como adubo no tratamento 3

Tratamento 3	N – ureia	P – Superfosfato simples	K – Cloreto de potássio
	----- Quantidades -----		
Tratamento	108	600	125
Parcela	27	150	32
Cova	0,6	3,3	0,7

Fonte: Produção da própria autora.

A adubação de cobertura recomendada de 40 kg.ha⁻¹ ocorreu vinte e cinco (25) dias após a emergência (DAE), aplicou-se ureia (40% N) no solo a 10 cm da plântula, ou seja, subdividiu-se 120 g de ureia (N) entre as quatro parcelas, cada parcela recebeu 30 g e cada plântula, 0,7 g.

d) Tratamento T4: A adubação organomineral (Figura 9) fundamentou-se em 50% da adubação orgânica realizada no tratamento T1 e 50% da adubação mineral realizada no tratamento T3, ou seja, para adubação orgânica a recomendação foi de 7.500 kg.ha⁻¹ de composto bovino e para adubação mineral a recomendação de 10:25:15 kg.ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Na Tabela 6, estão designadas as quantidades dos adubos orgânico e mineral empregados por tratamento, parcela e cova, referente ao tratamento 4.

Figura 9 – Adubação organomineral



Fonte: Produção da própria autora.

Tabela – 6 Quantidades de esterco bovino por tratamento (kg), parcela (kg) e cova (g), e quantidades de ureia (g), superfosfato simples (g) e cloreto de potássio (g) utilizados como adubo no tratamento 4

Adubo orgânico (Esterco bovino)	Quantidades		
	Tratamento	Parcela	Cova
	18	4,5	100
Adubo mineral	Quantidades		
	N – ureia	P – Superfosfato simples	K – Cloreto de potássio
Tratamento	54	300	62
Parcela	14	75	15
Cova	0,3	1,7	0,4

Fonte: Produção da própria autora.

e) Tratamentos T5 e T6: Foram realizados com 50% da recomendação orgânica para composto caprino associado à adubação foliar com adubo organomineral Ecolife® a 5% e 10 %, nesta ordem, de acordo com as orientações de uso do produto para a cultura analisada. Portanto, para adubação orgânica a recomendação para T5 e T6 foi de 7.500 kg.ha⁻¹ de composto caprino, assim, fracionou-se 18 kg do adubo entre as quatro parcelas, 4,5 kg em cada parcela e 100 g em cada cova.

A adubação foliar com o produto foi dividida em três aplicações, aos 25, 35 e 45 dias após a emergência (DAE). Para os tratamentos T5 e T6 foram preparadas soluções para cada parcela com as quantidades de 15 mL e 30 mL do adubo para 1,5 L de água, respectivamente. As soluções foram pulverizadas na área foliar da

planta com o auxílio de um pulverizador manual lateral, marca BRUDDEN modelo P 1500.

4.7.3 Semeadura e desbaste das plântulas

Após a adubação realizada em covas, determinou-se um intervalo de quinze dias entre a adubação e semeadura, com o propósito de ocorrer a incorporação dos nutrientes do adubo com o solo. Neste período, foi realizada irrigação diariamente por vinte minutos. Com o fim deste prazo, realizou-se a semeadura manualmente no dia 01 de setembro de 2015, depositando-se três sementes por cova a uma profundidade de 3 a 4 cm, totalizando 3.780 sementes distribuídas entre as vinte e oito parcelas.

Posteriormente à semeadura e com o intuito de diminuir a competição entre as plântulas por água, luz e nutrientes, foi executado o desbaste das plântulas em dois momentos, o primeiro desbaste sucedeu com sete dias após emergência (DAE) com a remoção de uma plântula, e o segundo desbaste aconteceu dez DAE com a retirada de mais uma plântula por cova, mantendo-se quinze plântulas em três metros lineares, quarenta e cinco por parcela.

4.7.4 Irrigação

O método de irrigação empregado na condução do experimento com a cultivar de feijão crioulo foi por microaspersão (superficial), operou-se comum microaspersor por parcela, modelo Twister (134 L/h) com estacas de 40 cm, com turno de rega (TR) de acordo com as condições climáticas e o estágio de desenvolvimento das plantas. Até os quinze dias DAE a cultura foi irrigada com dois TRs ao dia durante vinte minutos cada, dos quinze dias até o surgimento do primeiro botão floral dois TRs ao dia durante trinta minutos cada e do pré-florescimento até os cinquenta DAE dois TRs ao dia durante quarenta minutos cada. Os TRs foram regularmente às 7h e às 16h.

Com o início da maturação, compreendendo a descoloração das vagens, amarelecimento e queda das folhas, foi iniciada a redução no fornecimento de água a cultura: dos cinquenta até cinquenta e cinco DAE foram realizados dois TRs ao dia durante vinte minutos cada, dos cinquenta e cinco até sessenta DAE um TR ao

dia durante vinte minutos, em seguida houve a suspensão total da irrigação até o estágio final de maturação (Figura 10).

Figura 10 – Irrigação por microaspersão



Fonte: Produção da própria autora.

4.7.5 Manejo de plantas invasoras, pragas e doenças

O controle de plantas invasoras compreendeu práticas culturais que assegurassem a redução da infestação sem uso de produtos químicos. A etapa mais delicada de interferência das plantas invasoras no feijoeiro ocorreu no período entre 15 e 30 dias após a emergência da cultura. Assim, antecedendo o plantio, houve um controle preventivo à introdução, o estabelecimento e propagação de determinadas espécies de plantas invasoras à área experimental, buscou-se a prevenção através de alguns cuidados essenciais, como a utilização de sementes nativas; limpeza completa de máquinas e implementos antes e depois de iniciar as práticas agrícolas.

Com a instalação da cultura, foram realizadas cinco capinas em intervalos de cinco dias com auxílio de enxadas, sacho coração e colher de mudas, sendo a primeira realizada a partir do quinto dia e a última, trinta e cinco dias após a emergência, desta forma minimizou-se a infestação de plantas invasoras, principalmente, Tiririca (*Cyperus rotundus*).

O feijoeiro é uma cultura suscetível ao ataque de insetos e outras pragas que prejudicam a produção antes e pós-colheita. Dessa maneira, utilizou-se meios alternativos, porém reconhecidos, sem uso de produtos químicos para combater o ataque de pragas e doenças que atingiram a cultura durante o experimento. Nos primeiros dez dias da instalação da cultura foi observado o aparecimento da mosca minadora (*Liriomyza* sp.). Este inseto deposita seus ovos no tecido foliar, após três

dias nascem as larvas que fazem galerias quando se alimentam da seiva das folhas primárias, prejudicando o estado funcional da planta. Esta situação foi controlada, retirando-se durante a operação de desbaste às plântulas que apresentavam quatro a cinco larvas/folha.

Verificou-se a presença do *ácaro-branco* (*Polyphagotarsonemus latus*) na cultura do feijoeiro analisado. As fêmeas deste pequeno ácaro, cujo ciclo de vida é curto, chegam a depositar quarenta e oito ovos na face inferior das folhas. A princípio, o ataque desta praga apresentou como sintomas as folhas do feijoeiro enroladas para cima. No momento inicial de infestação foram realizadas quatro aplicações com intervalos de quatro dias através de pulverizações foliares com extratos de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) e alho (*Allium sativum* L.) de acordo com a formulação do Centro de Agroecologia e Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável – CAERDES (2014).

No decorrer do experimento, constatou-se a presença de algumas espécies consideradas pragas para a cultura do feijoeiro, como bicho capixaba (*Lagria villosa*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), mosca branca (*Bemisia argentifolii*), porém, a baixa incidência dessas pragas não comprometeu o desenvolvimento da cultura, sendo assim, não foi necessário o controle fitossanitário.

4.8 Variáveis avaliadas na cultura do feijoeiro

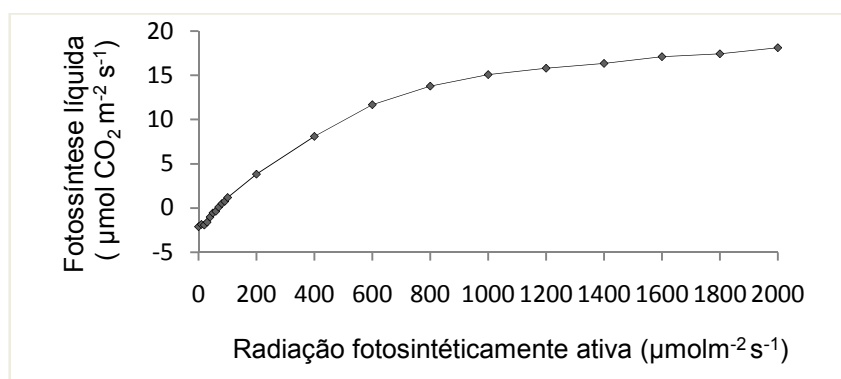
4.8.1 Índice de clorofila foliar e medidas de trocas gasosas

Os índices de clorofila A, B e Total (CL *a*, CL *b* e CL *TL*) foram determinados utilizando um medidor eletrônico portátil de clorofila ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030. Executou-se às aferições das respectivas variáveis, no estágio R5, entre a pré-floração e a formação de vagens, empregando-se, como critério, a terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice do ramo principal. As leituras foram realizadas no período entre 07h30 às 09h30 da manhã, em duas plantas por parcela. Em cada planta, foi realizada a leitura em três folíolos em três pontos (um de cada lado da nervura principal) e o outro ponto do ápice para base, num total de 6 leituras por parcela.

Foram realizadas medições das variáveis de trocas gasosas na folha trifoliolada intacta de duas plantas por parcela no mesmo dia, horário e estágio de

desenvolvimento da análise de clorofila, perfazendo seis leituras por parcela, com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (Infrared Gás Analyzer - IRGA), modelo LCPro⁺ Portable Photosynthesis System[®] (ADC Bio Scientific Limited, UK). Antecedendo as análises, foi determinada a *curva de saturação* da fotossíntese em resposta à radiação luminosa (*curva de luz*). O valor de 1.400 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de irradiação obtida, causou saturação lumínica das folhas de feijão, conforme ficou revelado na curva de intensidade de radiação em relação à fotossíntese (Figura 11).

Figura 11 – Fotossíntese líquida em razão da radiação fotossinteticamente ativa (RAFA) em folhas de plantas de feijão



Fonte: Produção da própria autora.

As variáveis fisiológicas analisadas foram concentração interna de CO_2 (C_i – $\mu\text{mol mol}^{-1}$), condutância estomática (G_s – $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa transpiratória (E – $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e assimilação líquida de CO_2 (A – $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e resistência estomática (R_s – s cm^{-1}). De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência de uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$] e a eficiência instantânea da carboxilação (E_iC) (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

4.9 Colheita, acondicionamento e secagem

A colheita manual do feijão Gurgutuba Roxo foi realizada no dia 5 de novembro de 2015, fechando um ciclo de sessenta e quatro (64) dias após a semeadura (DAS), no estágio de maturação R9, quando as folhas começaram a se desprender da planta, perderam a cor verde, e as vagens adquiriram cor bege e iniciaram a secagem natural na própria planta. Esta etapa do processo produtivo

aconteceu quando os grãos se encontravam com aproximadamente 18% de teor de água, sendo as vagens colhidas e acondicionadas em sacolas de tecido de algodão com identificação para cada tratamento e parcela. As vagens foram secas pelo processo natural, até os grãos atingirem 13% de teor de água, em seguida foram preservados em sacolas de papel com identificação para cada bloco, tratamento e posteriormente analisadas.

4.10 Análises dos componentes de produção e produtividade

Na colheita, realizada em 05 de novembro de 2015, coletou-se seis plantas das linhas centrais de cada parcela para determinação dos componentes da produção e produtividade, como número de vagens por planta, produção de vagens por parcela, produção de vagens por planta, comprimento das vagens, número de grãos por vagens, número de grãos por planta, produção de grãos por planta, produção de grãos por parcela, estimativa de produtividade e peso de cem grãos.

No momento da colheita manual do feijão Gurgutuba Roxo foram iniciadas as análises dos componentes da produção e produtividade. As vagens das quarenta e cinco plantas de todas as PA foram colocadas separadamente em sacolas de tecido identificadas por bloco (BL – 1, 2, 3, 4) e tratamento (T – 0,1, 2, 3, 4, 5, 6), as análises foram determinadas durante e imediatamente após a colheita de acordo com as seguintes metodologias:

a) **Número de Vagens por Planta (NVPL)**

Foi obtido através do somatório do número das vagens de cada uma das seis plantas da área útil da parcela. Em seguida, as vagens foram reservadas em sacolas de papel, lacradas, identificadas por planta (PL – 1, 2, 3, 4, 5, 6), bloco (BL – 1, 2, 3, 4), tratamento (T - 0,1, 2, 3, 4, 5, 6) e foram acondicionadas na sacola de tecido junto com as demais vagens da parcela.

b) **Produção de Vagens por Parcela (PVPA)**

Foi determinado através da massa em quilograma (kg), do total das vagens pertencentes às quarenta e cinco plantas por parcela, reunindo vinte e oito determinações.

c) Produção de Vagens por Planta (PVPL)

Este parâmetro foi determinado por meio da massa em gramas (g), da totalidade de vagens por planta da área útil da parcela.

d) Comprimento de Vagem (CV)

O CV foi mensurado em milímetros (mm) no sentido longitudinal do fruto através de um paquímetro inox digital 150 mm, marca Lee Tools, modelo 684132. A análise de CV foi realizada por meio de medição das vagens por planta da área útil por parcela.

e) Número de Grãos por Vagem (NGV)

Na determinação desta característica foi realizada a debulha dos grãos. Obteve-se o NGV realizando a contagem total de grãos de cada vagem por planta da área útil da parcela.

f) Número de Grãos por Planta (NGPL)

A análise de NGPL foi determinada realizando a contagem dos grãos por planta da área útil da parcela.

g) Produção de Grãos por Planta (PGPL)

Foi obtida através da massa em gramas (g), do total dos grãos presentes em cada planta da área útil da parcela.

h) Produção de Grãos por Parcela (PGPA)

Foi estabelecida por intermédio da massa em gramas (g), de todos os grãos por parcela.

i) Estimativa de Produtividade (EP)

A produtividade de grãos foi estimada em quilos por hectare ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), em razão do rendimento de grãos de cada parcela.

j) Peso de cem Grãos (PG)

O peso da massa de cem grãos do feijão Gurgutuba Roxo foi obtido em gramas (g) pela pesagem de cem grãos de cada parcela experimental.

4.11 Determinação da composição química e valor energético

A composição química de umidade, proteínas, lipídeos e resíduo mineral fixo – cinzas foi determinada seguindo os métodos padrões descritos pela AOAC (2002). As análises dos parâmetros foram realizadas, em duplicata.

Para determinação de proteínas, foi usado o fator de correção de 6,25 de nitrogênio total em proteína.

A composição química de fibra bruta foi determinada de acordo com a metodologia de Silva e Queiroz (2002) e as análises realizadas em triplicata.

O teor de carboidrato foi determinado por diferença [Carboidrato – CHO = 100 – (% lipídeos + % proteínas + % cinzas + % fibra bruta + % umidade)]. Os resultados de lipídeos, proteínas, cinzas e fibra bruta foram expressos em base úmida.

O valor energético de feijão foi determinado utilizando os fatores de conversão de ATWATER [Valor Energético – VE (kcal.100g⁻¹) = % lipídeos x 9 kcal.100 g⁻¹ + % proteínas x 4 kcal.100 g⁻¹ + % carboidratos x 4 kcal.100 g⁻¹], a análise foi efetuada em duplicata.

4.12 Análise Estatística

Os dados de índice de clorofila, medidas de trocas gasosas, componentes da produção e produtividade, composição química e valor energético do feijão foram submetidos à análise variância (ANOVA) pelo teste F. As médias dos contrastes dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância (p < 0,05).

O banco de dados foi organizado utilizando o software Microsoft Office Excel – Windows® (2010). As análises foram realizadas através do software Statistical Analysis System – SAS® (2009), licenciado pelo Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliações das características agronômicas

5.1.1 Índices de clorofila foliar

Os valores médios dos índices de clorofila foliar *a*, *b* e *TL* variaram significativamente ($p < 0,05$) em função das adubações aplicadas na cultura do feijoeiro (Tabela 7).

Tabela 7 – Índices de clorofila A (CL *a*), clorofila B (CL *b*) e clorofila total (CL *TL*) das folhas da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em função de diferentes adubações

Tratamentos	CL <i>a</i>	CL <i>b</i>	CL <i>TL</i>
T0	29,41 ab	7,18 a	36,59 abc
T1	28,96 ab	7,16 a	36,12 bcd
T2	30,95 a	7,61 a	38,56 a
T3	28,96 ab	6,00 b	34,96 cd
T4	28,38 b	5,97 b	34,35 cd
T5	30,82 a	7,14 a	37,96 ab
T6	28,23 b	5,96 b	34,19 d
Média	29,39	6,72	36,10
ANOVA	0, 0023	<0, 0001	<0, 0001
CV (%)	3,20	3,14	2,72

Fonte: Produção da própria autora.

Médias seguidas de uma mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) – Coeficiente de variação.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

Observou-se que os maiores teores de clorofila A (CL *a*) foram encontrados no tratamento 2 (30,95) e 5 (30,82), não diferindo estatisticamente entre si, sendo estes, superiores ao tratamento testemunha (0) e demais tratamentos. Verificou-se que os tratamentos 4 (adubo organomineral) e 6 (50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral) não apresentaram diferenças estatísticas. Os tratamentos testemunha (0), 1 e 3 demonstraram diferenças entre si. Bezerra et al. (2015) avaliaram o índice de clorofila da cultura do feijão-caupi submetida ao resíduo de diferentes doses de nitrogênio e potássio, na cultura do pimentão, obtiveram

teores de clorofila de 26,3, Silva et al. (2015) analisaram o efeito de diferentes doses e vias de aplicação de urina de vaca nos índices de clorofila e produção de feijão e encontraram valores médios de CL *a*, que variaram entre 26,3 a 27,53.

Diversos autores comprovaram que o índice de clorofila está envolvido diretamente com o teor de nitrogênio no tecido foliar do feijoeiro (SANT'ANA et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2012; BEZERRA et al., 2015). De acordo com Santos et al. (2009), o nitrogênio é um dos elementos de maior importância na nutrição mineral das plantas, pois é utilizada na síntese de compostos celulares, como por exemplo, a clorofila. Desse modo, observou-se que os adubos utilizados nos tratamentos 2 (15.000 kg.ha⁻¹ composto bovino) e 5 (50% de composto caprino mais 5% de adubo foliar organomineral) proporcionaram o aumento mais expressivo no teor de clorofila no feijão Gurgutuba Roxo.

O maior valor médio para clorofila B (CL *b*) foi observado no tratamento 2, contudo, não diferindo estatisticamente dos tratamentos testemunha (0), 1 e 5, indicando a eficiência desses tratamentos para o parâmetro analisado. Verificou-se uma redução no teor de CL *b* nos tratamentos 3, 4 e 6, não diferindo entre si. Essas respostas podem indicar que as quantidades de nutrientes utilizadas nesses tratamentos (3, 4 e 6), presentes no solo e via foliar foram superiores às necessidades das plantas, ou que outras situações podem ter sido determinantes, limitando o aumento do teor de clorofila. Gitti et al. (2012) analisaram os efeitos da aplicação de paclobutrazol e doses de nitrogênio sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do feijão cultivado em sistema plantio direto, com respostas significativas, obtiveram teores de clorofila variando de 36,82 a 46,90.

Os resultados evidenciaram que o composto bovino utilizado no tratamento 2 e 50% do composto caprino mais 5% de adubo foliar organomineral empregados no tratamento 5, disponíveis no solo, aumentaram o teor do pigmento favorecendo os índices tanto de CL *a* como CL *b* nas folhas do feijão.

Os valores médios do índice de clorofila total (CL *TL*) analisados nas folhas do feijão Gurgutuba mostraram-se significativos em resposta a diferentes adubações. Observou-se o teor de CL *TL* mais significativo no tratamento 2 (38,56), sendo superior ao tratamento testemunha (0) e demais tratamentos. O menor teor de CL *TL* foi verificado no tratamento 6 (37,96).

Menegol (2014) utilizou o índice de clorofila foliar para estabelecer a época e doses de aplicação de nitrogênio em feijão-comum, encontrando o valor médio de

índice de Clorofila Falker de 40,8, já Nakao (2015) em trabalho com feijão comum e milho avaliou a extração de nutrientes foliares, o desenvolvimento e produtividade e qualidade fisiológica dessas sementes, observando diferenças sobre o índice de clorofila foliar, mas não verificou alterações significativas entre composto orgânico e adubação mineral, obtendo teores de clorofila foliar para composto orgânico que variaram entre 38,17 a 41,17, em doses crescentes do adubo, e para o adubo mineral o valor médio de 37,96.

Portanto, os índices de clorofila foliar encontrados nas folhas do feijão Gurgutuba Roxo neste estudo, estão condizentes com a literatura pesquisada.

5.1.2 Medidas de trocas gasosas

Observa-se na Tabela 8 que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a temperatura foliar (Tleaf) do feijão Gurgutuba. Verificou-se que as demais variáveis de trocas gasosas realizadas na folha do feijão mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$).

Tabela 8 – Valores médios da temperatura foliar – Tleaf, concentração interna de CO_2 – Ci, taxa de transpiração – E, condutância estomática – Gs, assimilação líquida de CO_2 A, eficiência de uso da água – EUA, eficiência instantânea de carboxilação – EiC e resistência estomática – Rs das folhas da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em resposta a diferentes adubações

TR	Tleaf	Ci	E	Gs	A	EUA	EiC	Rs
T0	33,77 a	227,61 d	3,90 ab	0,16 c	12,54 a	3,49 a	0,05 a	6,21 c
T1	33,63 a	234,83 cd	3,23 b	0,13 d	11,02 ab	3,34 ab	0,04 b	7,78 b
T2	33,71 a	252,85 ab	4,38 a	0,21 a	12,22 a	2,9 bc	0,05 a	4,75 e
T3	33,93 a	264,61 a	3,94 a	0,18 bc	12,50 a	2,33 d	0,02 d	5,70 cd
T4	34,03 a	236,67 bcd	3,72 ab	0,12 d	8,95 b	2,74 cd	0,04 bc	5,31 de
T5	33,86 a	249,83 abc	3,76 ab	0,19 ab	12,56 a	2,81 cd	0,02 d	7,27 b
T6	34,24 a	246,94 bc	3,74 ab	0,11 d	9,61 b	2,62 cd	0,03 c	8,91 a
Média	33,88	244,76	3,81	0,16	11,34	2,89	0,04	6,56
ANOVA	ns	<0, 0001	0, 0027	<0, 0001	0, 0004	<0, 0001	<0, 0001	<0, 0001
CV (%)	1,34	2,87	7,22	6,86	9,80	7,32	8,08	5,87

Fonte: Produção da própria autora.

Médias seguidas de uma mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) – Coeficiente de variação.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

5.1.2.1 Temperatura foliar – Tleaf

Observou-se que os valores médios obtidos para temperatura foliar foi entre 33,63 a 34,24 °C presente nas folhas do feijão analisado, não apresentando diferença. Essa pequena elevação pode ser atribuída à menor taxa de transpiração e, conseqüentemente, menor regulação da temperatura. Oliveira et al. (2005) verificaram os efeitos e indicadores de estresse hídrico na cultura do feijão, e perceberam efeito significativo e valores médios de temperatura foliar entre 33 °C, 35 °C e 38 °C, Fernandes et al. (2015) avaliaram os efeitos do déficit hídrico nas trocas gasosas, temperatura foliar e rendimento do feijão-de-corda, não encontraram diferenças significativas, obtendo valores médios de temperatura que variaram entre 27,74-28,40 °C às 07h e 31,45-31,74 °C às 12h.

Explica-se que, em plantas C₃, como o feijão, a assimilação de CO₂ pelas folhas atinge valores máximos na faixa de 20-30 °C, acima dessas temperaturas a taxa de assimilação de CO₂ reduz drasticamente, como resultado, comprometendo os processos fisiológicos da planta. As elevadas temperaturas foliares obtidas nesta pesquisa podem estar relacionadas a uma irrigação insuficiente oferecida a cultura no período do experimento de campo, pois segundo Guimarães (1988) a deficiência hídrica pode provocar, além de outros efeitos, a redução do número de vagens por planta e, no enchimento de grãos, reduz o número de grãos e peso de vagens. Mas, geralmente, as temperaturas foliares estão relacionadas diretamente com elevados níveis de irradiância.

5.1.2.2 Concentração interna de CO₂ – Ci

A concentração interna de CO₂ nas folhas do feijão do tratamento 3 apresentaram os maiores valores de Ci, com cerca de 264,61 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, diferindo significativamente dos outros tratamentos. Foi observado que as plantas do tratamento testemunha (0) apresentaram a menor concentração de dióxido de carbono (227,61 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). A Ci foi elevando-se com o incremento do adubo nos tratamentos 1 e 2, obtendo-se 234,83 e 252,85 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. Esta elevação ocorreu até o tratamento 3, após, decresceu rapidamente no tratamento 4, em seguida aconteceu um leve aumento na Ci nos tratamento 5 e 6.

A concentração interna de CO₂ disponível para a fotossíntese depende da sua difusão da atmosfera para o interior do mesófilo foliar e é reduzida pelo fechamento estomático, com resultado negativo na taxa de assimilação de dióxido de carbono (JADOSKI et al. 2005). Sendo assim, os maiores valores de Ci verificadas neste estudo estão relacionadas ao aumento verificado na taxa de assimilação de CO₂. Nas plantas do tratamento 3, adubadas com NPK, ocorreu maior disponibilidade de energia nas formas de ATP e NADPH e do substrato para a rubisco, principalmente pela adição de fósforo que está envolvido na síntese de RNA, DNA e NADPH, e nas plantas dos tratamentos que houve a ausência deste adubo, foi gerado menos energia, como consequência menor Ci (CUNHA et al., 2009; ANJOS et al., 2014).

O decréscimo acentuado de Ci no tratamento 4 pode estar relacionado as quantidades de adubos oferecidos a cultura neste tratamento, deste modo não foi fornecido as plantas nutrientes necessários para o desenvolvimento eficiente durante o processo fotossintético. Em resposta, as plantas desse tratamento reduziram drasticamente a assimilação de CO₂, diminuindo a dissolução e difusão de CO₂ nos espaços intracelulares, reduziram o grau de abertura dos estômatos para diminuir a perda de água e manter o equilíbrio hídrico.

Ferraz et al.(2012) avaliaram as trocas gasosas em três ecótipos de feijoeiro cultivados a campo, no Semiárido nordestino, não verificaram respostas significativas e os resultados mais expressivos foram 277,0-289,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Anjos et al. (2014) avaliando os efeitos dos fitorreguladores, NPK e micronutrientes nas trocas gasosas do feijoeiro comum, não observaram efeitos significativos da presença e ausência do NPK na concentração interna de CO₂ (Ci).

Assim, os valores médios da concentração interna de CO₂ nas plantas do feijoeiro Gurgutuba, estão de acordo com os descritos na literatura.

5.1.2.3 Taxa de transpiração – *E*

Observa-se na Tabela 8 que houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável transpiração – *E* ($p < 0,05$). As plantas do tratamento adubadas com composto bovino alcançaram a maior taxa de transpiração (4,38 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) seguido pelo tratamento com adubo mineral (3,94 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Dessa forma, não apresentaram diferenças ($p > 0,05$). No entanto, esses valores foram superiores aos demais tratamentos

A taxa de transpiração foliar é um evento físico das culturas, mas, apesar disso, é um indicador do exercício constante das atividades fisiológicas, sendo assim a elevação desta atividade pode estar relacionada com maior produtividade da cultura em estudo.

A taxa de transpiração das plantas é regulada pelos estômatos, sendo o principal ponto de controle de CO₂, e paralelamente responsáveis pelo controle de perda de água pelos vegetais, deste modo, ressalta-se que a taxa de transpiração está diretamente ligada à condutância estomática das plantas.

Majerowicz (2008) informou que, quando as plantas começam a perder mais água do que podem absorver, tendem a diminuir o grau de abertura dos estômatos com intuito de diminuir a perda de água. No entanto, verificou-se que para a maior taxa de transpiração foi observada o maior valor médio para condutância estomática nas plantas do tratamento com composto bovino. Essa resposta pode indicar que o aumento na transpiração das plantas, está relacionado à inaptidão de alguns vegetais em captar água suficiente para restituir aquela utilizada no processo transpiratório. Para verificar esta possibilidade seria prudente realizar novas análises da taxa de transpiração (*E*) em períodos diferentes, ao longo do dia, para atestar a hipótese citada.

Enfatiza-se que as condições naturais as quais se inseriu o experimento de campo, como por exemplo, a temperatura, a umidade relativa do ar, dependendo das suas oscilações pode interferir nos processos metabólicos das plantas, causando variações nos fatores observados (MEDINA et al., 1999; TAIZ; ZEIGER, 2009; MELO et al., 2010).

5.1.2.4 Condutância estomática – Gs

Observou-se que houve efeito significativo dos tratamentos sobre a condutância estomática em função de diferentes adubações do feijão Gurgutuba, obtendo-se valores superiores (0,21 mmol m⁻² s⁻¹) nas plantas adubadas com composto bovino e os menores valores (0,11 mmol m⁻² s⁻¹) foram encontrados nas plantas adubadas com composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral. Acentua-se a relação dos parâmetros já analisados com a condutância estomática.

A variabilidade dos valores de condutância estomática geralmente diminui com a idade da folha e isto pode estar relacionado com variações no balanço

hormonal, mudança na permeabilidade das membranas, da extensão da parede celular, bem como na atividade estomática e perdas da água via cuticular (SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

Rocha (2013) avaliou a influência da aplicação de doses de adubo orgânico e de doses de adubo nitrogenado no desenvolvimento vegetativo de videiras cultivar Syrah, não verificou diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos adubos utilizados para a variável G_s , obtendo valores que variaram entre 0,27 a 0,41 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 0,27 a 0,44 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; Oliveira (2012) avaliou as trocas gasosas e a condutância estomática de quatro leguminosas utilizadas como adubo verde, em diferentes espaçamentos entre sulcos de plantio e densidade de plantas por metro linear, obteve valores médios de G_s que variaram entre 0,22 a 0,38 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Os valores médios de condutância estomática observados na cultivar analisada podem estar associados à sensibilidade dos estômatos para abertura e fechamento. Essa sensibilidade pode variar com o decorrer do dia, como também de acordo com a atividade, desenvolvimento e adaptação do vegetal. Pesquisas de Cunha (2013) comprovaram que os feijões crioulos são adaptados aos seus locais originais de cultivo, sendo menos produtivos quando cultivados em outras localidades. Dessa forma, pode ser que as taxas de G_s encontradas no feijão Gurgutuba estejam relacionadas com o processo adaptativo da cultivar pesquisada com relação ao local de cultivo e manejos utilizados.

5.1.2.5 Assimilação líquida de CO_2 – A

Observa-se que as taxas de assimilação líquida de CO_2 foram influenciadas pelos tratamentos. Nas plantas adubadas com composto caprino e 5% de adubo orgamineral notou-se a maior valor (12,56 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na cultivar pesquisada, não demonstrando diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos 0, 2 e 3. As plantas que foram adubadas com adubo organomineral e as adubadas com 50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral não expressaram diferenças entre si e demonstraram os menores valores médios para A; as plantas adubadas com esterco bovino mostraram comportamento fotossintético diferente dos demais tratamentos. Resultados de estudo de Oliveira (2012) utilizando quatro variedades de leguminosas demonstraram valores médios de A um pouco superiores ao encontrado nesta pesquisa, porém, o autor não obteve diferenças significativas para

o feijão de porco e feijão guandu, com valores que variaram entre 12,55 a 17,64 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Constatou-se que a utilização dos adubos empregados nos tratamentos 2, 3 e 5 promoveram maior taxa de assimilação de CO_2 pelas plantas. Os adubos usados nesses tratamentos apresentaram na sua constituição química o suprimento de nutrientes em quantidades adequadas às plantas, e como o estado nutricional da planta influencia a fotossíntese, as adubações promoveram incremento nessa taxa. Conforme Larcher (2000) as taxas fotossintéticas mais elevadas são alcançadas por intermédio da adubação. Santos (2005) pesquisou sobre o suplemento de fósforo foliar para reduzir a atividade fotossintética do feijoeiro após estresse hídrico, encontrou valores significativos de A entre 23 a 25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Em solos não adubados, que é o caso do solo do tratamento testemunha (0), mas com elementos minerais adequados e suficientes a cultura do feijoeiro, o suprimento de nutrientes para a fotossíntese é menos decisivo do que as condições climáticas. Como o município de Bananeiras localiza-se em uma região propícia ao cultivo do feijoeiro, as taxas de A no tratamento testemunha foram estatisticamente iguais aos tratamentos (2, 3 e 5) que se empregou adubo.

A reduzida taxa de A observada nas plantas no tratamento 4 e mais especificamente no tratamento 6, pode ser justificada pelas quantidades de adubos (50% de composto caprino e 10% de adubo foliar organomineral) utilizados neste tratamento. Observou-se que na maioria dos parâmetros já analisados, os resultados alcançados com as plantas deste tratamento justificaram o comprometimento e o desenvolvimento da cultura em seu aspecto fisiológico, evidenciado no campo através dos sintomas expressados pelas plantas. Conforme Rosolem (2002), aplicações foliares, quando realizadas em pequenas doses, podem favorecer aumento dos teores de nutrientes superiores às quantidades aplicadas, sendo esta prática denominada adubação foliar complementar estimulante.

Assim, quando ocorre uma deficiência de algum nutriente em determinada cultura, por exemplo, o nitrogênio no cultivo feijão, as plantas desenvolvem folhas pequenas afetando o movimento estomático. Sob outra perspectiva, quando é ofertado quantidades excessivas desse mineral ocorre um acréscimo na respiração e conseqüentemente um menor rendimento fotossintético.

5.1.2.6 Eficiência de uso da água – EUA (A/E)

Ao observar os dados das trocas gasosas, verificou-se que as diferentes adubações influenciaram a variável eficiência no uso de água. As plantas do tratamento testemunha (0) mostraram valor de EUA estatisticamente superior ($3,49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) aos demais tratamentos. Notou-se que com o incremento da adubação houve queda na eficiência de uso da água pela cultura pesquisada. Essa queda na EUA foi mais evidente no tratamento 3 (adubo NPK) e menos perceptível nos tratamentos 1 (esterco bovino) e 2 (composto bovino).

Ferraz et al. (2012) pesquisaram sobre a eficiência no uso de água do feijoeiro e não verificaram diferenças entre os ecótipos, obtiveram valores de EUA que variaram entre $3,9$ a $5,9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, Soares et al. (2013) avaliaram os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada, sobre a troca de CO_2 do feijão-caupi, obtiveram efeito significativo com valores entre $5,55$ a $6,91 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

As variações nos valores de EUA apresentadas entre os tratamentos (0, 1 e 2) podem estar associadas aos benefícios já constatados que o adubo orgânico proporciona ao solo, com o maior disponibilidade de nutrientes às plantas, maior retenção de água, menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite. Todas essas variáveis interferem no processo fotossintético. Esta possibilidade pode ser constatada quando se observa a temperatura foliar que foi a menor no tratamento testemunha, sendo um parâmetro importante, pois com a temperatura foliar reduzida a perda de água é menor, dessa forma a EUA nas plantas desse tratamento foi a mais significativa.

Considerando-se que o solo, esterco bovino e composto bovino, são os insumos utilizados nos tratamentos 0, 1 e 2, eles possuem acidez potencial baixa, quantidades de fósforo e potássio bem inferiores às encontradas nos adubos dos tratamentos 5 e 6, dessa maneira, o equilíbrio de nutrientes oferecidos a cultura do feijoeiro justificam as maiores taxas de EUA nas plantas dos tratamentos 0, 1 e 2.

Estudos comprovaram que o excesso de potássio influencia negativamente a condutância estomática e restringe o desenvolvimento fisiológico das plantas (OLIVEIRA et al., 2007; PRAZERES et al., 2015), e a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) limita o crescimento das raízes e ocupa espaços nos colóides possibilitando que os nutrientes livres na solução do solo sejam lixiviados. Portanto, é possível que a

elevada quantidade de potássio combinado com a acidez potencial alta e ainda, associado ao adubo foliar que serviram de nutrientes nos tratamentos 5 e 6 tenham reduzido de forma significativa a EUA das plantas desses tratamentos.

A relação entre a fotossíntese e a transpiração mostra a eficiência de uso da água das plantas, ou seja, a quantidade de CO_2 assimilado e a quantidade de H_2O transpirada pela planta (JAIMEZ et al., 2005). Lopes (2008) analisou as trocas gasosas de soja e de milho nos sistemas de plantio direto e convencional, verificou diferenças com valores médios para soja de $5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e para o milho $21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, aproximadamente, mostrando com este estudo que as plantas C_3 são menos eficientes no uso da água para fixar o CO_2 do que as plantas C_4 . Sendo assim, os valores médios de eficiência no uso de água pelas plantas de feijão encontrados neste estudo, são corroborados pela literatura pesquisada.

5.1.2.7 Eficiência instantânea de carboxilação – EiC (A/Ci)

Constatou-se que os diferentes adubos exerceram influência sobre a variável eficiência instantânea de carboxilação do feijão Gurgutuba Roxo.

A eficiência instantânea de carboxilação nas plantas de feijão Gurgutuba decresceu com a incorporação dos diferentes adubos, sendo o máximo valor ($0,05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol mol}^{-1}$) encontrado nas plantas que não receberam adubo, tratamento testemunha, e as plantas do tratamento 2 (adubo composto bovino - $0,05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol mol}^{-1}$), e o mínimo valor ($0,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol mol}^{-1}$) nas plantas do tratamento 3 (Adubo mineral NPK) e o tratamento 5 (50% de composto caprino e 5% adubo foliar organomineral). Chaves (1991) mencionou que esta redução na eficiência instantânea de carboxilação pode ser atribuída a alterações na capacidade fotossintética do mesófilo foliar, bem como a fatores estomáticos e não estomáticos.

Observou-se a elevação nos valores de Ci nas plantas em que foram empregados os adubos. Esta resposta pode ser justificada por um provável estresse abiótico que a cultura em investigação tenha sofrido, como por exemplo, a mudança do local original de cultivo, o incremento das diferentes adubações analisadas, e este estresse, de acordo com Larcher (2004), possivelmente tenha favorecido a elevação de Ci , que pode estar relacionada ao fato do CO_2 que está chegando às células do mesófilo não está sendo fixado na fase carboxilativa, supostamente por

limitações metabólicas no ciclo de Calvin-Benson, reduzindo então a taxa fotossintética. Frade et al. (2015) avaliaram as trocas gasosas em feijão-caupi paulistinha sob lâminas de irrigação, encontraram valores médios para eficiência instantânea de CO₂, variaram entre 0,1 – 0,15 μmol m⁻² s⁻¹/μmol mol⁻¹, Ferraz et al. (2012) conseguiram valores médios de EiC entre 0,03 a 0,08 μmol m⁻² s⁻¹/μmol mol⁻¹ para três cultivares de feijão.

Assim, os valores médios de eficiência instantânea de carboxilação obtidos com feijão Gurgutuba nesta pesquisa se encontram de acordo com os valores encontrados na literatura.

5.1.2.8 Resistência estomática – Rs

Observou-se que os adubos utilizados influenciaram de maneira significativa a variável resistência estomática nas folhas do feijoeiro.

As plantas do tratamento 6 apresentaram a Rs máxima (8,91 s cm⁻¹), sendo superior ao tratamento testemunha (6,21 s cm⁻¹), e o menor valor médio (4,75 s cm⁻¹) foi verificado nas plantas do tratamento 2. O aumento da Rs demonstra maior necessidade evaporativa da planta, repercutindo em mudanças na abertura estomática, reduzindo a absorção de CO₂ e, por conseguinte, limitando a atividade fotossintética.

O comportamento da resistência estomática (Rs) entre tratamento 6 e o tratamento 2 apresentou uma redução de 53,3% (de 8,91 para 4,75 s cm⁻¹), comparando-se o valor máximo e mínimo de Rs. Essa resposta evidenciou elevado fechamento dos estômatos de modo a evitar severos danos no sistema de condução de água pela planta. Como o cultivo do feijão Gurgutuba foi conduzido sem restrições hídricas, pode ser que as condições hídricas oferecidas à cultura durante o experimento tenham sido insuficientes para a demanda energética do feijão avaliado. No entanto, Bascur et al. (1985) verificaram que a perda de energia foliar se dá de diversas formas, dentre as quais, a transpiração, que será tanto mais intensa quanto melhores as condições hídricas da planta.

Guimarães et al. (2006) estudaram a adaptação de genótipos de feijoeiro à seca, verificaram diferenças significativas e conseguiram valores médios entre 3,63 a 14,0 s cm⁻¹, eles observaram que o comportamento estomático dos genótipos é uma resposta ao estado hídrico das plantas. A cultivar com menor Rs em função do

seu melhor estado hídrico, em virtude da sua melhor capacidade de reposição da água transpirada, Melo et al. (2010) pesquisaram sobre as trocas gasosas em macieira, conseguiram valores entre 2,75 a 5,5 s cm⁻¹.

Verificou-se que as reduções constatadas na Rs das plantas do tratamento 2 com o incremento do adubo (15.000 kg ha⁻¹ de composto bovino) viabilizaram maior Gs. Entendendo-se que os estômatos controlam as trocas gasosas, a elevação da Gs exerce influência de CO₂ no mesófilo foliar, promovendo maiores taxas de assimilação de CO₂. Sendo assim, é possível que o adubo utilizado no tratamento 2 por apresentar um maior equilíbrio na sua constituição química em relação aos demais insumos empregados nos outros tratamentos, tenha proporcionado as plantas um maior ganho energético (ATP) para ser utilizado no processo fotossintético.

Castro Neto (2003) percebeu que acontece uma interação de diversos fatores atuando sobre os estômatos, e conseqüentemente sobre a Rs, sendo assim, essa variável retrata bem a disponibilidade de água às plantas, sendo o déficit hídrico um dos fatores limitantes à abertura dos estômatos, influenciando o processo fotossintético.

5.1.3 Componentes da produção e produtividade

A análise de variância evidenciou para os componentes de produção, efeitos significativos ($p < 0,05$) (Tabelas 9).

Foi observado o efeito significativo das fontes de adubação sobre o número de vagem por planta (NVPL), número de grãos por vagem (NGV), e número de grãos por planta (NGPL). Verificou-se que os valores médios de todos os parâmetros quando comparados ao tratamento 0 (testemunha) foram estatisticamente superiores.

Tabela 9 – Comprimento de Vagem – CV, Número de Vagens por Planta – NVPL, Número de Grãos por Vagem – NGV, Peso de cem Grãos – PG(g) e Número de Grãos por Planta – NGPL da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em função de diferentes adubações

Tratamentos	CV (mm)	NVPL	NGV	PG	NGPL
T0	128,81 cb	5,50 e	4,37 b	35,43 c	33,33 d
T1	131,42 ab	10,06 bcd	4,90 a	37,76 b	44,75 c
T2	131,16 ab	10,49 abc	4,83 a	41,91 a	49,75 bc
T3	133,92 ab	11,83 ab	4,80 a	38,69 b	58,65 a
T4	131,17 ab	9,58 cd	4,58 ab	38,20 b	47,42 bc
T5	135,47 a	8,59 d	4,67 ab	33,87 c	44,17 c
T6	125,11 c	12,17 a	4,63 ab	31,10 d	53,92 ab
Média	131,01	9,75	4,69	36,71	47,43
ANOVA	0, 0002	<0, 0001	0, 0059	<0, 0001	<0, 0001
CV (%)	1,74	7,99	3,63	2,60	6,60

Fonte: Produção da própria autora.

Médias seguidas de uma mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) – Coeficiente de variação.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

5.1.3.1 Comprimento de Vagem – CV

Observa-se, na Tabela 9, que os tratamentos exerceram efeitos significativos sobre o comprimento de vagens, o maior valor foi encontrado no tratamento com 50% de composto caprino mais 5% de adubo foliar organomineral. Verificou-se o menor valor para CV no tratamento com 50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral. Constatou-se que o uso do adubo organomineral foliar propiciou acréscimo no componente da produção analisado, havendo decréscimo a partir do aumento da dose de 5% para 10% de adubo foliar organomineral, evidenciando que podem ser causados impactos negativos na produção se a planta for adubada com doses mais elevadas desse adubo foliar.

Segundo estudo realizado com diferentes fontes de matéria orgânica cultura de feijão-comum, as fontes surtiram efeito sobre CV (SANTOS et al., 2001). Zucareli et al. (2006) avaliaram o efeito de doses de fósforo aplicadas via solo sobre os componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão, cultivar IAC Carioca, observaram que o CV não foi influenciado pela

adubação fosfatada, resultando em comprimento médio de 83 mm, ou seja, comprimento inferior ao obtido nesta pesquisa.

5.1.3.2 Número de Vagens por Planta – NVPL

Analizando a característica número de vagens por plantas (NVPL), o tratamento 6 foi superior aos demais, apresentando NVPL igual a 12,17. O menor NVPL foi observado no tratamento testemunha (5,50) e tratamento com 50% de composto caprino mais 5% de adubo foliar organomineral (8,59). Os valores observados de NVPL no tratamento com esterco bovino (10,06) e composto bovino (10,49) são inferiores ao tratamento NPK (11,83). De acordo com Raij et al. (1997), os nutrientes presentes no composto orgânico, especificamente o nitrogênio e o fósforo, são liberados de forma mais lenta quando comparados com adubos minerais, visto que dependem da mineralização da matéria orgânica, favorecendo ao longo do tempo a disponibilidade e o maior aproveitamento desses nutrientes.

Bernardes et al. (2015) ao avaliarem o efeito de diferentes fontes de nitrogênio na produtividade de grãos do feijoeiro, obtiveram valor médio de 18,39, valor este superior ao encontrado na cultivar estudada, podendo o valor superior ser justificado pela quantidade de 400 a 465 kg ha⁻¹ de adubo na semeadura, contrapondo o total de 346,4 kg ha⁻¹ utilizado nesta pesquisa. Gerlach et al. (2013) em estudo com adubação orgânica e mineral no desenvolvimento e produtividade de cultivares de feijão, observaram efeito significativo, com valor médio de NVPL de 9,5. De acordo com Silva et al. (2007), o número de NVPL é o componente básico que mais se relaciona com a produtividade de grãos, sendo muito influenciado pelo ambiente.

5.1.3.3 Número de Grãos por Vagens – NGV

A característica número de grãos por vagens (NGV) foi influenciada pelos diversos tipos de adubações, apresentando o maior valor no tratamento com esterco bovino (4,90) e o menor valor no tratamento testemunha (4,37). Gerlach et al. (2013) em estudo semelhante conseguiram valores médios (5,0) próximos ao observado na cultivar analisada, no entanto não observaram resultado significativo. Binotti et al. (2009) e Arf et al. (2011) também não verificaram efeito significativo no NGV,

possivelmente, de acordo com Andrade et al. (1998), porque esta é uma característica varietal, não muito influenciada pelo ambiente.

5.1.3.4 Peso de cem Grãos – PG

O tratamento com composto bovino foi o que proporcionou o maior (41,91 g) peso em cem grãos (PG), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Observou-se que o menor valor (31,10 g) encontrado para PG foi verificado no tratamento com 50% de composto caprino e 10% de adubo foliar organomineral. Os dados reforçam mais uma vez que os nutrientes presentes no adubo orgânico, quando mineralizados, foram suficientes para suprir a demanda nutricional do feijão. Em trabalho análogo com feijão-caupi, Martins et al. (2013) não identificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, mas nesse estudo o tratamento químico foi o que apresentou o maior PG. Estudo de Anjos (2014) avaliando a influência de bioestimuladores e suas interações com adubações NPK e micronutrientes no desempenho da cultivar de feijão Pérola observou efeito significativo para NPK para característica PG, obtendo valores médios na presença e na ausência de NPK de 24,09 g e 25,55 g, respectivamente.

Zilio et al.(2011) informam que o peso de cem grãos é uma característica que possui caráter de herança qualitativa, pouco influenciada pelo ambiente e controlado por poucos genes, se bem que a principal causa que afeta esta característica seja a disponibilidade hídrica.

5.1.3.5 Número de Grãos por Planta – NGPL

Com relação à variável número de grãos por planta (NGPL) observou-se que houve diferença estatística. O destaque desta variável foi para o tratamento com adubo NPK, apresentando valor superior (58,65) aos demais estudados, e o tratamento testemunha que apresentou o menor valor (33,33). Cardoso (2011) avaliando o efeito das fontes e doses de N na nutrição e produção do feijoeiro observou efeito significativo com valor médio NGPL de 48,62 em função de doses N e não observou efeito significativo para fontes de N.

O aumento no NGPL no tratamento com NPK, está de acordo com os dados de Buzetti et al. (1992) os quais indicam que o feijoeiro requer um fornecimento

adequado de N tanto para as demandas do seu crescimento como para a formação de vagens e grãos. A reposta obtida no presente trabalho concorda também com Sá et al. (1982), que evidenciam a importância do nitrogênio na nutrição da cultura do feijão, propondo seu incremento na semeadura e em cobertura.

Os diferentes tipos de adubos aplicados ao solo apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) para a variável produção de vagens por planta, produção de grãos por planta e produção de vagens por parcela, porém variáveis de produção de grãos por parcela e estimativa de produtividade não houve diferença estatística ($p > 0,05$) (Tabela 10).

Tabela 10 – Produção de Vagens por Planta – PVPL (g), Produção de Grãos por Planta – PGPL (g), Produção de Vagens por Parcela – PVPA (kg), Produção de Grãos por Parcela – PGPA (kg), Estimativa de Produtividade – EP (kg.ha^{-1}), da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo em resposta a diferentes adubações

Tratamentos	PVPL	PGPL	PVPA	PGPA	EP
T0	32,58 a	13,18 c	1.380,38 ab	709,18 a	1.181,96 a
T1	30,19 ab	16,69 abc	1.329,55 b	831,82 a	1.386,36 a
T2	35,29 a	19,84 a	1.230,43 b	763,11 a	1.271,85 a
T3	33,65 a	18,38 ab	1.589,06 a	886,82 a	1.478,03 a
T4	23,99 bc	16,21 abc	1.291,40 b	803,63 a	1.339,38 a
T5	19,46 c	14,97 bc	1.255,92 b	739,58 a	1.232,63 a
T6	23,34 bc	17,73 ab	1.341,76 b	780,81 a	1.301,35 a
Média	28,36	16,71	1.345,50	787,85	1.313,08
ANOVA	<0, 0001	0, 0025	0, 0012	ns	ns
CV (%)	11,27	11,43	7,12	10,56	10,56

Fonte: Produção da própria autora.

Médias seguidas de uma mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) – Coeficiente de Variação.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

5.1.3.6 Produção de Vagens por Planta – PVPL

A produção de vagens por planta (PVPL) foi afetada significativamente pelas diferentes adubações. A maior massa de vagens por planta foi observada na adubação com composto bovino utilizada no tratamento 2, e a menor foi obtida na adubação, utilizando 50% de composto caprino mais 5% de adubo foliar

organomineral, empregados no tratamento 5. Essa resposta contrapõe os resultados anteriores da Tabela 9, onde indica que o tratamento 5 demonstrou o maior comprimento de vagem. Assim, pode-se inferir que os resultados da adubação usada no tratamento 5 acarretou efeitos negativos para PVPL e o tratamento 6 (50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral) mostrou-se mais eficiente para o mesmo parâmetro. Essa afirmativa pode ser verificada na estimativa de produtividade e demais características que mostraram rendimento elevado das variáveis no tratamento 6.

5.1.3.7 Produção de Grãos por Planta – PGPL

Também foram observadas influências significativas dos fatores em estudo para a produção de grãos por planta (PGPL), que obteve o maior valor (19,84 g) de massa de grãos por planta no tratamento com composto bovino. Percebeu-se que, no tratamento com esterco bovino apesar de obter a maior produção de vagens por planta (PVPL), alcançou o menor valor (13,18 g) de PGPL. Estudos de Alves et al. (1999) e Oliveira et al. (2000) verificaram elevadas produções de grãos de feijão-vagem e feijão-caupi em função da adubação organomineral balanceada. Cardoso (2011) observou para a característica massa de grãos por planta efeito significativo a 5% para as doses de N utilizadas, obtendo valor médio de 15,81 g por planta.

Oliveira et al. (2003a) e Santos et al. (2016) em pesquisas relacionadas a nutrição e qualidade de feijão-comum, confirmaram que o suprimento de nutrientes de forma equilibrada nas doses responsáveis pelas produções máximas, confere à cultura uma grande eficiência de produção, influenciada pela constituição genética e pela condição do experimento. Estes resultados sugerem que expressivas quantidades de nutrientes foram translocados para os grãos. Essa maior exigência se deve ao fato dos nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Assim, os resultados alcançados de PGPL demonstraram que as fontes e quantidades oferecidas surtiram efeito positivo na produção dos grãos de feijão Gurgutuba Roxo.

5.1.3.8 Produção de Vagens por Parcela – PVPA

O maior valor médio encontrado para produção de vagens por parcela (PVPA) foi observado no tratamento com NPK, seguido pelo tratamento testemunha e o menor valor foi observado no tratamento 2 (composto bovino). Ressaltou-se mais uma vez a importância da adubação mineral na produção de feijão.

5.1.3.9 Produção de Grãos por Parcela – PGPA

Todos os tratamentos não influenciaram estatisticamente ($p>0,05$) a variável produção de grãos por parcela (PGPA). Mesmo assim, é importante destacar que o maior valor de PVPA conferiu ao tratamento 3 (adubação mineral NPK) a maior produção de grãos por parcela. Esta resposta reforça a importância da adubação mineral, principalmente a nitrogenada, como uma das exigências nutricionais mais importantes para a cultura do feijoeiro.

5.1.3.10 Estimativa de Produtividade – EP

A estimativa de produtividade não sofreu efeito significativo dos tratamentos em estudo, no entanto observa-se o valor máximo de rendimento de grãos no fornecimento do adubo mineral (NPK), nas formas de uréia ($44,4 \text{ kg.ha}^{-1}$), superfosfato simples (250 kg.ha^{-1}) e cloreto de potássio (52 kg.ha^{-1}) e o valor mínimo de rendimento de grãos no tratamento testemunha.

Bernardes et al. (2015) avaliaram o efeito de diferentes fontes e doses de adubo nitrogenado na produtividade de grãos de feijão, utilizaram 110 kg ha^{-1} de KCl, 260 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 30 kg ha^{-1} de FTE BR 12, totalizando 400 kg ha^{-1} , e na semeadura utilizaram 20 kg ha^{-1} de N. De acordo com cada tratamento e adubação, em cobertura empregaram de 80 kg ha^{-1} de N. Contrapondo os resultados observados na pesquisa com feijão Gurgutuba, os autores verificaram valores mais elevados na produtividade do feijoeiro com doses superiores de adubo mineral.

Vários autores têm pesquisado a produtividade das culturas em função de adubos nitrogenados (Cantarela; Raij, 1986; Pereira et al., 2003; Binotti et al., 2010; Santos et al., 2016), e de uma maneira geral não têm sido verificado diferenças e eficácia destas fontes sob condições de campo. Embora a cultura do feijoeiro

responda bem à adubação, principalmente a nitrogenada do que a adubação com outros minerais Vieira (2006), a quantidade de N utilizada neste trabalho (20 kg.ha^{-1} de N) pode não ter sido o suficiente para haver uma variação na produtividade da cultivar.

A falta de resposta à adubação mineral observada neste estudo para o parâmetro estimativa de produtividade, pode estar relacionada à quantidade de fósforo recomendada (50 kg.ha^{-1} de P_2O_5) utilizada na adubação mineral (NPK), que possivelmente não tenha sido suficiente para alterar a produtividade, pois Silveira e Moreira (1990) ao avaliarem a resposta do feijoeiro utilizando doses de fósforo em experimento de campo conseguiram as melhores produtividades na dose 400 kg.ha^{-1} de P_2O_5 . Bonfim-Silva et al. (2014) trabalharam com adubação fosfatada em feijão guandu, concluíram que o desenvolvimento e produção de feijão guandu ocorre no intervalo de doses de fósforo de 162 a 225 mg dm^{-3} .

Outro fator que pode ter afetado a produtividade seria a semente empregada na pesquisa, visto que Fageria (1998) ao estudar genótipos de feijão-comum verificou que essas sementes não responderam a adubação fosfatada, já Zucareli et al. (2006) verificaram que a adubação fosfatada com 150 kg.ha^{-1} de P_2O_5 melhorou alguns componentes de produção, mas a produtividade de sementes não foi alterada pela aplicação com esta quantidade de fósforo.

Um aspecto a se considerar na ausência de resposta da cultura frente às diferentes adubações utilizadas na pesquisa sobre a produtividade, são as quantidades de potássio presentes nos compostos bovino e caprino, 750 e $3.500,00 \text{ mg/dm}^{-3}$, respectivamente. As quantidades apresentadas na análise dos compostos podem ter provocado uma redução da produtividade de grãos, tendo em vista que o excesso de K_2O é capaz de prejudicar o desenvolvimento do feijão no seu sistema radicular e parte aérea da planta, gerado pelo alto teor salino do potássio, assim, atuando de maneira negativa no desenvolvimento fisiológico das plantas e a produção de vagens, por consequência motivando a redução da produtividade. Oliveira et al. (2009) avaliaram a influência de doses de potássio em feijão-caupi e sugeriram que a diminuição das produtividades utilizando doses elevadas de K_2O podem indicar que o excesso desse nutriente foi desfavorável ao desenvolvimento do feijão-caupi.

Percebeu-se que o rendimento de todos os tratamentos superou a produtividade brasileira, do Nordeste e do Estado da Paraíba referente à safra

2014/2015, compreendendo 1.025 kg.ha⁻¹, 453 kg.ha⁻¹ e 276 kg.ha⁻¹ respectivamente, como também os resultados ultrapassaram a estimativa de produtividade da safra 2015/2016 do país, da região Nordeste e da Paraíba com prognósticos de 1.127 kg.ha⁻¹, 509 kg.ha⁻¹ e 288 kg.ha⁻¹, nesta ordem (CONAB, 2016). Cruz (2012) em trabalho similar avaliou o desempenho do feijão crioulo em sucessão a diferentes palhadas e variando adubação de plantio e de cobertura, não observando diferenças estatísticas entre os tratamentos, obtendo um rendimento médio de 709,31 kg.ha⁻¹, valor inferior ao encontrado nesta pesquisa.

5.2 Composição centesimal e valor energético do feijão

Os dados alcançados nesta pesquisa para a composição centesimal do feijão Gurgutuba Roxo são mostrados na Tabela 11. A análise de variância evidenciou que os diferentes tipos de adubos aplicados ao solo não influenciaram significativamente ($p>0,05$) o teor de proteína dos grãos de feijão, no entanto para os demais componentes, como fibra bruta, lipídeos, umidade, cinzas, carboidratos e valor energético, observou-se diferença estatística ($p<0,05$).

Tabela 11 – Composição centesimal média (g 100 g⁻¹) e valor energético (kcal. 100 g⁻¹) de grãos de feijão da cultivar Gurgutuba Roxo em resposta a diferentes adubações

Tratamentos	Fibra bruta	Proteínas	Lipídeos	Umidade	Cinzas	Carboidratos	Valor energético
T0	6,05 cd	17,15 a	1,68 a	14,70 cd	4,56 bc	55,86 a	307,15 a
T1	5,78 d	17,78 a	1,59 ab	19,90 a	5,06 ab	49,89 c	284,97 c
T2	6,76 bc	17,37 a	1,68 a	20,54 a	4,32 c	49,34 c	281,92 c
T3	5,28 d	18,16 a	1,48 bc	16,95 b	5,45 a	52,69 b	296,70 b
T4	7,10 ab	17,11 a	1,28 d	15,49 c	4,23 c	54,80 a	296,70 b
T5	7,53 ab	17,93 a	1,31 cd	13,36 e	5,09 a	54,78 a	302,62 ab
T6	7,74 a	18,20 a	1,36 cd	13,75 de	4,22 c	54,74 a	303,98 ab
Média	6,61	17,67	1,48	16,38	4,70	53,16	296,64
ANOVA	<0, 0001	ns	<0, 0001	<0, 0001	<0,0001	<0, 0001	<0, 0001
CV (%)	5,41	3,22	5,28	3,19	4,75	1,64	1,12

Fonte: Produção da própria autora.

Médias seguidas de uma mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) – Coeficiente de variação.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

5.2.1 Fibras

Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre os tratamentos para o teor de fibra bruta. Verificando a análise da composição química do grão de feijão Gurgutuba Roxo, percebeu-se um valor médio ($7,74 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) do teor de fibras no tratamento com 50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral, valor este superior ao tratamento testemunha, e uma quantidade inferior ($5,28 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) presente no tratamento com NPK. Oliveira et al. (2003b) pesquisaram sobre os efeitos de doses e formas de aplicação de nitrogênio sobre a característica e produção de feijão-vagem, verificaram que as doses de N não proporcionaram elevação no teor de fibra no feijão-vagem, cultivar Macarrão Trepador Top seed.

Constatou-se que os maiores valores para fibra bruta ocorreram nos tratamentos 6 ($7,74 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e 5 ($7,53 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Em ambos, a adubação com 50% de composto caprino mais adubo foliar organomineral a 10% e 5%, respectivamente, foram mais efetivos para este componente. Este fato pode estar relacionado à composição química e quantidades do adubo organomineral que disponibilizou a planta boro e carbono orgânico diretamente na área foliar.

Alguns autores encontraram valores superiores ao alcançado neste estudo para feijão-comum e crioulo, como Sousa (2010) que obteve $13,5 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ em Feijão Carioca, e Soares Júnior et al. (2015) que avaliaram a composição física e química de cinco cultivares de feijão crioulo Vermelho, obtendo um percentual médio para fibra bruta de $13,08 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Outros trabalhos obtiveram valores médios inferiores ao adquirido nesta investigação, tais como a pesquisa de Bertan et al. (2011) que avaliou a composição química do feijão preto e sua aplicação na formulação de bolo tipo nega maluca, conseguindo percentuais para fibra bruta de $0,91 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, e Londero et al. (2008) investigaram a variabilidade genética para o teor de fibra em grãos de feijão, conseguindo valores médios para fibra bruta $3,81 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e fibra alimentar total $36,92 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$.

5.2.2 Teor de proteína

O teor de proteína não foi influenciado pelas diferentes fontes de adubação. Contudo, a quantidade de proteína mais elevada presente no feijão Gurgutuba Roxo foi verificada no tratamento com 50% de composto caprino mais 10% de adubo foliar organomineral. Os tratamentos 1, 2, 3, 5 e 6 apresentaram valores médios superiores ao tratamento testemunha, apenas no tratamento organomineral verificou-se um valor de proteína inferior ao tratamento testemunha. Gomes Júnior et al. (2005) estudando os efeitos das doses de 40 e 80 kg.ha⁻¹ de N, observaram teor médio de proteínas solúvel na semente de feijão de 14,4% e 16,3%, contra 20,1% e 21,45 para proteína bruta, indicando que grande parte do N contido na semente não participa da composição das proteínas, apresentando-se, possivelmente, na forma de aminoácidos livres e até mesmo como outros compostos não proteicos da semente.

O elemento nitrogênio por estar envolvido na composição dos aminoácidos, possui uma relação direta no teor de proteínas dos grãos. Como os tratamentos testados nesta pesquisa não surtiram efeito sobre as proteínas, é possível que tenha ocorrido à subutilização dos elementos (NPK), especificamente nitrogênio, que compunham os tratamentos mineral e organomineral, isto poderia justificar uma resposta pouco eficiente da variável proteína com relação às fontes de adubos dos tratamentos com NPK e organomineral, tendo em vista que, Patroni et al. (2002) obtiveram maior teor de proteína nos grãos cujas plantas receberam as maiores quantidades de adubo nitrogenado. Apesar disso, Lajolo et al. (1996), argumentam que o teor de proteína pode variar por causa do local de cultivo, condições ambientais e das características da própria cultivar.

O valor médio geral obtido nesta pesquisa para a variável proteína foi 17,67 g 100 g⁻¹, ao passo que Cardoso (2011) em estudo sobre o efeito de fontes e doses de N na nutrição de feijão não observou diferenças, conseguindo valores médios de 19,60 a 27,43 g 100 g⁻¹ de proteína. Kokuszka e Murate (2007) avaliaram a composição centesimal de feijão Preto, cultivado em sistema de produção agroecológico e convencional, percebendo valores médios para proteína de 23,70 e 21,96 g 100 g⁻¹, respectivamente, valores estes, superiores ao observado neste trabalho. Soares Júnior et al. (2015) obtiveram valor médio de 17,76 g 100 g⁻¹ para o componente proteína em cultivares de feijão crioulo.

Analisando e estudando a cultivar de feijão Gurgutuba Roxo neste experimento, por se tratar de uma cultivar pouco investigada as respostas obtidas são suficientemente aceitáveis para o componente proteína e dentro da faixa revelada pelos autores anteriormente mencionados.

5.2.3 Lipídeos

Observou-se a influência das adubações sobre a quantidade de lipídeos presente no feijão Gurgutuba Roxo. Constatou-se que o tratamento testemunha não deferiu do tratamento 2 (composto bovino) com os mesmos valores médios ($1,68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), sendo assim, não apresentando diferenças estatísticas, indicando que o teor de lipídeos encontrado nos grãos não foi influenciado pela adubação (composto bovino – $15.000 \text{ kg.ha}^{-1}$) onde se notou o menor percentual de lipídeos no tratamento organomineral ($1,28 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$).

O teor médio geral de lipídeos para o feijão pesquisado foi $1,48 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, Silva et al. (2002) obtiveram teores de lipídeos totais entre $0,53$ a $2,90 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ investigando quarenta e cinco cultivares de feijão-caupi. Silva et al. (2009) examinaram a caracterização físico-química de três cultivares de feijão de diferentes cores, antes e após tratamento térmico, obtendo valor médio para lipídeos de $2,25 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$; e Lima et al. (2014) estudaram os aspectos bromatológicos e antinutricionais de nove cultivares de feijões (*Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) obtiveram valores médios para o teor de lipídeos entre $2,02$ e $1,99 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente, enquanto Soares Júnior et al. (2015) conseguiram um valor médio de $2,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ estudando cinco cultivares de feijão crioulo. De acordo com Almeida Costa et al. (2006), essa variação é peculiar das leguminosas.

O teor de lipídeo estudado nesta pesquisa está de acordo com os valores descritos pela literatura para cultivares de feijão crioulo.

5.2.4 Umidade

O valor médio geral obtido de umidade para os grãos de feijão foi $16,38 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Observou-se que os adubos utilizados influenciaram o teor de umidade. A umidade presente no grão de feijão dos tratamentos 1 e 2 ($19,90$ e $20,54 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$), sendo o tratamento 2 superior

em umidade ao tratamento testemunha e aos demais tratamentos analisados com relação a componente umidade. O Regulamento Técnico do Feijão (BRASIL, 2008, p. 6), informa no seu Art. 10:

O percentual de umidade tecnicamente recomendável para fins de comercialização do feijão será de até 14,00% (quatorze por cento).

Parágrafo único. O feijão com umidade superior a 14,00% (quatorze por cento) poderá ser comercializado, desde que não esteja ocasionando fatores de risco à saúde humana.

Com base na informação de Brasil (2008) loc. cit., percebeu-se que os teores de umidade nos grãos de feijão dos tratamentos 0, 1, 2, 3 e 4 foram superiores ao estabelecido pela legislação vigente.

Alguns autores conseguiram teores de umidade abaixo do alcançado neste estudo para cultivar de feijão-caupi, como Oliveira et al. (2015) que conseguiram valores para umidade de $11,12 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ em quatro cultivares de feijão-caupi, cultivados em solo potiguar. Zucareli et al. (2015) verificaram o teor de umidade de três cultivares ao longo do armazenamento em diferentes ambientes, conseguiram valores médios de $8,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ (Carioca Precoce), $7,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ (IAC Carioca Tibatã) e $7,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ (IAC Carioca).

As variações observadas no teor de umidade em função de diferentes adubos pode ser um indício de alterações no comportamento do potencial fisiológico dos grãos em resposta a conservação do produto. As diferenças apresentadas ocorreram, em virtude, possivelmente, ao equilíbrio higroscópico dos grãos de feijão com o ambiente. Segundo Bragantini (2005) quando a umidade se encontra entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto, todavia ao aumentar o teor de água o processo respiratório acelera e a deterioração se intensifica. Assim, ressalta-se a importância da umidade do grão ser corrigida para 13% logo após a colheita.

5.2.5 Cinzas

O teor de cinzas corresponde, na nutrição alimentar, aos sais minerais contidos no grão. Verificou-se que, para o teor de cinzas, houve influências significativas das fontes de adubos empregadas no experimento. Observou-se que

os valores médios de cinzas nos grãos de feijão dos tratamentos com NPK e 50% de composto caprino mais 5% de adubo foliar organomineral ($5,45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $5,09 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) não deferiram estatisticamente, ambos apresentando resultados superiores ao tratamento testemunha e demais tratamentos. Segundo Lajolo et al. (1996), em média o conteúdo de cinzas encontra-se entre 3,8% e 4,5%.

Verificou-se no tratamento 3 (adubo mineral – NPK) o maior percentual de cinzas, indicando que a adubação foi eficiente para este componente, possivelmente a adubação mineral pode ter disponibilizado maiores quantidades de nutrientes minerais para os grão de feijão, refletindo no teor de cinzas.

O teor médio ($4,7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) de cinzas observado nesta pesquisa mostrou-se um pouco acima dos valores obtidos ($3,55 - 3,57 - 3,67 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) por Barros et al. (2013) em pesquisa sobre a composição química de três cultivares de feijão-caupi, e os valores médios alcançados ($3,74 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) por Soares Júnior et al. (2015) em estudo com variedades de feijão crioulo. Silva et al. (2013) determinaram a disponibilidade de minerais em feijão-comum cru e cozido e encontraram um teor médio de cinzas de 4,03 e $3,99 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

Portanto, o teor de cinzas presente na cultivar de feijão Gurgutuba Roxo se encontra dentro do descrito pelos estudos citados.

5.2.6 Carboidratos

Os carboidratos são os principais constituintes dos feijões, ocupando até 60% da sua composição total. Os valores médios de carboidratos foram significativamente influenciados pelas fontes de adubos. Constatou-se o maior teor ($55,86 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) de carboidratos no tratamento testemunha, não demonstrando diferenças estatísticas entre o tratamento com adubo organomineral, e com os tratamentos com 50% de composto caprino mais 5% e 10% de adubo foliar organomineral, com isto observou-se que a cultivar crioula pesquisada não respondeu satisfatoriamente as quantidades e tipos de adubos disponibilizados via solo e via foliar, sendo este comportamento um possível indicativo que o feijão Gurgutuba Roxo pode alcançar os maiores teores de carboidratos, sem ser necessário a utilização de adubação.

Situação similar ocorreu com os tratamentos com esterco bovino e com composto bovino não apresentando diferenças estatísticas, revelando teores

inferiores aos demais tratamentos, com uso exclusivo de adubação orgânica via solo.

Observou-se um teor médio de carboidratos de 53,16 g 100 g⁻¹ do feijão analisado. Sousa (2010) analisando o conteúdo de carboidratos em feijão Carioca encontrou 46,5 g 100 g⁻¹. Soares Júnior et al. (2015) examinando o teor de carboidrato em variedades crioulas de feijão, conseguiram valores que variaram de 68,2 e 71,8 g 100 g⁻¹. Soares Júnior et al. (2012) também pesquisando sobre variedades crioulas de feijão obtiveram valores entre 46,95 e 59,98 g 100 g⁻¹, Silva et al. (2009) analisaram o teor de carboidratos de feijão-comum encontraram valores próximos ao deste estudo, com teores que variam de 43,84 e 55,95 g 100 g⁻¹.

De acordo com a tabela Taco (2011), o teor médio de carboidratos do feijão carioca cru é de 61,2 g 100 g⁻¹, valor um pouco superior aos obtidos neste trabalho para a variedade de feijão crioulo investigada.

Logo, os teores encontrados para carboidratos nesta investigação são respaldados por outros estudos acima citados.

5.2.7 Valor energético

Os adubos utilizados nos tratamentos promoveram efeito sobre o valor energético do feijão Gurgutuba Roxo. O maior valor energético foi observado nos grãos de feijão do tratamento testemunha (0), sendo esses valores, mais significativos em relação aos valores encontrados nos feijões dos demais tratamentos, apresentado valor energético médio de 307,15 kcal. 100 g⁻¹, seguido pelos tratamentos com 50% de composto caprino mais 5% e 10% de adubo foliar (302,62 e 303,98 kcal.100 g⁻¹), que apresentaram diferenças estatísticas.

Os tratamentos com esterco bovino e com composto bovino não deferiram estatisticamente ($p>0,05$), sendo que os grãos do tratamento com composto bovino alcançaram o menor valor energético (281,92 kcal.100 g⁻¹), e o valor energético dos feijões dos tratamentos com NPK e adubo organomineral, não deferiram entre si. Portanto, a adubação orgânica, mineral e organomineral não favoreceram o aumento de valor energético do feijão sob as condições experimentais oferecidas.

Os dados obtidos neste estudo para valor energético da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo, bem como os teores de valor energético de cultivares crioulas de feijão conseguidos a partir da pesquisa de Soares Júnior et al. (2015) para

composição centesimal, são mostrados na Tabela 12. Ao serem comparadas, as médias das cultivares de feijões crioulos vermelhos demonstraram valor (368,42 kcal.100 g⁻¹) superior ao teor (296,64 kcal.100 g⁻¹) energético adquirido no feijão pesquisado. Soares Júnior et al. (2012) em pesquisa semelhante conseguiram valor energético médio de 316,62 kcal.100 g⁻¹.

Verificou-se que o valor energético encontrado para o tipo cultivado de feijão crioulo, cultivar Gurgutuba está de acordo com o que a literatura tem mostrado para outros feijões crioulos.

Tabela 12 – Comparação entre os valores médios do conteúdo energético do feijão Gurgutuba Roxo pesquisado e valores médios das cultivares de feijão crioulo Vermelho pesquisado por Soares Júnior et al. (2015)

Feijão Gurgutuba Roxo	Tratamentos	Valor Energético
	T0	307,15
	T1	284,97
	T2	281,92
	T3	296,70
	T4	299,14
	T5	302,62
	T6	303,98
Média = 296,64		
Feijão Crioulo Vermelho	Cultivares	Valor Energético
	Safira	356,60
	Jalo roxinho	377,90
	Tradicional	362,00
	Vermelho rajado	367,80
	Bolinha vermelha	377,80
Média= 368,42		

Fonte: SANTOS (2015) e SOARES JÚNIOR (2015).

6 CONCLUSÕES

- O índice relativo de clorofila foliar do feijão Gurgutuba Roxo é superior em todas as parcelas que receberam composto bovino.
- As adubações não interferiram na máxima taxa de assimilação de CO₂.
- As maiores concentrações interna de CO₂ e transpiração ocorreram na presença da adubação mineral.
- A adubação mineral e a adubação orgânica com composto caprino correspondendo a 50% da recomendação mais adubação foliar com Ecolife a 5% proporcionaram aumento na fotossíntese líquida do feijão Gurgutuba Roxo.
- As quantidades de 20:50:30 kg.ha⁻¹ de N: P₂O₅: K₂O usadas no tratamento 3 promoveram um aumento de 19,2% superior ao tratamento testemunha sobre todos os parâmetros de produção e produtividade da cultivar de feijão Gurgutuba Roxo.
- As determinações dos teores de fibra bruta, umidade, lipídeos, carboidratos, cinzas e valor energético do feijão demonstram variações em função dos diferentes adubos.
- O valor energético do feijão Gurgutuba Roxo cultivado sem adubo é 8,21% superior ao valor energético do feijão cultivado com adubo orgânico (composto bovino) e 3,4% mais energético do que o feijão cultivado com adubo mineral (NPK).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA COSTA, G. E.; QUEIROZ-MONICI, K. S.; REIS, S. M. P. M.; OLIVEIRA, A. C. Chemical composition, dietary fiber and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry, Oxford**, v. 94, n. 3, p. 327-330, 2006.

ALMEIDA, P. **Conservação de etnovariedades de feijão por agricultores tradicionais no Agreste da Paraíba, Semiárido do Brasil**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Escola Nacional de Botânica Tropical do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2011.

ALMEIDA, P.; SCHMITT, C. **Sementes e Soberania Alimentar**. Texto preparatório ao Seminário Soberania Alimentar – Heifer Internacional. Recife, 2008. 35 p.

ALVES, E. U., OLIVEIRA, A. P., GONÇALVES, P. E., COSTA, C. C. **Produção e qualidade de sementes de feijão-vagem em função de doses e fontes de matéria orgânica**. 1999. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB. 1999.

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G.; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, p. 499-508, 1998.

ANJOS, D. N. **Bioestimulantes, NPK e micronutrientes na cultura do feijão-comum em Vitória da Conquista-BA**. 2014. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-BA. 2014.

ANJOS, D. N.; VASCONCELOS, R. C.; MENDES, H. T. A.; CANGUSSU, A. C. V. Trocas gasosas em plantas de feijoeiro submetidas à fitorreguladores. NPK e micronutrientes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 10, n.19; p. 1796-1802, 2014.

ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. C.; YAMAMOTO, D. C.; YAMAMOTO, C. J. T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 41, p. 430-438, 2011.

ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA. Carta Política do VIII Encontro Nacional da Articulação Semiárido Brasileiro (VIII EnconASA). Januária-MG, 23/11/2012. 5 p. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/UserFiles/File/carta_politica_viiienconasa_.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS – ABRASEM. **Anuário ABRASEM**. Brasília: ABRASEM, 2003. 164p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**, 17th ed. Rev. Maryland, USA, AOAC Internacional. 2002.

BARROS, N. V. A.; LEAL, M. J. B.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Composição química de cultivares bifortificadas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI – CONAC, 3, 2013, Recife, **Anais do III CONAC**. Recife, 2013, p. 1-5.

BASCUR, G.; OLIVA, M. A.; LAING, D. Termometria infrarroja en selección de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía. II. Bases fisiológicas. **Turrialba**, v. 35, n. 1, p. 43-47, 1985.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. . Produtividade do feijoeiro irrigado em razão de fontes de adubo nitrogenado estabilizado e de liberação controlada. **Revista Ceres**, v.62, n. 6, 2015.

BERTAN, L. C.; BARIANIL, C. J. M. V.; AUGUSTI, P. R.; RIES, E. F. CRUZ, L. P. de; FEIJÓ, A. R. Composição química de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) e sua aplicação em bolo nega maluca. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO E CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 5 e 11, 2011, Salvador. **Anais**. Salvador. 2011. p. 1-2.

BEZERRA, M. S.; SILVA, R. T.; SOUZA NETA, M. L.; MARTINS, D. C.; COSTA, J. P. B. M.; RÉGIS, L. R. L.; OLIVEIRA, F. A. Efeito residual da fertirrigação no cultivo do pimentão sobre a cultura do feijão-caupi. **Agropecuária Científica no Semiárido – ACSA**, v. 11, n. 2, p. 38-45, 2015.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; Sá, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno irrigado no sistema de plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 26, p.770-778, 2010.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C.; KA MIMURA, K. M. Fontes, doses e modo de aplicação de N em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.

BONFIM-SILVA, E.M.; SANTOS, C.C.; SILVA, T.J.A.; SCARAMUZZA, L.W.M.P. Concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in tropical grasses fertilised with wood ash in cerradoolisol. **African Journal of Agricultural Research**. v. 9, n. 5, p. 549-555, 2014.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Documentos 187. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.

BRASIL. **Ibérica Corretora De Mercadorias s/c Ltda**. Disponível em: <<http://iberica.corretora.com.br/htm/feijao/safra/>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

BRASIL. **Lei de sementes**: Lei n. 10.711 de 5 de agosto de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.711.htm>. Acesso em: 16 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 de março de 2008. **Estabelece o Regulamento Técnico do Feijão, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem**. Diário Oficial [da] União. Brasília-DF, mar. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Brasília: MAPA. 2012. Disponível em <www.agricultura.gov.br>. Acesso em 05/01/2016.

BRESSANI, R.; ELIAS, L.G. **Relación entre la digestibilidad y el valor proteínico del frijol comun (*Phaseolus vulgaris*)**. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v.34, n.1, p.189-197, 1984.

BRESSANI, R. Research needs to up-grade the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Quality Plant Foods for Human Nutrition**, v. 32, n.1, p.101-110, 1983.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.857-865, 2012.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agrônômica**, v.1, p.11-19, 1992.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, 2007. 1017p.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no estado de São Paulo. In: SANTANA, M. B. M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.47-79.

CANTARUTTI, R. B.; ALVARES V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H.. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 13-20.

CARDOSO, S. M. **Fontes de doses de nitrogênio na nutrição, produção e qualidade do feijoeiro**. 2011. 68f. Dissertação (Mestrado em Agricultura). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP. 2011.

CARVALHO, M. A. F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. **Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 14p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 205).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

CASTRO NETO, M. T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 23-95, 2003.

Centro de Agroecologia, Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável – CAERDES. **Catilha Agroecológica**. 1. ed. v. 1 Juazeiro: EDUNEB, 2014.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTE/INPE. **Previsão de tempo**. 2015. Disponível em: <www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 20 dez. 2015.

CHAVES, M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42, p.1-16, 1991.

CIAT. **Utilização da diversidade genética do feijão em África**. Destaques: CIAT em África. n. 21, 2005.

COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade Genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Previsão e acompanhamento da safra 2014/2015**: quinto levantamento, fevereiro/2016 nono levantamento, junho/2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> >. Acesso em: 12 fev. 2016.

CORDEIRO, A. Documentação Participativa do PAA: Aquisição e Doação de Sementes para os Bancos de Sementes Comunitários na Paraíba -. Brasília: Conab, 2006. 65 p.

CRONQUIST, A. **Devolution and classification of flowering plants**. New York: New York Botanical Garden, 1988. 555p.

CUNHA, A. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, 2009.

CUNHA, F. L. **Sementes da Paixão e as Políticas Públicas de Distribuição de Sementes na Paraíba**. 2013. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2013.

CRUZ, J. F. Desempenho de variedades de feijoeiro comum em plantio sob diferentes palhadas e adubações. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre. Rio Branco-AC. 2012.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.193-202, 2003.

DEBOUCK, D.G. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In: SINGH, S. P. **Common bean improvement in the twentyfirst century**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 25-52.

DE SCHUTTER, O. **The right to food – Seed policies and the right to food: enhancing agrobiodiversity and encouraging innovation**. Report of the Special Rapporteur on the right to food. United Nations General Assembly, Jul. 2009. 22p.

EICHER, N. J.; SATTERLEE, L. D. Nutritional quality of Great Northern bean proteins processed at varying pH **Journal of Food Science**, v. 53, n. 4, p. 1139-1143, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspective**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400 p.

ERNANI, P. R. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, 2007. p. 551-594.

ESTEVES, A. M. **Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2000. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2000.

FAGERIA, N. K. Eficiência de uso de fósforo pelos genótipos de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p.128-131. 1998.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2013. Disponível em :<<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>>. Acesso em 20 Jan. 2016.

FANTINI, A. P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C.; MANSI, D. N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 435-439, 2008.

FERNANDES, F. B. P.; LACERDA, C. F. de; ANDRADE, E. M. de; NEVES, A. L. R.; SOUZA, C. H. C. de. Efeito de manejos do solo no déficit hídrico, trocas gasosas e

rendimento do feijão-de-corda no Semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 506-515, 2015.

FERRAZ, L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B. FERNANDES, P. D.; MUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no Semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.

FERREIRA, C. M.; SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J.; DEL PELOSO, M. J. . Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2008. 600p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2004.

FRANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Os Autores, 2007. 386p.

FRADE, L. J. G.; BRITO, M. E. B.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; FERREIRA, I. B.; OLIVEIRA, I. M. Trocas gasosas em feijão-caupi paulistinha sob lâminas de irrigação. In: INOVAGRI INTERNACIONAL MEETING, 3, 2015, Fortaleza. Trocas gasosas em feijão-caupi paulistinha sob lâminas de irrigação. **Anais III INOVAGRI International Meeting**, 2015. p. 3516-3522.

GAIFAMI, A.; CORDEIRO, A. **Cultivando a diversidade: recursos genéticos e segurança alimentar local**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994. 205 p.

GALLO, J. R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, v. 20, p. 867-884, 1961.

GERLACH, G. A. X. ; ARF, O.; SILVA, J. C. da; YANO, E. H. Aplicação de fertilizante orgânico e mineral em feijoeiro irrigado no período“de inverno”. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n.16, p. 285-294, 2013.

GITTI, D. C.; ARF, O.; BUZETTI , S.; FERREIRA, M. M. R.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES , R. A. F. Aplicação de paclobutrazol e doses de nitrogênio em feijão de inverno cultivado em sistema plantio. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p.35-46, 2012.

GOMES JUNIOR, F. G. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

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**, v.5, n. 4, p. 82–89, 2010.

GUIMARÃES, C. M. **Efeitos fisiológicos do estresse hídrico**. 1998. 205 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 1998.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n.1, p.70-75, 2006.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. **Plant and Soil**, v. 237, p. 173-195, 2001.

Instituto Biodinâmico – IBDCertificações. **Inspeções e Certificações Agropecuárias e Alimentícias**

Disponível em: <<http://ibd.com.br/pt/Default.aspx>>. Acesso em: 09 jan. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2014**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2014/default.shtm>> Acesso em: 06 nov.2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Agricultura Familiar. Primeiros Resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. MDA/MPOG, 2009. 265 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013. Disponível em:<<file:///C:/Users/Emanice/Downloads/pam2013produ%C3%A7%C3%A3o%20agrica%20nacional-2013.pdf>> . Acesso em: 09 jul. 2015.

INFORZATO, R.; MIYASAKA, S. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 22, p.477-481, 1963.

Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco** (2ª aproximação). 2.ed. Recife, 2008. 198p.

Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba – INTERPA. **Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental**. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, Diário Oficial, Cabedelo, 2008.

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, n. 1, p. 11-19, 2005.

JAIMEZ, R. E.; RADA, F.; GARCÍA-NÚÑEZ, C.; AZÓCAR, A. Seasonal variations in leaf gas exchange of plantain cv. 'Hartón' (Musa AAB) under different soil water conditions in a humid tropical region. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n. 1, p. 79-89, 2005.

KEIHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres. 1985. 492 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KLUGE, R.A. LCB – 311, Fisiologia **vegetal: apontamentos de aulas teóricas de fotossíntese**. ESALQ/USP. 2004. Disponível em: <Internet http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/gradOI/06_fotoquimica_da_fotossintese/fotossinteseKluge>. Acesso em: 16 fev. 2016.

KOKUSZKA, R.; MURATE, E. H. Valor nutricional de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*) produzido em sistemas de produção convencional e agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade Nutricional. In: ARAÚJO, R. S.; AGUSTÍN RAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.

LAMPKIN, N. **Organic Farming**. Farming Press, United Kingdom, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: C. H. B. A., 2000. 531 p.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal, In: LARCHER, W. **A planta sob estresses**. São Carlos: Rima, 2004. p. 341-448.

LIMA, M. O.; GOMES, F. A.; MATTAR, E. P. L.; RIBEIRO, O. A. S.; FERREIRA, J. B. Aspectos nutricionais de feijões crioulos cultivados na Amazônia Ocidental, Acre, Brasil. **Revista Enciclopédia Brasileira, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n.19; p. 163-175, 2014.

LONDERO, P. M. G.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI, A. F. Teores de fibra e rendimento de grãos em populações de feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p. 167-163, 2008.

LOPES, J. P. **Análise de crescimento e trocas gasosas em plantios direto e convencional de milho e soja**. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Universidade de São Paulo. Campinas – SP. 2008.

LOPES, R. L. T. **Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento**. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical) – Instituto Agrônomo, Universidade de São Paulo. Campinas - SP. 2011.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranja 'Valência'. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.53-58, 2002.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1161-1170, 2005.

MAJEROWISCZ, N. Fotossíntese. In: KERBAURY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2008. p. 82-133.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

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

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

MARTINS, J. D. L.; MARCIO, F. M. OLIVEIRA, J. P. F.; GONÇALVES, M. V.; ZUMBA, J.S.; OLIVEIRA, M.; GONÇALVES, E. P. Produção de grãos de feijão-caupi cultivado com composto orgânico, biofertilizante, inoculante adubo mineral. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI – CONAC, n. 3, 2013, Recife – PE. Produção de grãos de feijão-caupi cultivado com composto orgânico, biofertilizante, inoculante adubo mineral. **Anais do III CONAC**, 2013.p. 1-5.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 11, n. 1, p. 29- 34, 1999.

MEDINA, C. L.; SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, J. A. B. Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. **Scientia Horticulturae**, v.96, p.115-125, 2002.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MENEGOL, D. R. **Épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) baseadas no índice suficiência de clorofila**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa, Frederico Westphalen-RS. 2014.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Produção e Disponibilização de Sementes de Cultivos Alimentares para a Agricultura Familiar nos Territórios da Cidadania**. Projeto Técnico. MDA: Brasília, novembro de 2010.

MOSIER, A.; GALLOWAY, J. Setting the scene – The international nitrogen initiative. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. Proceedings. Paris, **International Fertilizer Industry Association**, 2005. 10p.

NAKAO, A. H. **Composto orgânico de agroindústrias na produção de feijão “de inverno” e milho no sistema plantio direto**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP. 2015.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L.; BRUCKNER, CH.; SILVA NETO, J. J.; RÊGO, M. M. Heritability and variability of

morphological traits in a segregating generation of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, n. 953, p. 299-304, 2012.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, 2007, p.276-374.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em Feijão. **Engenharia Agrícola**, v.25, p. 86-95, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.102-108, 2000.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. U.; NORONHA, M. A. S.; CASSIMIRO, C. M.; MENDONÇA, F. G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, 2001.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. L.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; COSTA, R. F.; LEAL, F. R. F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25 p. 49-55, 2003a.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; ALVES, A. U.; DORNELES, C. S. M.; ALVES, A. U.; OLIVEIRA, A. N. P.; CARDOSO, E. A.; SILVA CRUZ, I. S. Rendimento de feijão-vagem em função de doses de K₂O. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 29-33, 2007.

OLIVEIRA, A. P. SOBRINHO, J. T.; SOUZA, A. P. Característica e rendimento do feijão-vagem em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3.2003 b.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; LOPES, E. B.; SILVA, E. E.; ARAÚJO, L. H. A.; RIBEIRO, V. V. Rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi em função de doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 629- 634, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. Produção de feijão-caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1049–1056, 2015.

OLIVEIRA, T. C. T. **Crescimento, aporte e trocas gasosas de leguminosas associadas à Vitis vinifera**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista-BA. 2012.

OSPINA, O. H. F. **Morfologia de La planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2. ed. Cali: Ciat, 1981. 50p.

PATRONI, S. M. S.; ANDRADE, C. A. B.; JACINTO, D. M.; CLEMENTE, E.; BISO, J. C.; SCAPIM, C. A. Avaliação de diferentes níveis de adubação em três cultivares de feijão carioca. 2-Qualidade nutricional dos grãos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2002. p. 541-543.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2003. 235p.

PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 353-379. 1996.

PEREIRA, O. C. N.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; SILVA, F. F. Produção de alface em função de água e de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 381-386, 2003.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; SANTOS, J. C. P.; BOGO, A.; MIQUELLUTI, D. J. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**.v.33 n.3, 2011.

PETERSEN, P.; SILVEIRA, L.; CURADO, F.; SANTOS, A. Sementes ou grãos? Lutas para desconstrução de uma falsa dicotomia. In **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v.10, n.1, p. 36-46, 2013

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMAN, M. J.de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: NAGY. 1988. p. 125-156.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. **Trocas gasosas, Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. rev. ampl. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REIS, A. R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 23, p. 39-45, 2003. Suplemento.

ROCHA, M. G. **Adubação orgânica e nitrogenada em videira cv. Syrah no Vale do Submédio São Francisco**. 2013. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) –

Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho, Botucatu-SP.2013.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; POERSCH, N.L.; LONDERO, P. M. G.; FILHO, A. G.; Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, n. 4, p. 465-471, 2004.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 99 p.

SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; CONSTANT, E. A.; FRIZZONE, J. A.; SANTOS, P. C. Efeito da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cultivar Carioca, cultivada em um solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia,. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1982. p.161-163.

SANTALLA, M.; SEVILLANO, M. C. M.; MONTEAGUDO, A. B.; RON, A. M. Genetic diversity of Argentinean common bean and its evolution during domestication. **Euphytica**, v. 135, n. 1, p. 75-87, 2004.

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**, v.40, n.4, p.491-496, 2010.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. 1. ed. São Paulo: Peirópolis, 2009. 519 p.

SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654 p.

SANTOS, G.M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J. A. L.; ALVES, E. U.; COSTA, C.C. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 30-35, 2001.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed.Viçosa: UFV, 2008. p. 41-65.

SANTOS, M. G. **Aplicação foliar de fósforo, metabolismo fotossintético e produtividade do feijoeiro comum sob déficit hídrico**. 2005. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP. 2005.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura – teoria e prática**. 1. ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2005. p. 250-280,

SANTOS, S. M. C.; FERNANDES, D. M. F.; ANTONAGELO, J. A. Fontes e doses de nitrogênio na nutrição, produção e qualidade de grãos do feijoeiro comum. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 5, n.1, p. 69-82, 2016.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v.8, p.753-762, 2004.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. p.184-229.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.219-247, 2007.

SILVA, A. G.; ROCHA, L. C.; CANNIATTI BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, digestibilidade protéica e atividade antioxidante de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 591-598, 2009.

SILVA, A. G.; SILVA, P. L. F.; CAVALCANTI, A. C. P.; ZUZA, J. F. C.; ARAÚJO, R. C. Índice de clorofila e produção de feijão vermelho submetidos a doses e vias de aplicação de urina de vaca. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA - CONTECC, 72, 2015, Fortaleza. **Anais do CONTECC**. 2015. p.1-4.

SILVA, A. O.; LIMA E. A.; MENEZES H. E. A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, n. 3, p. 1-5. 2007.

SILVA, A.; PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C. Teor de fitato e proteína em grãos de feijão em função da aplicação de pó de basalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 147-152, 2011.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JÚNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p. 2002.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 40 p.

SILVA, H. T. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/ variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 32 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 184).

SILVA, M. O.; BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Composição de cultivares de feijão comum. **Alimentos e Nutrição**, v.24, n. 3, p. 339-346, 2013.

SILVA, M.S.; MAIA, J. M; ARAÚJO, Z. B. FREIRE FILHO, F. R. **Composição Química de 45 Genótipos de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**.

TERESINA: Embrapa Meio-Norte, 2002. 2 p. – (Documentos / Embrapa Embrapa Meio-Norte).

SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, n.1, p.63-67, 1990.

SOARES, A. G. Consumo e qualidade nutritiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. **Anais**. Goiânia: UFGO, 1996. p. 73-79.

SOARES, L. A. A.; FURTADO, G. F. F.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M.; GUERRA, H. O. C.; NASCIMENTO, R. Troca de CO₂ do feijão-caupi irrigado com água salina e fertilização nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n.3, p. 30-37, 2013.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; BASSINELLO, P. Z.; FERNANDES, P. M.; BECKER, F. S. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos cultivados na região de Goiânia-GO. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 109-118, 2012.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; BECKER, F. S.; SOUZA, E. R. B.; VERA, R. Propriedades físicas e químicas de grãos de feijões crioulos vermelhos. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 263–269, 2015.

SOUZA, S. **Revestimento ativo enriquecido com aminoácidos em feijão-comum**. 2010. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 2010.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2011. 843p.

SOUZA, J. L.; VENTURA, J. A. Estudo de correlação entre teores foliares de nutrientes e a incidência de requeima (*Phytophthora infestans*) na cultura da batata submetida a sistemas de adubação orgânica e mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 30. Poços de Caldas. **Anais**. Poços de Caldas, 1997. p. 313.

SOUZA, L. V. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2003.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Circular Técnica, n. 65.2008.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A.; ÁVILA F. W.; Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica. **Lavras, Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 656-664, 2006.

SPARKS, D. L. Bioavailability of soil potassium. In: SUMNER, M. E. **Handbook of soil science**. CRC Press, 2000. Section D. 48 p.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HYCHKTHEUER, L. H. H. As clorofilas-Revisão bibliográfica, **Ciência Rural**, v. 35, n. p. 3, 747-755, 2005.

SYVERTSEN, J. P.; LLOYD, J. J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops: subtropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994, v. 2, p. 65–101.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre : Artmed, 2004. 693 p.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/NEPA – UNICAMP. Campinas NEPA-UNICAMP, TACO, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, G. C. S.; STONE, L. F. HEINEMAN. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 9-17, 2015.

TORRES NETO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; SMITH, R. E. B. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, p.199-209, 2005.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2008. 600p.

VIEIRA, C. **O feijoeiro-comum: cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa: UFV, 1967. 220p.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

VIEIRA, N. M. B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS-MG Talismã e Ouro Negro, em plantio direto e convencional**. 2006. 145f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2006.

VILHORDO, B. W.; BURIN, M. E.; GANDOLF, V. H. Morfologia. In: ZIMMERMAN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: NAGY, 1988. p. 87-123.

VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin – Madison, 2000. 10, p.782-799.

WHITE, R. E. **Princípios e práticas da ciência do solo**. São Paulo: Andrei Editora, 4. ed., 2009, 426p.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura agrícola? **Informações Agronômicas**, n. 108, 2004.

ZILIO, M. **Potencial de uso de genótipos crioulos de feijão no Oeste e Planalto Sul catarinense quanto ao desempenho agrônomo, qualidade tecnológica e nutricional dos grãos**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias. Lages-SC. 2010.

ZILIO, M.; COELHO, C. M. M; SOUZA, C. A.; SANTOS, J. C. P; MIQUELLUTI, D. J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 429-438, 2011.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p.803–809, 2015.

ZUCARELI, C.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.09-15, 2006.