



**ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA ASSOCIADA A INOCULAÇÃO NA PRODUÇÃO
E QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO MACASSAR (*Vigna unguiculata* L. Walp.)**

CHARLEY DE FREITAS SILVA

**GARANHUNS
JULHO/2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

**ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA ASSOCIADA A INOCULAÇÃO NA PRODUÇÃO
E QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO MACASSAR (*Vigna unguiculata* L. Walp.)**

CHARLLEY DE FREITAS SILVA

**SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
Dr. MÁCIO FARIAS DE MOURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em produção agrícola da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.
Área de Concentração: Produção Agrícola

**GARANHUNS
JULHO/2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

S586a Silva, Charley de Freitas
Adubação mineral e orgânica associada a inoculação na
produção e qualidade nutricional do feijão macassar (*Vigna
unguiculata L. Walp.*) / Charley de Freitas Silva. –
2018.
51 f. : il.

Orientador: Mácio Farias de Moura.
Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola)-Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós – Graduação em
Produção Agrícola, Garanhuns, BR - PE, 2018.
Inclui referências.

1. Adubação orgânica 2. Adubos e fertilizantes 3. Feijão-
de-corda 4. Feijão – qualidade I. Moura, Mácio Farias de,
orient. II. Título

CDD 631.8

**ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA ASSOCIADA A INOCULAÇÃO NA PRODUÇÃO
E QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO MACASSAR (*Vigna unguiculata* L. Walp.)**

CHARLLEY DE FREITAS SILVA

Data da defesa: 30/07/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

MEMBROS TITULARES

Prof. Dr. Mácio Farias de Moura

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Orientador)

Prof. Dr. Jeandson Silva Viana

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Examinador)

Prof. Dra. Sueli da Silva Santos Moura

Instituto Federal de Alagoas
(Examinadora)

“O sentimento religioso do cientista consiste em se espantar diante da harmonia da lei da natureza, que revela uma inteligência tão superior que, comparada com ela, todo pensamento sistêmico e atuação dos seres humanos é uma reflexão absolutamente insignificante”

Albert Einstein.

*Dedico esta dissertação aos meus avós
(José Ferreira de Freitas e Quitéria Félix de Freitas),
A minha mãe (Hosana Félix de Freitas),
Pelo incentivo e apoio nessa longa caminhada.
Sem vocês, eu não conseguiria...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, todo poderoso, por ter me dado a força, sabedoria e saúde para chegar até aqui.

Ao Professor Dr. Mácio Farias de Moura, meu orientador a quem devo imensamente por sua paciência, incentivo e sabedoria, só tenho a agradecer por esses dois anos de convívio e orientação.

Aos meus familiares avós, tios, tias e primos, pelos momentos vividos e eterno apoio.

Aos meus amigos do laboratório, em especial Ávilo Renan, Maysa Bezerra, Daniel Marques e Marcos Oliveira, obrigado por tornar os momentos no laboratório mais prazeroso e cheio de risos.

Aos meus colegas da Turma de Pós-graduação 2016.2 que tornaram os momentos da vida acadêmica muito mais felizes, apesar das dificuldades enfrentadas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola (PGPA) da Unidade Acadêmica de Garanhuns pelo apoio estrutural e educacional.

Ao laboratório de nutrição animal (LANA), ao Laboratório de Análises de Sementes (LAS) e aos Professores Jeandson Silva Viana, Edilma Pereira Gonçalves e André Magalhães, pela disponibilidade de espaço e materiais para análise de sementes.

A CAPES (coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior) pela bolsa de estudo concedida.

A prefeitura Municipal de Garanhuns por fornecer a digesta bovina.

A empresa Stoller do Brasil por fornecer o inoculante.

E a todos que de alguma forma tenha contribuído para realização desse trabalho.

Muito obrigado.

BIOGRAFIA

CHARLLEY DE FREITAS SILVA (SILVA, C.F), filho de Severino Joaquim da Silva e Hosana Félix de Freitas, nasceu em Arcoverde, Estado de Pernambuco, em 13 de dezembro de 1990.

Em 2011 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns. Durante a graduação, em 2013, iniciou no projeto de iniciação científica, no qual trabalhou com polinização de espécies cultivadas e germinação de sementes. Em julho de 2016 obteve o título de engenheiro agrônomo. Neste mesmo ano iniciou o curso de Mestrado em Produção Agrícola na Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na linha de pesquisa sistemas agrícolas, com o projeto: uso de biofertilizante e resíduo lácteo associado a inoculante na produção do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. walp.), e submetendo-se a defesa de dissertação em julho de 2018.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1- Precipitação durante o período de realização do estudo. Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Garanhuns-PE, 2018	21
Figura 2- Temperatura durante o período de realização do estudo. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Garanhuns-PE, 2018	22
Figura 3- Aplicação do biofertilizante pós-emergência das plântulas de feijão-caupi.....	23
Figura 4. Adubação mineral.....	24
Figura 5. Preparo de sulcos para o semeio de sementes de feijão-caupi.....	25
Figura 6. Desbaste do feijão-caupi 15 dias após a semeadura.....	25
Figura 7. Pragas presentes no período do experimento, percevejo (A), formiga cortadeira (B) e vaquinha (C)	26
Figura 8. Medidor de área foliar modelo ADC Bioscientific (A), medidor de clorofila Clorofilog-CFL1030 (B) e comprimento de vagens (C)	28

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1: Análise química do solo.....	21
Tabela 2. Tratamentos empregados na realização do experimento. Garanhuns-PE, 2018	22
Tabela 3. Análise química do resíduo lácteo.....	22
Tabela 4. Análise química do biofertilizante.....	23
Tabela 5. Área foliar (AF), clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (NVP) e comprimento de vagens (CV) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.....	29
Tabela 6. Taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), rendimento de grãos (RG), e produtividade (PRODT) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.....	31
Tabela 7. Teores de nitrogênio nas folhas e grãos (NF e NG), teores de proteína bruta nas folhas e grãos (PBF e PBG), carboidratos (CARB), cinzas (CIN), valor energético (VE) e extrato etéreo (EE) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.	32
Tabela 8 Área foliar (AF), clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (NVP) e comprimento de vagens (CV) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto)	34
Tabela 9. Taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), rendimento de grãos (RG), e produtividade (PRODT) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto)	35
Tabela 10. Teores de nitrogênio nas folhas e grãos (NF e NG), teores de proteína bruta na folhas e grãos (PBF e PBG), carboidratos (CARB), cinzas (CIN), valor energético (VE) e extrato etéreo	

(EE) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto)
.....36

Tabela 11. Número de dias após a semeadura para o florescimento do feijão-caupi submetidos a
adubação mineral e orgânica47

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	11
GENERAL SUMMARY	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Importância econômica do feijão.....	14
2.2 Adubação Mineral	15
2.3 Inoculação.....	17
2.4 Biofertilizante	18
2.5 Resíduo lácteo.....	19
2.6 Qualidade nutricional do grão	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1. Caracterização da área experimental	21
3.2. Dados climáticos.....	22
3.3. Instalação do experimento	22
3.4. Tratos culturais	26
3.5 Variáveis analisadas.....	26
3.5.1. Avaliações em condições de campo.....	26
3.5.2 Avaliações laboratoriais	27
3.5.3 Avaliações nutricionais	28
3.5.4. Análise estatística.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICES.....	49

RESUMO GERAL

O feijão macassar ou feijão-caupi é uma leguminosa muito cultivada, principalmente no Nordeste do Brasil, em seu cultivo, geralmente se emprega adubos minerais de alta solubilidade que tem causado inúmeros impactos ambientais, problemas de saúde pública, além do aumento do custo de produção em virtude do alto preço dos insumos. Desta forma, novas práticas de cultivo vêm surgindo com intuito de amenizar estes problemas. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar aspectos produtivos e nutricionais de feijão macassar cultivar IPA-207, manejada com emprego de adubos minerais e orgânicos associado a inoculação. O experimento foi conduzido em campo no município de Garanhuns-PE. O biofertilizante, resíduo lácteo e inoculante constituíram a adubação orgânica, e o emprego de NPK a adubação mineral. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com nove tratamentos e três repetições: mineral (M); resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante (RIB); biofertilizante (B); resíduo lácteo (R); resíduo lácteo + inoculante (RI); inoculante (I); biofertilizante + inoculante (BI); resíduo lácteo + biofertilizante (RB) e a testemunha absoluta (AB). As variáveis analisadas foram: taxa de enchimento dos grãos (TEG), rendimento de grãos (RG), comprimento da vagem (CV), número de vagens por plantas (NVP), número de grãos por vagem (NGV), biomassa seca (BS), peso de 100 grãos (P100), produtividade (PRODT), extrato etéreo (EE%), cinzas (CINZ), carboidratos (CARB) e valor energético (VE), proteína bruta e nitrogênio nos grãos e folhas (PBG; PBF; NG; NF). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O software empregado para a análise estatística foi o Saeg 9.1. O número médio de vagens por planta, biomassa seca e produtividade foram maiores nas plantas com emprego de adubação mineral. O número de dias para taxa de enchimento de grãos foi menor estatisticamente nas plantas dos tratamentos sob influência de biofertilizante, inoculante e a associação de resíduo lácteo mais biofertilizante. As características nutricionais não foram influenciadas pelos tratamentos.

Palavras-chave: Agricultura; Alternativas agroecológicas; Sustentabilidade.

GENERAL SUMMARY

Macassar bean or cowpea is a very cultivated legume, mainly in the Northeast of Brazil, in its cultivation, it is generally used mineral fertilizers of high solubility that has caused numerous environmental impacts, public health problems, besides the increase of the cost of production due to the high price of inputs. In this way, new cultivation practices have appeared in order to mitigate these problems. In this context, the objective of this study was to evaluate the productive and nutritional aspects of macassar bean cultivar IPA-207, managed with the use of organic and mineral fertilizers associated with inoculation. The experiment was conducted on the field in the municipality of Garanhuns-PE. The biofertilizer, milk residue and inoculant constituted the organic fertilization, and the use of NPK the mineral fertilization. The treatments were distributed in randomized blocks, with nine treatments and three replicates: mineral (M); milk residue + inoculant + biofertilizer (RIB); biofertilizer (B); milk residue (R); milk residue + inoculant (IR); inoculant (I); biofertilizer + inoculant (BI); milk residue + biofertilizer (RB) and absolute control (AB). The variables analyzed were: grain filling rate (TEG), grain yield (RG), pod length (CV), number of pods per plant (NVP), number of grains per pod (NGV), dry biomass), weight of 100 grains (P100), productivity (PRODT), ethereal extract (EE%), ash (CINZ), carbohydrates (CARB) and energetic value (VE), crude protein and nitrogen in grains and leaves NG, NF). Data were submitted to analysis of variance and the means of treatments compared by the Dunnett test at 5% probability. The software used for the statistical analysis was Saeg 9.1. The average number of pods per plant, dry biomass and productivity were higher in the plants using mineral fertilization. The number of days for grain filling rate was statistically lower in the treatments under the influence of biofertilizer, inoculant and the association of milk residue with more biofertilizer. The nutritional characteristics were not influenced by the treatments.

Key-words: Agriculture; Agroecological alternatives; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) tem ganhado cada vez mais destaque no cenário mundial, apresentando grande importância social e econômica devido ao seu baixo custo de produção, alto valor nutritivo e principalmente por sua ampla capacidade de tolerar a seca. Tornando-o adaptado as regiões tropicais úmidas (VALADARES et al. 2010), que provavelmente, está relacionado ao centro de origem africano (MOSTASSO et al. 2002). No Brasil, principalmente nas regiões norte e nordeste, contribui não só como fonte de renda, mas também como importante fonte nutricional e de subsistência, para pequenos produtores, devido a seu alto conteúdo proteico e valor energético (BEZERRA et al., 2010), Segundo Locatelli et al., (2014), essa cultura se tornou uma das principais alternativas socioeconômicas para as populações rurais dessas regiões.

Estima-se que, no Brasil a área cultivada com esta cultura estará próximo a 1.527,1 (em mil ha), sendo a região nordeste responsável por aproximadamente 77% desse total na safra 17/18 e com produção de 431,1 (em mil t) (CONAB, 2018a). Os pequenos agricultores dessa região têm grande contribuição em termos de área plantada, porém com limitada participação na produção, devido à baixa produtividade média, atrelada a solos pobres de nutrientes (GUALTER et al., 2008), e a fragilidade das tecnologias empregadas como sementes de variedades pouco produtivas e o manejo inadequado da adubação.

Para o completo desenvolvimento das culturas além da calagem, é necessária a correção da fertilidade do solo, em especial dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que pode ser realizada de diversas maneiras, no entanto a forma mais usual é aplicação de fontes de solúveis de N, P e K no momento do plantio e, ou cobertura (VALE et al., 2017). Apesar do fornecimento de nutrientes via adubação mineral ser uma prática que disponibiliza de maneira rápida esses elementos para as culturas, existe em contrapartida variáveis negativas nessa metodologia (TEIXEIRA et al., 2006), como por exemplo baixa eficiência na fixação biológica nitrogênio (FBN), aumento nos custos de produção e danos ambientais, causados pelo mau manejo desses adubos, (SORATTO et al., 2003; HUNGRIA et al., 2006; THORBURN et al., 2011) como por exemplo contaminação dos lenções freáticos. Ferreira et al., (2010) salienta que o cultivo agrícola caracterizado pelo uso excessivo de fertilizantes minerais e pesticidas tem provocado diminuição da fertilidade dos solos, degradação ambiental por consequência de erosão e contaminação da água subterrânea devido a lixiviação dos resíduos minerais provenientes das adubações e aplicações de pesticidas

Segundo relatório anual de Perspectivas Agrícolas 2010- 2019 (FAO; OCDE, 2010), aproximadamente 63% dos fertilizantes usados no Brasil são importados. O mesmo relatório aponta que, ainda nesta década, o Brasil terá a maior produção agrícola do mundo com um aumento estimado em 40%, crescimento superior ao da Rússia, Ucrânia, China e Índia. Portanto, o custo para se obter altas produções deverá aumentar com o passar dos anos visto que a demanda por alimentos e por consequência insumos para sua produção tende a aumentar, diante disto, será fundamental que se busque novas alternativas de manejo que sejam de baixo custo e sustentáveis, visando otimizar a cadeia produtiva (FREIRE FILHO et al., 2011a).

A busca por tecnologias que tornem o processo produtivo do feijão *Vigna*, economicamente viável para o produtor rural e que promova sustentabilidade agrícola tem sido foco de muitos estudos. Dentre as alternativas a agricultura orgânica surge como uma opção, pois é possível o reaproveitamento de materiais orgânicos de baixo impacto ambiental e com efeito residual positivo, como por exemplo, o resíduo lácteo (lodo de descarte), proveniente de agroindústrias, a utilização de biofertilizante líquido, produzido a partir da digesta bovina, e a inoculação de sementes como forma de otimizar a fixação biológica de nitrogênio. Além disso como cita Wood et al., (2006), os fertilizantes químicos são uma grande fonte de consumo de energia e a agricultura orgânica objetiva reduzir essa dependência de modo que as produções se tornam mais sustentáveis.

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar aspectos produtivos e nutricionais de feijão macassar cultivar IPA-207, manejada com emprego de adubos minerais e orgânicos associado a inoculação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Importância econômica do feijão

O feijão-caupi é uma planta eudicotiledonea, da ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolineae*, gênero *Vigna*, seção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos, mas apenas dois são cultivados no Brasil: *Unguiculata* para a produção de grãos secos e verdes, e *Sesquipedalis* para a produção de vagens (FREIRE FILHO et al., 2011b). A cultura tem como centro de origem o continente africano, e muito provavelmente, foi introduzida no Brasil por colonizadores portugueses e espanhóis. Segundo Freire Filho (1988), no estado da Bahia, ocorreram os primeiros cultivos dessa leguminosa, de onde se disseminou para os outros estados brasileiros, principalmente, os do Norte e Nordeste.

Os maiores produtores mundiais de feijão, em ordem, são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por 59,4% do total produzido no mundo, ou 15,8 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2017b). No Brasil, principalmente nas regiões norte e nordeste, esta cultura destaca-se como geradora de emprego e renda proporcionando a fixação do homem no campo (OLIVEIRA et al., 2010), além de ser considerada uma das principais fontes de alimento para as famílias dessas regiões (BEZERRA et al., 2008), devido as características de seus grãos que se constituem como importante fonte de proteínas (23 a 25% em média) e carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios que, em média, é de 2% (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

O caupi é uma leguminosa cultivada para produção de grãos secos, grãos verdes e vagens para alimentação humana, bem como, na produção de ramos e folhas para alimentação animal. Pela sua rusticidade e capacidade de se desenvolver em solos de baixa fertilidade, e também, pela sua habilidade de fixar nitrogênio (N), constitui-se em uma alternativa para recuperação de solos naturalmente pobres em fertilidade, ou esgotados pelo uso intensivo (EMBRAPA MEIO NORTE, 1999), por isso é tão importante para sustentabilidade da cadeia produtiva agrícola dessas regiões.

A área cultivada de feijão-caupi na safra 16/17 no Brasil foi de 1.409,3 milhões de hectares, com uma produtividade de 506 kg ha⁻¹, dos quais a região Nordeste assume mais de 78% de área plantada. Estima-se que para a safra 17/18 haverá um incremento de 6,7% na área plantada nessa região e o estado de Pernambuco será responsável por 12,46% do total nordestino, com produtividade de 281 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018b), o que significa aumento de 95,9% em relação à safra anterior, no entanto ainda muito abaixo da média nacional.

Grande parte da produção do feijão-caupi tem como destino final o mercado interno, do qual a região Nordeste tem grande destaque como consumidora dessa leguminosa. Todavia, nos últimos anos tem sido verificado o aumento de exportações, muito por consequência da maior oferta do produto no país e da alta no mercado de proteína a baixo custo, fazendo com que o feijão se destaque entre nas chamadas pulses (sementes secas comestíveis) (EMBRAPA MEIO NORTE, 2016), isso vem de encontro ao potencial que a cultura ainda pode apresentar.

2.2 Adubação Mineral

A adubação mineral é essencial para a agricultura moderna, pois na impossibilidade de o solo fornecer todos os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da cultura, esta prática fornece e repõe os nutrientes extraídos ou em deficiência no solo. Toda planta assim como o

feijoeiro requer quantidades de macro e micronutrientes, o que é chamado de exigência da cultura por elementos essenciais, os quais a planta extrai do meio em que está contida como o solo, o substrato envolto, os fertilizantes ou ar atmosférico (MALAVOLTA, 2006), assim a adubação mineral funciona como um “fornecedor” de nutrientes para as plantas.

A quantidade de cada elemento requerido pela planta é inerente a cultura que se vai cultivar, por exemplo, segundo Cavalcanti et al. (2008), para a cultura do feijoeiro *Vigna*, os teores adequados de macronutrientes (g kg^{-1}) nas folhas são: 18 a 22 (N), 1,2 a 1,5 (P), 30 a 35 (K), 50 a 55 (Ca), 5 a 8 (Mg) e 1,5 a 2,0 (S); e de micronutrientes (g kg^{-1}) são: 700 a 900 (Fe), 400 a 425 (Mn), 150 a 200 (B), 40 a 50 (Zn) e 5 a 7 (Cu).

Em trabalho realizado por Veloso et al. (2013), foi constatado que a aplicação de doses mais elevadas de fósforo (P) e potássio (K) promoveu um aumento considerável desses elementos nas plantas do feijoeiro e quando avaliado a resposta do feijão macassar à adubação nitrogenada e potássica, verificaram resultados positivos e satisfatórios da aplicação destes elementos na produtividade de grãos.

Em experimento desenvolvido por Silva et al. (2014), quando comparado o tratamento mineral com a testemunha (sem adubo mineral), foi possível notar um incremento de 63% na produtividade de grãos verdes, o que provavelmente, foi obtido em virtude da adubação mineral visto que a aplicação de nutrientes ao solo é fator determinante para garantir altas produtividades (ARAÚJO et al., 2006), uma vez que o número total de vagens por planta, aumentou a partir do incremento da adubação mineral.

Apesar do fornecimento de nutrientes via adubação mineral ser uma prática que disponibiliza de maneira rápida esses elementos para as culturas, existem desvantagens nessa metodologia (TEIXEIRA et al., 2006), como por exemplo inibição da fixação biológica nitrogênio (FBN) quando do uso excessivo de adubos nitrogenados (SILVA et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2008), aumento nos custos de produção e danos ambientais, causados pelo mau manejo desses adubos, (SORATTO et al., 2003; HUNGRIA et al., 2006; THORBURN et al., 2011) como por exemplo eutrofização e contaminação de águas subterrâneas (MIRA et al., 2017).

Ao avaliar a produtividade do milho cultivado sob fontes de adubos minerais e orgânicos Castoldi et al. (2011), observaram que apesar do adubo mineral ter proporcionado maiores produtividades de grãos de milho (colheita manual), esse tratamento apresentou 54% de plantas acamadas, que segundo os autores, resultaria em perdas significativas quando de uma colheita mecanizada.

2.3 Inoculação

O manejo da cultura do feijão macassar por meio da adição de nutrientes ao solo contribui significativamente para o incremento da produtividade. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o mais requerido pela cultura (ALMEIDA e SANCHES, 2012). No entanto, o N necessário para o desenvolvimento do feijoeiro pode ser disponibilizado pela mineralização da matéria orgânica, assim como através da fixação biológica (BRITO et al., 2009).

A substituição de adubos químicos sintéticos por insumos biológicos vem ganhando cada vez mais espaço na agricultura, haja vista, os inúmeros benefícios proporcionados por seu uso. Nesta perspectiva, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem sido extremamente importante para garantir a sustentabilidade da agricultura, uma vez que fornece N às culturas com baixo custo, aliado a redução dos impactos ambientais (HUNGRIA et al., 2007).

A cultura do feijão macassar tem a capacidade de estabelecer simbiose com várias espécies de bactérias do grupo rizóbio, podendo obter nitrogênio fixado da atmosfera em nódulos radiculares (ZILLI et al., 2009). O inoculante é um produto que contém organismos que fixa o nitrogênio do ar, disponibilizando-o às culturas, podendo ser utilizado como fornecedor deste nutriente para as plantas.

O uso de inoculante turfosos na cultura do feijoeiro vem sendo amplamente usado devido essa cultura ser bastante exigente em Nitrogênio (N), e os inoculante contribuirão positivamente para o fornecimento de N à cultura e, conseqüentemente, para o rendimento de grãos e (MARTINS et al., 2003; LACERDA et al., 2004; SOARES et al., 2006; ZILLI et al., 2008) qualidade nutricional.

Zilli et al. (2011), avaliando as respostas da cultura a inoculação para a variável N-total acumulado em plantas de feijão-caupi, obtiveram resultados com significância estatística superior aos tratamentos não inoculado e estatisticamente igual a plantas submetidas a adubação nitrogenada.

Em experimentos instalados com inoculação pela Embrapa Roraima, verificou-se incrementos no rendimento de grãos de feijão caupi de 20 a 25 % em cultivos de alto aporte tecnológico (1400 kg ha^{-1}) (ZILLI et al., 2009). Em lavoura agrícola no estado de Roraima, onde utilizou-se sementes de feijão-caupi inoculadas, constatou-se rendimentos de grãos acima de 2.000 kg ha^{-1} , valor 30% maior do que no controle absoluto (ZILLI et al., 2009).

Em trabalhos desenvolvidos por Silva Junior et al. (2014), independente da densidade de bactérias nas sementes inoculadas, averiguou-se rendimento similar de grãos ao do tratamento que recebeu adubação nitrogenada. Em suma, a utilização de inoculante é mais uma alternativa estratégica para garantir aumento da produtividade do feijão macassar (MELO et al., 2010).

2.4 Biofertilizante

O biofertilizante é um “produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante” (BRASIL, 2004).

Esse fertilizante pode ser produzido a partir de uma diversidade de dejetos fresco de animais, entre eles a digesta bovina, que compreende todo o conteúdo presente no trato gastrointestinal do animal, remanescente do período de jejum a que o animal é submetido antes do abate. Esse material na maioria das vezes é descartado no ambiente, sem tratamento prévio, causando poluição e conseqüentemente impactos ambientais, tornando-se dessa forma um problema para os abatedouros de ruminantes, principalmente de bovino, devido à grande quantidade de resíduo sólido gerado no abate desses animais (MORALES e LUCAS JUNIOR, 2008). Com a utilização da digesta, na forma de biofertilizante em sistemas agrícolas, é possível mitigar a carga de rejeitos que são liberados nos corpos de água, contribuindo assim, com o meio ambiente e com a produção agropecuária (EDVAN et al., 2010). Medidas que visem ao aproveitamento desse resíduo são indispensáveis, principalmente em abatedouros de grande porte (VASCONCELOS et al., 2010).

Os biofertilizantes disponibilizam nutrientes às culturas, assim como atuam como fitoproteção, haja vista que promovem a inibição e proteção contra pragas e doenças (ARAÚJO et al., 2008). Influenciam na melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, o que favorece o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente aumento da produtividade (MARROCOS, 2011). Este produto pode ser usado como fonte imediata de nutrientes, atendendo a demanda da planta, melhorando a atividade microbiana do solo, contribuindo para redução da degradação ambiental causada pelo uso irracional dos fertilizantes minerais (FREIRE et al., 2009).

Atualmente, em virtude do simples e baixo custo de preparo, uma vez que este produto pode ser confeccionado na própria propriedade utilizando o esterco do gado, o biofertilizante vem sendo utilizado como produto orgânico para provimento da nutrição e rendimento das culturas (SANTOS et al., 2007). Estes autores, trabalhando com aplicação de 20 e 40% de biofertilizante no colo da planta de feijão *Vigna*, obtiveram respostas significativas quanto a produtividade do feijoeiro.

Segundo Cavalcante et al. (2009), ocorreu aumento na produtividade do feijoeiro quando a adubação orgânica foi utilizada, tendo como uma das fontes de suplementação os biofertilizantes aplicados via solo. Já Vessey (2003) relata, que o uso de biofertilizante é uma alternativa viável como insumo para a agroecologia, pois propicia redução no uso de produtos sintéticos e melhora a qualidade nutricional dos produtos agrícolas para o consumo in natura.

Em experimento desenvolvido por Alves et al. (2009), com feijão-caupi, houve incremento no número de grãos por planta, correspondente a um ganho de 15,73% em relação ao controle quando foi aplicado 50 ml de biofertilizante via solo. Assim a utilização de biofertilizante é mais uma alternativa a ser proposta para mitigar a quantidade de fertilizantes químicos que impactam negativamente o solo.

2.5 Resíduo lácteo

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, afirma que o Brasil é o quinto maior produtor mundial de leite, atrás apenas da Índia, Estados Unidos e Paquistão (FAOSTAT, 2017a), e a perspectiva é de aumento na produção. De maneira geral, o grande desenvolvimento industrial tem como consequência o aumento de resíduo sólidos (TASSO JUNIOR, et al. 2011), e geração de subprodutos que em quantidades significativas são considerados um problema ambiental (RESTREPO, et al., 2011). Ramirez (2012) destaca que o reaproveitamento desses resíduos se torna uma alternativa que impulsiona o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a conservação de recursos naturais e a sustentabilidade.

Os rejeitos provenientes das diversas fases de processo do leite, segundo Melo et al. (2011), apresentam, dependendo da fase de processamento, grandes quantidades de fósforo e potássio. São ricos em matéria orgânica contendo também outros nutrientes vegetais como nitrogênio (N) e enxofre (S). Quando aplicados ao solo, melhoram a fertilidade e aumentam a eficiência de uso dos recursos dos sistemas agrícolas (GOSS, et al., 2013; MAILLARD e ANGERS, 2014). Possuem rápida mineralização e disponibilidade de nutrientes, alta eficiência de uso e potencial benefício ao incrementar carbono orgânico do solo, sendo estes um dos motivos para recomendação de uso no solo em muitos países (WANG, et al., 2004; LI, et al., 2014; MAILLARD, et al., 2016). Esse tipo de resíduo quando utilizado na agricultura é capaz de melhorar a reciclagem de nutrientes e contribuir para a qualidade química do solo, tornando-se, por tanto, fonte de nutrientes e (OLIVEIRA E MATTIAZZO, 2001; SILVA et al., 2002; 2005; MARQUES et al., 2007) podendo ser utilizado no cultivo de grandes culturas, como o feijão, para o incremento de adubação e consequente melhoria nutricional.

Avaliando doses de resíduo lácteo no desenvolvimento do amendoim Silva et al. (2017), observaram resultados similares quando comparado com a adubação química (P e K). Segundo Gheri et al. (2003) esses resultados podem estar associados a quantidade de N-P-K presente nesse tipo de subproduto (resíduo industrial de laticínio), sendo capaz de suprir as necessidades de algumas culturas. Queiroz (2013), trabalhando com o uso de resíduo lácteo associado a doses de N

em cobertura, embora tenha observado que o teor de N no solo aumentou em função da adubação nitrogenada e não em função do resíduo, encontrou que os níveis de P e K nas folhas do milho se elevaram em função do resíduo lácteo.

2.6 Qualidade nutricional do grão

Observando-se os teores de elementos minerais encontrados nas diferentes partes do feijoeiro, de maneira geral, a exigência nutricional do feijoeiro em ordem decrescente é a seguinte: N, K, Ca, Mg, S, P, Fe, Mn, B, Zn e Cu e a exportação pelos grãos, da mesma maneira: N, K, P, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B e Cu. Para os micronutrientes, a exigência nutricional do feijoeiro em ordem decrescente é a seguinte: Zn, Cu, B e Mn (ANDRADE, 1997).

A qualidade nutricional dos grãos de feijão-caupi é um dos principais elementos que tornam essa cultura de grande importância para populações urbanas e, principalmente, rurais onde representam alimento básico. Os grãos dessa cultura são excelente fonte de proteínas (23-25%, em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras alimentares, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) (IADEROZA et al., 1989; OLUWATOSIN, 1998). Além disso os carboidratos presentes em seus grãos são do tipo complexo, os quais favorecem o controle da glicemia e conseqüentemente auxilia no combate a diabetes (LIAO et al., 2010).

O fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro, poderá contribuir não só para aumentar a produtividade, mas também para melhorar o valor nutricional do feijão (TEIXEIRA, 2000). Assim o manejo da adubação equilibrada poderá fornecer nutrientes que não se encontram em quantidades suficientes no solo, promovendo maior produtividade e melhor qualidade nutricional.

A qualidade do produto agrícola, de acordo com Malavolta (1981), pode ser definida como sendo o conjunto de características que aumenta o seu valor nutritivo para o homem ou animal ou que acentua suas propriedades organolépticas. Assim, é possível que por meio da adubação possa, além de aumentar a produtividade, melhorar o valor nutricional do feijoeiro.

A qualidade nutricional dos grãos de feijão-caupi é um dos principais elementos que tornam essa cultura de grande importância para populações urbanas e, principalmente, rurais onde representam alimento básico. Os grãos dessa cultura são excelente fonte de proteínas (23-25%, em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras alimentares, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) (IADEROZA et al., 1989; OLUWATOSIN, 1998). Além disso os

carboidratos presentes em seus grãos são do tipo complexo, os quais favorecem o controle da glicemia e conseqüentemente auxilia no combate a diabetes (LIAO et al., 2010).

A composição química presente nos grãos de feijão-caupi pode variar em funções de diversos fatores, dentre os quais se destacam práticas agrônômicas como qualidade da semente e manejo da adubação (UZOGARA et al., 1992). Pereira et al. (2009) relatam que a adubação orgânica melhora as condições químicas, físicas e biológicas do solo, que é o substrato de onde as plantas retiram os nutrientes para o seu desenvolvimento assim como para a formação de vagens e grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), localizada na latitude 08°58'28" S e longitude de 36°27'11" O, altitude de 736 m. A região apresenta predominância de um clima mesotérmico tropical de altitude (Cs'a), segundo a classificação de Köppen-Geiger (CPRM, 2007; MELO e ALMEIDA, 2013). O clima da região é tropical chuvoso com verão seco (BORGES JÚNIOR et al., 2012), a precipitação pluviométrica fica compreendida entre 500 e 1.100 mm e o solo apresenta característica física FRANCO ARENOSO e classificação ARGISSOLO AMARELO. Apresenta temperatura média anual de 20°C, podendo atingir temperaturas ao redor de 30°C nos dias mais quentes e 15°C nas noites mais frias (ANDRADE et al., 2008). Antes da instalação do experimento, foi realizada uma aração e uma gradagem. A coleta do solo para a realização da análise química ocorreu por meio de amostragem da área experimental em zigue-zague na camada de 0-20 cm, obtendo-se amostras simples que foram misturadas para formação da composta e, posteriormente, enviada ao Laboratório Terra: análises para agropecuária Ltda. As características químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Análise química do solo

P mg/dm ³	pH (CaCl)	cmol /dm ³						%		
		Ca	Mg	H+Al	K	Al	CTC	V	M	M.O
4,0	4,9	2,3	0,9	3,2	0,348	0,0	6,75	53	0,0	2,0

M.O- matéria orgânica. Fonte: Laboratório Terra análises para agropecuária Ltda., Goiânia-GO.

3.2. Dados climáticos

Os dados climáticos de precipitação e temperatura mínima, máxima e média, referentes ao período que foi realizado o estudo (2017-2018), podem ser visualizados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

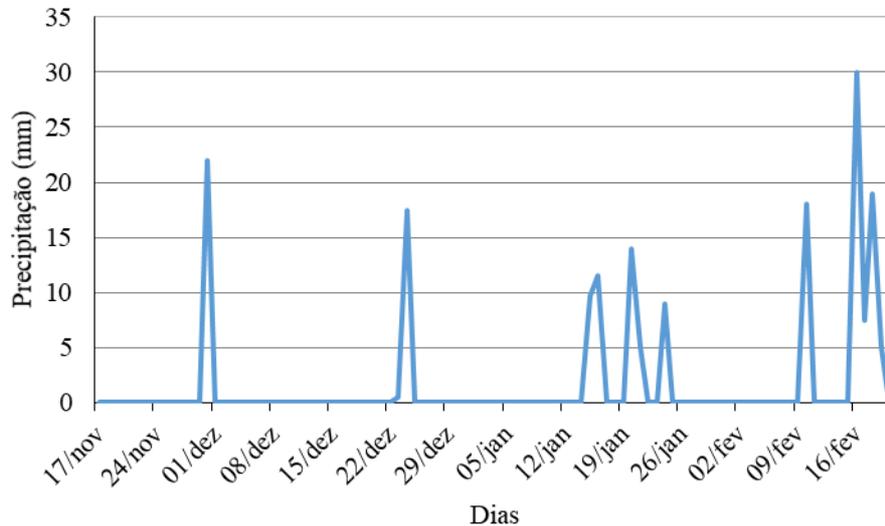


Figura 1- Precipitação durante o período de realização do estudo. Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Garanhuns-PE, 2017-2018.

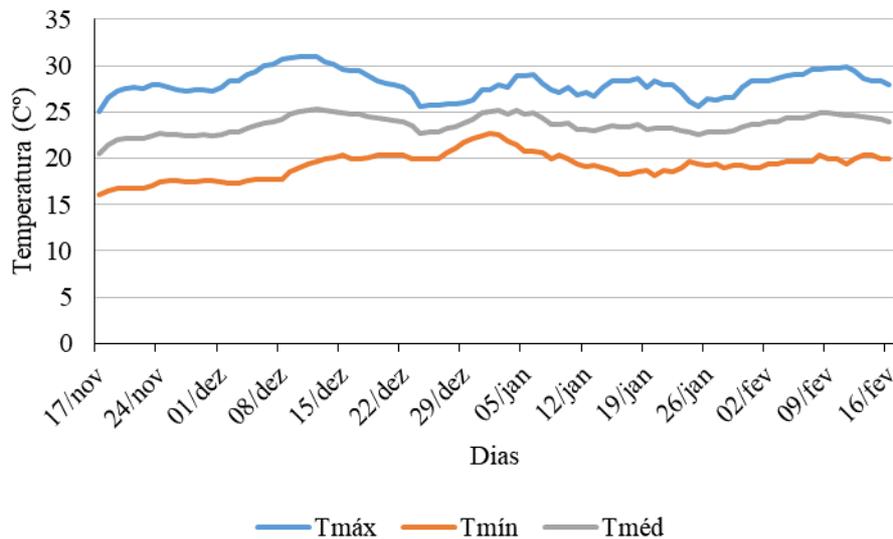


Figura 2- Temperatura durante o período de realização do estudo. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Garanhuns-PE, 2017-2018.

3.3. Instalação do experimento

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados com nove tratamentos (Tabela 2) e três repetições.

Tabela 2. Tratamentos empregados na realização do experimento. Garanhuns-PE, 2018.

AB	Absoluta (0)
R	Resíduo lácteo (lodo de descarte) 6 m ³
B	Biofertilizante 25%
I	Inoculante (<i>Rhizobium tropici</i>)
RI	Resíduo lácteo + Inoculante
BI	Biofertilizante + Inoculante
RB	Resíduo lácteo + Biofertilizante
RIB	Resíduo lácteo + Biofertilizante + Inoculante
M	Mineral (20-60-20 kg ha ⁻¹)

O resíduo lácteo foi obtido junto a DPA-Nestlé unidade de Garanhuns-PE, sua composição química está apresentada abaixo (Tabela 3), sendo aplicada uma dose equivalente 6 m³ ha⁻¹ distribuído de maneira uniforme quinze dias antes da realização do semeio do feijão-caupi.

Tabela 3. Análise química do resíduo lácteo

pH (suspensão a 5%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	S	
	----- % -----						
8,53	<0,1	<0,1	<0,5	2,12	<0,5	<0,5	
U %	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²	Na	C.O.T	S.T
	----- % -----						
96,8	<0,005	0,009	0,01	<0,05	1,86	1,39	< 0,5

C.O.T: carbono orgânico total; S.T: sólidos totais; U%: umidade. Fonte: DPA-Nestlé unidade de Garanhuns-PE

A inoculação foi realizada utilizando a estirpe *Rhizobium* comercial (Masterfix feijão – Inoculante sólido turfoso para feijão, produzido pela Stoller do Brasil), aplicada na dose equivalente de 150g 50 kg⁻¹ de sementes. O processo da inoculação consistiu em misturar as sementes de feijão-caupi com o inoculante, 24h antes do semeio, o qual foi previamente umedecido com a solução açucarada a 10%.

Para a confecção do biofertilizante, foi adquirida uma bombona plástica com capacidade para 240 litros de água, procedendo-se a seguinte mistura: 40 litros de digesta bovina retirada do rúmen bovino após o abate do animal, este material foi coletado no matadouro do município Garanhuns, mais 160 litros de água, ou seja, uma proporção de uma parte de digesta bovina fresca para 4 partes de água. Após 72 horas, foi acrescido 250 g de MB⁻⁴, um pó de rocha de duas pedras, que contém diversos nutrientes (magnésio, ferro, fósforo, potássio, cálcio, enxofre, cobre, zinco e manganês, entre outros). A solução foi mantida sob fermentação aeróbica, com revolvimento diário, por 30 dias para ser utilizada como biofertilizante líquido.

O biofertilizante foi aplicado na concentração de 25% via foliar. A partir da emergência (Figura 3) as pulverizações foram semanais até a floração, a partir da qual foram feitas aplicações

em intervalos de quinze dias até a realização da colheita. A análise química do biofertilizante encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Análise química do biofertilizante.

pH (CaCl)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	S		
6,71	< 0,5	< 1	< 1	3,89	< 0,5	< 1	----- % -----	
B	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²	M.O	C.O.O	C/N	
< 0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 3,1	< 1,8	----- % -----	
							> 3,6	

M.O: matéria orgânica; C.O.O: carbono orgânico oxidável; C/N: relação carbono/nitrogênio. Fonte: Laboratório Campo Análises, Paracatu-MG.



Figura 3. Aplicação do biofertilizante pós-emergência das plântulas de feijão-caupi.

Nas parcelas que receberam adubação mineral (Figura 4), aplicou-se o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 20 kg ha⁻¹ de k₂O (cloreto de potássio) por ocasião do plantio, conforme manual de recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008).



Figura 4 - adubação mineral.

As parcelas foram dimensionadas com uma área de 16,25 m², correspondendo a 5m de largura por 3,25m de comprimento.

Foram empregadas sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) da cultivar Miranda IPA-207, a qual apresenta porte semi-prostado e crescimento indeterminado cedida pelo instituto agrônomo de Pernambuco. O semeio foi realizado em sulcos (Figura 5) com espaçamento 0,8m e densidade de 5 plantas por metro linear resultando, proporcionalmente, em 62 mil plantas ha⁻¹. Foi considerada área útil às cinco linhas centrais, desconsiderando a primeira planta de cada extremidade das linhas, e para avaliação das características agrônômicas foram coletadas 10 plantas aleatória na área útil. Durante o semeio, foi utilizado o dobro da quantidade de sementes necessárias para estabelecimento da densidade adequada, após 15 dias, foi realizado o desbaste manual (Figura 6) deixando cinco plantas por metro linear.



Figura 5. Preparo de sulcos para o semeio de sementes de feijão-caupi.



Figura 6. Desbaste do feijão-caupi 15 dias após a semeadura.

3.4. Tratos culturais

Aos 28 dias após a semeadura (DAS), foram observados na área experimental as pragas: percevejos, formigas, vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) (Figura 7A, 7B e 7C, respectivamente), e minadora (*Lirimyza buidobrensis*).

Nas parcelas onde ocorreu a adubação mineral, o controle fitossanitário foi realizado com aplicação de produtos químicos sintéticos recomendados para a cultura do feijão macassar, nas demais com emprego de produtos naturais. O sistema de irrigação por gotejamento foi acionado diariamente durante uma hora, sempre pela manhã, em função da baixa precipitação ocorrida durante a realização do experimento. A lâmina de água empregada foi de 10 mm por dia.



Figura 7. Pragas presentes no período do experimento, percevejo (A), formiga cortadeira (B) e vaquinha (C)

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1. Avaliações em condições de campo

- **Área foliar:** Determinada pelo aparelho medidor de área foliar modelo ADC Bioscientific (Figura 8A). Utilizando 10 plantas por parcela, das quais foram coletadas três folhas trifolioladas, sendo uma da porção superior, uma da porção mediana e outra da porção basal de cada planta no período de colheita.

- **Determinação de clorofila total:** a estimativa do teor de clorofila foi avaliada por meio dos valores do índice SPAD, os quais foi obtido por meio do medidor portátil de clorofila, modelo Clorofilog-CFL1030 (Figura 8b), no período de floração.
- **Taxa de enchimento dos grãos:** obtida através da razão entre o rendimento de grãos e o período de enchimento de grãos em dias na fase reprodutiva.

3.5.2 Avaliações laboratoriais

- **Biomassa seca:** determinada em dez plantas da área útil após serem postas para secar em estufa de circulação de ar a 65°C até atingir peso constante, utilizando-se balança analítica. Os resultados foram expressos em quilogramas por hectare (g kg^{-1});
- **Comprimento médio de vagens:** Foi realizada a medição do comprimento de todas as vagens com régua graduada em centímetro de 10 plantas obtidas da área útil das parcelas. Os resultados foram expressos em centímetros (Figura 8C).
- **Número de vagens por planta:** Razão obtida entre a contagem de todas as vagens de feijão-caupi de 10 plantas obtidas da área útil e o número de plantas.
- **Número de grãos por vagem:** Razão obtida entre a contagem de todos os grãos de feijão-caupi de 10 plantas obtidas da área útil e o número de vagens
- **Peso de 100 grãos:** obtido pela pesagem de 100 grãos em balança analítica. O resultado foi expresso em gramas (g).
- **Rendimento de grãos:** obtida entre a razão do peso das sementes de 10 plantas obtidas da área útil e a soma de vagens + sementes.
- **Produtividade:** Após a debulha manual das vagens, os grãos foram pesados e em seguida foi calculada a produtividade, sendo os dados transformados para kg por hectare, a 13% de umidade (BRASIL 2009).
- **Cinzas (%):** Foi pesado em um cadinho previamente tarado e calcinado cerca de 5 g de amostra, introduzindo o cadinho na mufla, deixando-o incinerar até que o material se tornasse branco ou cinza claro. Posteriormente, foi retirado a cápsula e depois de atingido a temperatura ambiente em dessecador realizado a pesagem (AOAC, 1990).
- **Umidade de sementes (%):** Pesado cerca de 5,0 g de amostra num cadinho, previamente seco e tarado. Levado a estufa a 105°C por 6 h, resfriando em dessecador até atingir a temperatura ambiente, levando em seguida a pesagem. Repetindo o procedimento até peso constante (AOAC, 1990). Cálculo: $\text{Umidade (\%)} = (100.N) / P$
N= nº de gramas de umidade (perda de massa em g); P= nº de gramas de amostra.

3.5.3 Avaliações nutricionais

- **Teor em Gorduras (%):** Foi feito a partir do método de extração em Soxhlet acoplado a refrigeração de refluxo, segundo o método AOAC (1990). O solvente utilizado foi o hexano no tempo mínimo de extração de 24 horas. Pesado cerca de 5,0 g de amostra para um almofariz e, adicionado sulfato de sódio anidro para desidratar e macerar a amostra. E em seguida transferida a amostra para um cartucho de papel de filtro, colocado no Soxhlet, adicionado o solvente e dado início à extração por 24 horas.
- **Proteína bruta:** foi pesado 0,5 g de amostra previamente desidratada, e introduzida no tubo de digestão. O tubo de digestão foi colocado no aparelho de Kjeldahl, o qual efetua a destilação e a titulação automaticamente. O teor de proteína foi calculado multiplicando o valor obtido para o Nitrogênio pelo fator 6,25 segundo o método Kjeldahl, (AOAC, 1995).
- **Hidratos de carbono e valor energético:** Os carboidratos totais foram determinados por diferença. O valor calórico foi estimado através dos fatores de conversão de ATWATER: 4 kcal.g⁻¹ para proteínas, 4 kcal.g⁻¹ para carboidratos e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios (WATT e MERRILL, 1963). Usando a seguinte expressão:

$$\text{HC (\%)} = 100 - (\% \text{ água} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas})$$



Figura 8. Medidor de área foliar modelo ADC Bioscientific (A), medidor de clorofila Clorofilog-CFL1030 (B) e comprimento de vagens (C)

3.5.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelos testes de Dunnett a 5% de probabilidade. O software empregado para a análise estatística foi o SAEG 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 5 encontra-se os resultados das variáveis: área foliar (AF), teor de clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (NVP) e comprimento de vagens (CV) de feijão macassar submetidas a adubação mineral e orgânica e sementes a inoculação

Tabela 5. Área foliar (AF), clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (NVP) e comprimento de vagens (CV) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.

TRATAMENTO	AF(cm)	CLORT	BS (t/ha)	NVP	CV (cm)
MINERAL	82,92	63,67	1,82	11,13	23,68
B	66,12 ^{ns}	65,18 ^{ns}	0,45 *	3,17 *	21,19 ^{ns}
I	60,89 ^{ns}	69,61 ^{ns}	0,54 *	4,17 *	21,26 ^{ns}
R	73,15 ^{ns}	61,05 ^{ns}	0,59 *	5,57 *	21,82 ^{ns}
BI	66,82 ^{ns}	64,51 ^{ns}	0,51 *	4,27 *	21,37 ^{ns}
RB	61,73 ^{ns}	61,93 ^{ns}	0,39 *	4,50 *	21,63 ^{ns}
RI	66,87 ^{ns}	67,93 ^{ns}	0,86 *	5,53 *	21,59 ^{ns}
RIB	65,67 ^{ns}	62,02 ^{ns}	0,55 *	4,30 *	20,59 *

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. MIN = mineral; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

Plantas de feijão macassar submetidas à adubação orgânica e inoculante quando comparadas com o tratamento mineral (Tabela 5), não evidenciaram diferença significativa ($p > 0,05$) para as variáveis área foliar (AF) e teor de clorofila total (CLORT). Ferreira et al. (2005) relata que o suprimento de nitrogênio influencia diretamente a folha e suas atividades como órgão vegetal, o que poderia explicar o fato de não ter ocorrido diferença entre a adubação orgânica e mineral nessas variáveis estudadas, visto que nesse estudo, as quantidades de N aplicadas foram equiparadas entre as adubações.

Já para as variáveis biomassa seca e número de vagens por planta, os resultados obtidos evidenciaram que plantas de feijão macassar adubadas de forma mineral promoveram quantidades maiores de vagens e biomassa seca que aquelas adubadas organicamente, portanto mais eficiente (Tabela 5), o que provavelmente ocorreu em função da rápida disponibilidade de nutrientes que os adubos minerais proporcionam quando comparado com os adubos de fontes orgânicas que tem liberação mais lenta. Segundo Navarro Júnior e Costa (2002) a massa seca pode representar a reserva potencial da planta a ser utilizada na formação de estruturas reprodutivas, desta maneira é de se esperar que plantas com maior massa seca tenham uma quantidade superior de vagens e grãos (estruturas reprodutivas), sendo esta, possivelmente, a razão para o maior número de vagens por planta no tratamento mineral, uma vez que obteve maior massa seca.

Gerlach et al. (2013) trabalhando com diferentes níveis de adubação em interação com cultivares distintas obteve também valores inferiores para adubação orgânica na variável massa seca corroborando os resultados obtidos neste trabalho. Calvache et al. (1995) afirmam que o número de vagens por planta, é o componente da produção do feijoeiro mais afetado pela adubação.

Com relação ao comprimento de vagens, tanto as vagens que foram colhidas de plantas adubadas com adubo mineral quanto com orgânico alcançaram valores estatisticamente iguais, exceto, para aquelas que foram obtidas de plantas cultivadas com aplicação do resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante onde a interação entre os tratamentos foi significativamente inferior as plantas com adubo mineral (Tabela 5). É possível que, a combinação dos adubos orgânicos tenha gerado indisponibilidade de nutrientes no período de formação das vagens devido ao pH do solo que pela faixa ideal não esteve em conformidade com a cultura. Contudo, os valores obtidos para esta variável são maiores que os considerados como padrão comercial (20cm) para cultura do feijão *vigna* (SILVA e OLIVEIRA, 1993; MIRANDA et al., 1996). Comprimento de vagem semelhante ao verificado neste trabalho, foi encontrado por Pereira Junior (2015) que obteve 23,6 cm de comprimento aplicando 25 kg ha⁻¹ de N e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

A Tabela 6 mostra os resultados da taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NVP), peso de cem grãos (P100), rendimento de grãos (RG) e produtividade de feijão macassar sob adubação mineral, orgânica e inoculante.

Tabela 6. Taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), rendimento de grãos (RG), e produtividade (PRODT) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.

TRATAMENTO	TEG (dias)	NGV	P100 (g)	RG (%)	PRODT (kg/ha)
MINERAL	4,97	16,20	22,13	64,57	1473,94
B	3,32 *	14,28 ^{ns}	20,53 ^{ns}	62,99 ^{ns}	293,90 *
I	3,98 *	13,30 ^{ns}	19,86 ^{ns}	63,64 ^{ns}	424,90 *
R	5,95 *	14,53 ^{ns}	18,65 *	65,50 ^{ns}	585,21 *
BI	5,08 ^{ns}	14,33 ^{ns}	20,87 ^{ns}	66,02 ^{ns}	423,73 *
RB	4,04 *	14,37 ^{ns}	19,59 ^{ns}	64,64 ^{ns}	413,75 *
RI	4,50 ^{ns}	14,23 ^{ns}	20,13 ^{ns}	63,03 ^{ns}	537,21 *
RIB	4,65 ^{ns}	12,33 *	21,21 ^{ns}	65,14 ^{ns}	406,17 *

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. MIN = mineral; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

O feijoeiro adubado com biofertilizante, inoculante e biofertilizante + resíduo lácteo necessitaram de menos dias para o enchimento dos grãos que as plantas que receberam adubação mineral. Quando foram empregados os adubos orgânicos: inoculante + resíduo lácteo,

biofertilizante + inoculante e a combinação de biofertilizante + inoculante + resíduo lácteo não houve diferença entre as duas formas de adubação.

De um modo geral, o número de grãos por vagem não diferiu estatisticamente (Tabela 6), quando oriundo de vagens colhidas de feijoeiro cultivado com adubo mineral ou orgânico, havendo distinção apenas em relação a combinação dos adubos orgânicos resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante, verificando-se vagens com menos grãos que aquelas adubadas com adubo mineral.

Os resultados obtidos aqui para o número de grãos por vagem, com exceção da combinação RIB, estão de acordo aos verificados por Zumba et al. (2016) que comparando tratamentos orgânicos e mineral no cultivo de feijão-caupi, não encontraram diferença estatística para essa variável. Mendes et al. (2007) verificaram uma produção média de 9,58 grãos por vagem no feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), valor inferior ao obtido no presente trabalho. Segundo Cavalcante et al. (2017), o número de grãos por vagem está diretamente relacionado com o comprimento de vagens, explicando assim os resultados encontrados nesta pesquisa, pois houve pouca variação no tamanho de vagens e também sem diferença estatística. Outro fenômeno que possivelmente pode estar associado a esses resultados se dá pelo fato de ter ocorrido baixas temperaturas noturnas durante o período de florescimento. Nielsen e Hall (1985) demonstraram que a temperatura mínima noturna superior a 20 °C pode resultar em perdas na produção de grãos, o que ficou evidente no prolongamento do ciclo da cultura.

O peso de 100 grãos foi semelhante estatisticamente (tabela 6), portanto, não havendo diferença de peso entre os grãos oriundos de plantas com adubação mineral e aquelas adubadas organicamente, exceto, para os grãos obtidos de plantas de feijão macassar adubadas com resíduo lácteo que foram mais leves que os colhidos de plantas que receberam adubação mineral. É provável que o feijoeiro tenha encontrado dificuldade de absorção e translocação de nutrientes presentes no solo e caule da planta para o enchimento dos grãos, resultando em menor acúmulo de fotoassimilados, conseqüentemente, grãos mais leves no tratamento com resíduo lácteo. A falta de nutrientes pode concorrer para a redução da produção, em número e peso de grãos (FANCELLI E DOURADO NETO, 2007).

Com relação ao rendimento de grãos, constata-se que não houve diferença entre o que foi obtido de plantas com adubo mineral ou orgânico. Verifica-se que apesar das diferenças entre a adubação mineral e orgânica quanto ao número de vagens por planta (Tabela 5), os rendimentos de grãos não diferiram (Tabela 6). Provavelmente, isso ocorreu devido à pouca variação no peso dos grãos entre os tratamentos, favorecendo uma compensação no cálculo de rendimento, que leva em consideração peso dos grãos e vagens. De acordo Andrade (2004) o feijão apresenta essa capacidade de compensação entre componentes do rendimento devido plasticidade da cultura.

A produtividade do feijão macassar obtida de plantas cultivadas com adubo mineral ou orgânico, diferiu estatisticamente (Tabela 6), havendo distinção em todos os tratamentos, combinados ou isolados, quando se verificou que plantas cultivadas com adubo mineral originaram maior produtividade que aquelas adubadas organicamente e com inoculação. No entanto, vale ressaltar que a produtividade verificada no presente estudo estar acima da média do Estado de Pernambuco, que para este ano está estimada em 281 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018c).

Provavelmente as produtividades obtidas nos adubos orgânicos e no inoculante estejam relacionados a baixa quantidade de elementos minerais presentes no resíduo lácteo bem como no biofertilizante (Tabelas 3 e 4, respectivamente) não atendendo a demanda da cultura para obtenção de melhor produtividade e a competição entre as bactérias no inoculante e as presentes naturalmente no solo. Beltrão Junior et al. (2012), trabalhando com biofertilizante em comparação com adubação química, utilizando a mesma cultivar aqui empregada, também obteve respostas semelhantes, com resultados de produtividade superiores em plantas submetidas a adubação mineral que na adubação orgânica.

Na Tabela 7, encontram-se os resultados obtidos para as variáveis nutricionais dos grãos de feijão caupi cujas plantas foram cultivadas com adubação mineral, orgânica e inoculante.

Tabela 7. Teores de nitrogênio nas folhas e grãos (NF e NG), teores de proteína bruta nas folhas e grãos (PBF e PBG), carboidratos (CARB), cinzas (CIN), valor energético (VE) e extrato etéreo (EE) de feijão-caupi em função da adubação mineral ou orgânica.

Trat.	NF (%)	NG (%)	PBF (%)	PBG (%)	CARB (%)	CINZ (g/100g)	VE (kcal/g)	EE (%)
MINERAL	4,11	4,04	25,66	25,27	55,35	3,28	348,79	2,92
B	4,36 ^{ns}	5,30 ^{ns}	27,23 ^{ns}	33,16 ^{ns}	47,38 ^{ns}	3,32 ^{ns}	345,51 *	2,60 ^{ns}
I	4,70 ^{ns}	4,41 ^{ns}	29,35 ^{ns}	27,58 ^{ns}	52,52 ^{ns}	3,45 ^{ns}	345,54 *	2,79 ^{ns}
R	3,49 ^{ns}	4,22 ^{ns}	21,81 ^{ns}	26,40 ^{ns}	54,49 ^{ns}	3,40 ^{ns}	348,53 ^{ns}	2,77 ^{ns}
BI	4,15 ^{ns}	4,55 ^{ns}	25,93 ^{ns}	28,43 ^{ns}	52,51 ^{ns}	3,46 ^{ns}	346,21 ^{ns}	2,49 ^{ns}
RB	3,79 ^{ns}	4,88 ^{ns}	23,71 ^{ns}	30,51 ^{ns}	49,96 ^{ns}	3,37 ^{ns}	343,59 *	2,41 ^{ns}
RI	4,44 ^{ns}	4,44 ^{ns}	27,72 ^{ns}	27,75 ^{ns}	53,09 ^{ns}	3,52 ^{ns}	347,11 ^{ns}	2,64 ^{ns}
RIB	3,95 ^{ns}	4,27 ^{ns}	24,68 ^{ns}	26,68 ^{ns}	53,29 ^{ns}	3,41 ^{ns}	349,03 ^{ns}	3,24 ^{ns}

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. MIN = mineral; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

Sementes de plantas oriundas dos tratamentos com adubação mineral, orgânicos e inoculação não obtiveram diferença estatística mínima significativa para as variáveis nitrogênio na folha (NF) e grão (NG), proteína bruta na folha (PBF) e no grão (PBG) (Tabela 7). Mesmo com uma maior produção de biomassa seca obtida pelo feijoeiro que recebeu adubação mineral em comparação com aquela alcançada pelas plantas adubadas com adubos orgânicos (Tabela 5), o que é indicativo de maior suprimento mineral, o percentual de nitrogênio e consequentemente proteína nos grãos e folhas manteve-se iguais ($p > 0,05$). Isso evidencia que o suprimento de nitrogênio foi

semelhante entre as fontes de adubação e o inoculante, visto que, quanto maior o suprimento de nitrogênio maior o conteúdo de N nos grãos (ANDRADE et al., 2004). Os resultados encontrados para proteína bruta nos grãos e folhas de plantas adubadas convencionalmente (25,27% - 25,66%) estão de acordo verificados por Maia et al. (2000), Preet e Punia (2000) e Castellón et al. (2003) que obtiveram valores entre 19,5% e 26,1%, em diversas cultivares de feijão caupi. Porém os tratamentos orgânicos foram numericamente maiores que os achados para o tratamento químico aqui estudado e também aos achados nos trabalhos citados.

Para as variáveis carboidrato, cinza e extrato etéreo também não se constatou efeito significativo (Tabela 7) para os valores encontrados nos grãos de feijão caupi, o que reforça a hipótese que a limitação de nutrientes no solo e dos materiais empregados na adubação orgânica e a adubação mineral não foram suficientes para atender a demanda da cultura, resultando em valores semelhantes estatisticamente tanto para aqueles obtidos de plantas que receberam adubação mineral como orgânica. Estes resultados podem estar ligados a lei de Liebig em que a produção se torna limitada por aquele nutriente que se encontra em menor proporção no solo em relação à necessidade das plantas (RUSSELL E RUSSELL, 1973; TISDALE E NELSON, 1975; RAIJ, 1981), ou seja, mesmo que a aplicação de N-P-K tenha sido a demandada pela a cultura outro elemento pode ter sido o limitante (Cu, Fe e Mn) não havendo possibilidade de resposta.

O valor energético, leva em consideração a quantificação os valores de EE, CARB e PBG, e mostrou-se superior ($p \leq 0,05$) quando analisado em grãos cujas plantas foram submetidas a adubação mineral em comparação com os tratamentos B, I e RB o que pode ser explicado pelo alto valor do fator de conversão para o EE (9) e o valor de carboidratos ter sido maior no tratamento químico (Tabela 7) do que nesses tratamentos comparados. Analisando a composição centesimal de feijão macassar, Frota et al. (2008), encontram valores semelhantes aos observados nesta pesquisa onde obteve valor de 2,2% para EE, carboidratos 51,4%, todavia o valor energético e o teor de cinzas encontrado por eles 323,4 kcal/g e 2,6 respectivamente, estiveram inferiores aos obtidos no presente estudo.

Os resultados referentes as plantas submetidas a adubação orgânica e inoculante comparadas com a testemunha absoluta (sem adubação) podem ser observados na Tabela 8, que traz os valores das análises de área foliar (AF), clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (VP) e comprimento de vagens (CV).

Tabela 8. Área foliar (AF), clorofila total (CLORT), biomassa seca (BS), número de vagens por planta (NVP) e comprimento de vagens (CV) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto).

TRATAMENTO	AF(cm)	CLORT	BS (t/ha)	NVP	CV (cm)
ABSOLUTO	60,65	62,10	0,49	4,30	21,13
B	66,12 ^{ns}	65,18 ^{ns}	0,45 ^{ns}	3,17 ^{ns}	21,19 ^{ns}
I	60,89 ^{ns}	69,61 ^{ns}	0,54 ^{ns}	4,17 ^{ns}	21,26 ^{ns}
R	73,15 ^{ns}	61,05 ^{ns}	0,59 ^{ns}	5,57 ^{ns}	21,82 ^{ns}
BI	66,82 ^{ns}	64,51 ^{ns}	0,51 ^{ns}	4,27 ^{ns}	21,37 ^{ns}
RB	61,73 ^{ns}	61,93 ^{ns}	0,39 ^{ns}	4,50 ^{ns}	21,63 ^{ns}
RI	66,87 ^{ns}	67,93 ^{ns}	0,86 ^{ns}	5,53 ^{ns}	21,59 ^{ns}
RIB	65,67 ^{ns}	62,02 ^{ns}	0,55 ^{ns}	4,30 ^{ns}	20,59 ^{ns}

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. TA = testemunha absoluta; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

Observa-se que não houve diferença significativa entre as variáveis obtidas das plantas cultivadas sob os diferentes tratamentos. O que provavelmente está relacionado a baixa capacidade dos adubos orgânicos em disponibilizar nutrientes para atender a demanda nutricional do feijoeiro. Analisando as Tabelas 1, 2 e 3 (análise química do solo, análise química do resíduo lácteo e análise química do biofertilizante, respectivamente) percebe-se que o solo tinha baixa fertilidade natural, assim como o resíduo lácteo e o biofertilizante apresentaram baixa composição nutricional. Assim a adição resíduo lácteo ao solo ou aplicação do biofertilizante via foliar, não foi suficiente para corrigir a deficiência natural encontrada no ambiente de cultivo, resultando em ausência de resposta significativa para comparação entre as variáveis obtidas das plantas cultivadas com adubação orgânica e sem aplicação de adubo. Para Kumar et al. (2012), os adubos orgânicos promovem melhorias na fertilidade do solo com o passar dos anos.

A área foliar das plantas de feijão macassar avaliadas no presente trabalho não foi influenciada pela adubação orgânica, porém Silva et al. (2011) encontraram resposta positiva para área foliar do feijão macassar quando utilizaram o biofertilizante como fonte de nutriente.

Avaliando a área foliar de plantas de feijão caupi submetidas a aplicação de doses de biofertilizante bovino, Silva et al. (2013) encontraram médias de 70,96 cm e 73,12 cm em solos distintos, resultados superiores aos obtidos na presente pesquisa (66,12 cm), no entanto o peso médio de biomassa seca obtida por eles foram inferiores (0,25 t/ha e 0,31 t/ha) aos obtidos neste trabalho (0,45 t/ha).

Para a variável clorofila total, por estar diretamente relacionado ao teor de nitrogênio na folha, por ser constituinte da molécula de clorofila, explicar-se a falta de diferença estatística pois também não ocorreu para a variável NF (Tabela 7), evidenciando a alta correlação destas variáveis já reconhecidas pela literatura (FURLANI JUNIOR et al., 1996; CARVALHO et al., 2003;

SILVEIRA et al., 2003). Benício et al. (2012) também não obteve diferença estatística comparando plantas obtidas de sementes submetidas a inoculação e aquelas com N mineral para variável clorofila total.

Avaliando as características agronômicas no feijão-caupi inoculado sob diferentes laminas de irrigação em associação com adubo nitrogenado Tagliaferre et al. (2013), encontraram resultado semelhante aos achados na atual pesquisa para comprimento de vagem com média de 20,17 cm, no entanto o número de vagens por planta (14,97) se mostrou superior aos que foram evidenciados no presente trabalho, onde se obteve máxima de 11,13 (Tabela 5).

Verificam-se pela Tabela 9 os resultados da taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), rendimento de grãos (RG), e produtividade (PRODT) oriundas de plantas de feijão caupi submetidas a adubação orgânica e sem aplicação de adubo.

Tabela 9. Taxa de enchimento de grãos (TEG), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), rendimento de grãos (RG), e produtividade (PRODT) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto).

TRATAMENTO	TEG (dias)	NGV	P100 (g)	RG (%)	PRODT (kg/ha)
ABSOLUTO	3,46	13,07	20,88	65,81	459,46
B	3,32 ^{ns}	14,28 ^{ns}	20,53 ^{ns}	62,99 ^{ns}	293,90 ^{ns}
I	3,98 ^{ns}	13,30 ^{ns}	19,86 ^{ns}	63,64 ^{ns}	424,90 ^{ns}
R	5,95 [*]	14,53 ^{ns}	18,65 ^{ns}	65,50 ^{ns}	585,21 ^{ns}
BI	5,08 [*]	14,33 ^{ns}	20,87 ^{ns}	66,02 ^{ns}	423,73 ^{ns}
RB	4,04 ^{ns}	14,37 ^{ns}	19,59 ^{ns}	64,64 ^{ns}	413,75 ^{ns}
RI	4,50 [*]	14,23 ^{ns}	20,13 ^{ns}	63,03 ^{ns}	537,21 ^{ns}
RIB	4,65 [*]	12,33 ^{ns}	21,21 ^{ns}	65,14 ^{ns}	406,17 ^{ns}

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. absoluto= testemunha absoluta; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

Constata-se que os grãos das plantas de feijão adubadas com resíduo lácteo, biofertilizante + inoculante, resíduo lácteo + inoculante e resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante necessitaram de um período maior para o enchimento de grãos. Para as demais variáveis estudadas, não houve distinção entre as que foram oriundas de plantas adubadas e daquelas sem adubação. A falta de diferença estatística evidencia que os adubos orgânicos utilizados na pesquisa não foram capazes de suprir a demanda da cultura por nutrientes, no entanto vale destacar que na maioria das variáveis analisadas os adubos orgânicos produziram plantas com valores médios numericamente maiores nas variáveis estudadas, o que pode ser um indicio que a longo prazo possa vim a compensar a falta de diferença.

Esses resultados discordam dos de Chagas Júnior et al. (2014), que avaliando a promoção do crescimento do feijão-caupi inoculado, constatou que a fixação de nitrogênio das estirpes testadas

de rizóbio foram de fundamental importância para a produção de biomassa e produtividade, e de Ogut et al. (2005), que embora estudando um gênero diferente (*Phaseolus vulgaris*), observaram que tanto em condições de campo quanto em casa de vegetação sementes inoculadas proporcionaram ganhos de produção superiores às aquelas não inoculadas.

Para peso de 100 grãos os resultados obtidos entre sementes inoculadas e não inoculadas, estão de acordo com Silva et al. (2011) que trabalhando com as estirpes BR-3262 e BR-3267 inoculadas em associação com P e K também não encontrou diferença estatística para essa variável em confronto com a testemunha. De acordo com Crusciol et al. (2001), a massa de 100 grãos é a característica que apresenta a menor variação percentual, em função das alterações no meio de cultivo, portanto sofre pouco influência de insumos externos.

Bertoldo et al. (2015), avaliando métodos que visavam a redução de aplicação de N-ureia observaram em seus estudos que não houve diferença significativa no número de grãos por vagem em plantas em que houve inoculação de sementes com complementação de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* e plantas com adubação nitrogenada ou sua associação, o que de certo modo corrobora os resultados constatado neste trabalho, excetuando-se o tratamento RIB, onde este foi inferior ao tratamento mineral. Os mesmos autores encontraram resultados iguais para rendimento de grãos em plantas sob adubação nitrogenada e inoculação com complementação, no entanto quando foi comparada a inoculação isolada os resultados mostraram-se inferior a adubação nitrogenada o que não ocorreu no presente estudo onde não houve diferença estatística. Matoso e Kusdra (2014) afirmam que no feijão, a FBN, isoladamente, não é capaz de suprir a necessidade de N da cultura.

Na Tabela 10, encontra-se os resultados referentes as variáveis nutricionais dos grãos de plantas de feijão-caupi submetidas a adubação orgânica e sem aplicação de adubo.

Tabela 10 Teores de nitrogênio nas folhas e grãos (NF e NG), teores de proteína bruta nas folhas e grãos (PBF e PBG), carboidratos (CARB), cinzas (CIN), valor energético (VE) e extrato etéreo (EE) de feijão-caupi em função da adubação orgânica e sem adubação (tratamento absoluto).

Trat.	NF (%)	NG (%)	PBF (%)	PBG (%)	CARB (%)	CINZ (g/100g)	VALENER (kcal/g)	EE (%)
ABSOLUTO	3,93	4,11	24,58	25,67	54,58	3,41	346,76	2,86
B	4,36 ^{ns}	5,30 ^{ns}	27,23 ^{ns}	33,16 ^{ns}	47,38 ^{ns}	3,32 ^{ns}	345,51 ^{ns}	2,60 ^{ns}
I	4,70 ^{ns}	4,41 ^{ns}	29,35 ^{ns}	27,58 ^{ns}	52,52 ^{ns}	3,45 ^{ns}	345,54 ^{ns}	2,79 ^{ns}
R	3,49 ^{ns}	4,22 ^{ns}	21,81 ^{ns}	26,40 ^{ns}	54,49 ^{ns}	3,40 ^{ns}	348,53 ^{ns}	2,77 ^{ns}
BI	4,15 ^{ns}	4,55 ^{ns}	25,93 ^{ns}	28,43 ^{ns}	52,51 ^{ns}	3,46 ^{ns}	346,21 ^{ns}	2,49 ^{ns}
RB	3,79 ^{ns}	4,88 ^{ns}	23,71 ^{ns}	30,51 ^{ns}	49,96 ^{ns}	3,37 ^{ns}	343,59*	2,41 ^{ns}
RI	4,44 ^{ns}	4,44 ^{ns}	27,72 ^{ns}	27,75 ^{ns}	53,09 ^{ns}	3,52 ^{ns}	347,11 ^{ns}	2,64 ^{ns}
RIB	3,95 ^{ns}	4,27 ^{ns}	24,68 ^{ns}	26,68 ^{ns}	53,29 ^{ns}	3,41 ^{ns}	349,03 ^{ns}	3,24 ^{ns}

*, ns= significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. TA = testemunha absoluta; B = biofertilizante; I = inoculante; R = resíduo lácteo; BI = biofertilizante + inoculante; BR = biofertilizante + resíduo lácteo; RI = resíduo lácteo + inoculante; RIB = resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante.

Observa-se que não houve diferença significativa entre as médias de tratamentos pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$), excetuando-se o valor energético em plantas sob o tratamento resíduo lácteo + biofertilizante, os mesmos foram inferiores aos obtidos de plantas não adubadas, provavelmente pelo fator de conversão do EE, que se obteve o menor valor entre todos os tratamentos. É possível inferir, que as características nutricionais foram pouco influenciadas pelos tratamentos orgânicos e mineral impostos a cultura e mesmo que o uso de fertilizantes minerais possa contribuir para produtividade (Tabela 6), não influenciou o valor nutricional, visto que no tratamento mineral também não se obteve diferença estatística. Este fator nutricional deve estar ligado provavelmente as características inerentes a própria semente visto que a história prévia da semente determina sua longevidade (VIEIRA et.al, 2000), assim também deverá ser seu conteúdo nutricional.

O papel dos nutrientes é fundamental durante as fases de formação, desenvolvimento e maturação das sementes, principalmente na constituição das membranas e no acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas (SÁ, 1994), e solo de instalação do experimento apresentou baixa fertilidade natural.

Vale ressaltar que apesar de não ter ocorrido diferença para maioria das variáveis bioquímicas dos grãos em plantas com adubação orgânicas e plantas não adubadas, a adubação orgânica pode se tornar uma alternativa viável, pois a longo prazo esses teores irão ser incrementados ao solo visto que a liberação de nutrientes pela matéria orgânica ocorre de maneira mais gradativa, disponibilizando para a cultura por um maior período de tempo (CAVALCANTE et al., 2007).

Analisando a composição centesimal de feijão-caupi submetidos a doses de composto orgânico Silva (2014), encontraram resultados semelhantes aos achados no presente estudo onde o controle obteve valor energético maior que o tratamento, assim como ocorreu nesta pesquisa em plantas submetidas a resíduo lácteo+biofertilizante que foi menor que a testemunha absoluta. Saldanha et al. (2016), avaliando os teores de cinzas nas cultivares BRS Cauamé e BR 17-Gurguéia encontraram variação de 3-3,5%, corroborando com os resultados verificados neste trabalho.

5. CONCLUSÕES

- Os adubos minerais são mais eficientes para produção do feijão-caupi principalmente em solos com pH ácido
- Os adubos orgânicos biofertilizante, resíduo lácteo isolados e inoculante isolados ou associados não contribuíram com produtividade do feijão-caupi no primeiro ano de cultivo.

- A taxa de enchimento de grãos foi mais eficiente quando as plantas foram submetidas a adubação orgânica com B, I e RB.
- Faz-se necessário estudos por mais ciclos de cultura para se constatar o incremento na cultura sob adubação orgânica com o passar dos anos.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.R.S., PAIXÃO, F.J.R.; AZEVEDO, C.A.V.; GOUVEIA, J.P.G.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.A.S. Estudo do comportamento do período seco e chuvoso no Município de Garanhuns, PE, para fins de planejamento agrícola. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.1, n.1, 2008.

ANDRADE, C.A.DE B.; PATRONI, S.M.S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, set.out., 2004.

ALVES, S. V.; ALVES, S.S. V.; CAVALCANTE, M. L. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; TEÓFILO, T. M. da S.; Desempenho produtivo do feijoeiro em função da aplicação de biofertilizante. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.4, n.2, p. 113 – 117 abril/junho, 2009. Disponível em <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

ALMEIDA, R. F.; SANCHES, B. C. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. **Revista Verde**, v. 7, n. 5, p. 31-35, 2012.

ANDRADE, C. A. B. **Limitações de fertilidade e efeito do calcário para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solos de várzea do sul de Minas Gerais**. 1997. 107 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

AOAC- **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed., Washington, 1990.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. Washington: DC, Cap.32, p.25-28, 1995.

ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G.J.; GUIMARÃES, R.J.; MORAIS, A.R.; CUNHA, R.L. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na formação de cafeeiros. **Coffee Science**, Lavras v. 3, n. 2, p. 115-123, 2008.

ARAÚJO, V. S.; QUEIROZ, J. V. J.; FURTADO, L. M.; ARAÚJO, A. M. S. Efeitos de diferentes doses de nitrogênio e calcário na produção do feijão-caupi. In: Congresso Nacional de Feijão-Caupi.1. Reunião Nacional de Feijão-Caupi. 6. **Anais...**Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte, Documentos, 121). CD Rom.

BELTRÃO JÚNIOR, J.A.; CRUZ, J. S.; SOUSA, E.C.; SILVA, L. A. Rendimento do feijão-caupi adubado com diferentes doses de biofertilizante orgânico produzido através da biodegradação acelerada de resíduos do coqueiro no município de Trairí – CE. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 423 - 437, 2012.

BENÍCIO, L.P.F.; OLIVEIRA, V.A.; REIS, A.F.B.; CHAGAS JÚNIOR, A.F.; LIMA, S.O. Efeitos de diferentes biofertilizantes e modos de aplicação na nodulação do feijão caupi. **Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, n.3 p.111-119,2012.

BERTOLDO, J.G.; PELISSER, A.; SILVA, R.P.; FAVRETO, R.; OLIVEIRA, L.A.D. Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 348-355, jul./set. 2015.

BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEY, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1075-1082, 2010.

BEZERRA, A.A.C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 8(1):85-92, 2008.

BORGES JÚNIOR, J. C.F., ANJOS, R.J., SILVA, T.J.A., LIMA, J.R.S., ANDRADE, C.L.T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p.380–390, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL, **Decreto nº 4.954**, de 14 de janeiro de 2004. Brasília, 2004.

BRITO, M. D. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. Marcha de absorção do nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada com uso de ¹⁵N. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 895-905, 2009.

CALVACHE, M.; REICHARDT, K.; SILVA, J.C.A.; PORTEZAN FILHO, O. Adubação nitrogenada no feijão sob estresse de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos Expandidos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.2, p.649-651.

CASTELLÓN, R. E. R.; ARAÚJO, F.M. M. C.; RAMOS, M.V.; ANDRADE NETO, M.; FREIRE FILHO, F.R.; GRANGEIRO, T. B.; CAVADA, B.S. Composição elementar e caracterização das frações lipídicas de seis cultivares de caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 149-153, 2003.

CASTOLDI, G.; COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A.M.; PIVETTA, L.A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011.

CARVALHO, M.A.C. de; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.445-450, 2003.

CAVALCANTI, F. J. de A. et al., **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2a aproximação**. 2a.ed. 3ª Ed. Recife, PE: IPA. 2008. 212 p.

CAVALCANTE, L.F.; SANTOS, G.D.; OLIVEIRA, F.A.; CAVALCANTE, I.H.L.; GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, M.Z.B. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.1, p.15-19, 2007.

CAVALCANTE, S.N.; DUTRA, K.O.G; MEDEIROS, R.; LIMA, S.V.; SANTOS, J.G.R.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E.F. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, pp. 10-14, 2009.

CAVALCANTE, A.C.P.; CAVALCANTE, A.G.; DINIZ NETO, M.A.; MATOS, B.F.; DINIZ, B.L.M.T.; BERTINO, A.M.P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 38-44, jan. /mar. 2017.

CHAGAS JÚNIOR, A.F.; OLIVEIRA, A.G.; SANTOS, G.R; REIS, A. F.B.; CHAGAS, L.F.B. Promoção de crescimento em feijão-caupi inoculado com rizóbio e *trichoderma* spp. no cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 190 – 199, jul. – set. 2014.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 5 - Safra 2017/18, n.7 -Sétimo levantamento, abril 2018abc.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL: **Garanhuns- SC.24-X-B-VI**, escala 1:100.000: nota explicativa. Pernambuco/Alagoas: UFPE /CPRM, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; FURLANI JÚNIOR, E.; LEMOS, L. B. Adubação nitrogenada de semeadura e de cobertura sobre a produtividade do feijoeiro. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.10, n.1, p.119-133, 2001.

EDVAN, R.L.; SANTOS, E.M.; VASCONCELOS, W.A.; SOUTO FILHO, L.T.; BORBUREMA, J.B.; MEDEIROS, G.R.; ANDRADE, A.P. Utilização de adubação orgânica em pastagem de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Molopo). **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.499-508, 2010.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Proteínas de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) WALP: caracterização e aplicação nutricional. Dez/1999**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35890/1/Doc44.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão caupi. Jul/2003**. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **A cultura do feijão caupi no Brasil. Set/2016**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/310774101_A_cultura_do_feijao-caupi_no_Brasil>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Livro ceres, 2007, p.386. il.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. (2010). **Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2010-2019**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/download/OECDFAO_AgriculturalOutlook20102019.pdf> Acesso em: 19 abr.2018.

FAOSTAT (2017ab). **Colheitas (Crops)**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 29 mai. 2017.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage managements. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 177-183, 2010.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 9, n. 1-3, p. 893- 902, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. D. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, v. 1, p. 84, 2011ab.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPAp. 26-46, 1988.

FREIRE, G.M.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.A.; AMÂNCIO, M.G.; PONTES, N.C.; SOARES, I.A.A.S.; SOUZA, A.L.M. Aplicação de composto orgânico líquido via fertirrigação na cultura do meloeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 49-55, 2009.

FROTA K.M.G.; SOARES, R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(2): 470-476, abr.-jun. 2008.

FURLANI JUNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, v.55, p.171-175, 1996.

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

GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; DA CRUZ, M. C. P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V. 38, N. 6, P. 753- 760, 2003.

GOSS, M. J.; TUBEILEH, A.; GOORAHOO, D. **A review of the use of organic amendments and the risk to human health**. Adv. Agron. 120 (2013), pp. 275–379.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; ALCANTARA, R. M. C. M.; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.469-474, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de Fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Londrina**: Embrapa Soja, 2007. 48p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI R, N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, p. 927-939, 2006.

IADEROZA, M.; SALES, A.M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L.P. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Col. Inst. Tecnol. Alimentos**, v.19, n.2, p.154-164, 1989.

IPA - (INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 3.ed revisada. Recife, 2008.

KUMAR, M.; BAISHAYA, L.K.; GHOSH, D.C.; GUPTA, V.K.; DUBEY, S.K.; DAS, A., PATEL, D.P. Productivity and soil health of potato (*Solanum tuberosum* L.) field as influenced by organic manures, inorganic fertilizers and biofertilizers under high altitudes of eastern Himalayas. **Journal of Agricultural Science**, v.4, n.5, p.223-234, 2012.

LACERDA, A.M.; MOREIRA, F.M.S.; ANDRADE, M.J.B. & SOARES, A.L.L. Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **R. Ceres**, 51:67-82, 2004.

LI, J.; SHI, Y.; LUO, J.; ZAMAN, M.; HOULBROOKE, D.; DING, W.; LEDGARD, S.; GHANI, A. **Use of nitrogen process inhibitors for reducing gaseous nitrogen losses from land-applied farm effluents**. *Biol. Fertil. Soils*, 50 (2014), pp. 133–145.

LIÃO, L.M.; CHOZE, R.; CAVALCANTE, P.P.A.; SANTOS, S.C.; FERRI, P.H.; FERREIRA, A.G. **Perfil químico de cultivares de feijão (phaseolus vulgaris) pela técnica de high resolution magic angle spinning (hr-mas)**. *Quim. Nova*, São Paulo, Vol. 33, n. 3, p. 634-638, 2010.

LOCATELLI, V.E.R; MEDEIROS, R.D; SMIDERLE, O.J; ALBUQUERQUE, J.A.A. Eficiência da irrigação e produtividade de feijão-caupi no cerrado Roraimense. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n.2, S1716 – S1722 (Suplemento-CD ROM), julho 2014.

MAIA, F. M. M.; OLIVEIRA, J.T.A.; MATOS, M.R. T.; MOREIRA R.A.; VASCONCELOS, I.M. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 4, p. 453-458, 2000.

MAILLARD, É.; ANGERS, D. A.; CHANTIGNY, M.; LAFOND, J.; PAGEAU, D.; ROCHETTE, P.; LÉVESQUE, G.; LECLERC, M. L.; PARENT, L.É. **Greater accumulation of soil organic carbon after liquid dairy manure application under cereal-forage rotation than cereal monoculture**. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 233 (2016), pp. 171–178.

MAILLARD, É.; ANGERS, D. A. **Animal manure application and soil organic carbon stocks: a meta-analysis**. *Glob. Chang. Biol.*, 20 (2014), pp. 666–679

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronomia Ceres, 2006. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.
- MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, T. A. R.; FONSECA, I. M.; MARQUES, T. A. Teores de Cr, Ni, Pb e Zn em Argissolo Vermelho tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.133-143, 2007.
- MARROCOS, S.T.P. **Composição de biofertilizante e sua utilização via fertirrigação em meloeiro**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN, 2011.
- MARTINS, L.M.V.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G.; RANGEL, F.W.; RIBEIRO, J.R.A. & MORGADO, L.B. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: A strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biol. Fert. Soils**, 38:333-339, 2003.
- MIRA, A.B; CANTARELLA, H.; SOUZA NETO, G.J.M.; MOREIRA, L.A.; KAMOGAWA, M.Y.; OTTO, R. Optimizing urease inhibitor usage to reduce ammonia emission following urea application over crop residues. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 248, p. 105-112, 2017.
- MIRANDA, P.; COSTA, A. F.; OLIVEIRA, L. R.; TAVARES, J. A.; PIMENTEL, M. L.; LINS, G. M. L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* L) Walp, nos sistema solteiro e consorciado. IV – tipo ereto e semi-ereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 9, n. especial, p. 95-105, 1996.
- MATOSO, S. C. G.; KUSDRA, J. F. Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 567-573, 2014.
- MELO, F.P.; ALMEIDA, J.P. Análise das feições geomorfológicas e dos processos morfodinâmicos do sítio urbano de Garanhuns-PE. Ambivalências – **Revista do Grupo de Pesquisa “Processos Identitários e Poder”** – GEPPIP, v. 1, n.1, 2013.
- MELO, J. C; SANTOS, P, M, S; SANTOS, A. C. et al. Respostas morfofisiológicas do capim-mombaça submetido a doses de resíduo líquido de laticínios. **Revista Ciência Agraria**, 54: 247-258, 2011.
- MELO, S. R.; NETO, M. L. S.; ZILLI, J. E. **Desempenho da Fixação Biológica de Nitrogênio em Cultivares de Feijão-caupi Recomendadas para Roraima**. Boa vista: Embrapa Roraima, 2010. 35p. (Documentos / Embrapa Roraima, 45).
- MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; PITOMBEIRA, J. B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Ciência Agrônômica**, v. 38, p. 95-103, 2007.
- MORALES, M.M.; LUCAS JUNIOR, J. Avaliação dos resíduos sólidos sistema de abate de bovinos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.23, n.1, p.73-89, 2008.

MOSTASSO, L.; MOSTASSO, F.L.; DIAS, B.G.; VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. Selection of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobial strains for the Brazilian Cerrados. **Field Crops Research**, 73: 121-132, 2002.

NASCIMENTO, C. S.; LIRA JÚNIOR, M. A.; STAMFORD, N. P.; FREIRE, M. B. G. S.; SOUSA, C. A. Nodulação e produção do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) sob efeito de plantas de cobertura e inoculação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 579-587, 2008.

NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

NIELSEN, C. L.; HALL, A. E. Responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the field to high night air temperature during flowering. I Thermal regimes of production regions and field experimental systems. **Field crops research**, v. 10, p. 167-179. 1985.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Metais pesados em latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.58, p.581-593, 2001.

OLIVEIRA, O.M.S.; SILVA, J.F.; GONÇALVES, J.R.P.; KLEHM, C.S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha** 28(3):523-530,2010.

OLUWATOSIN, O.B. Genetic and enviromental variability in starch, fatty acids and mineral nutrients composition in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **J. Sci. Food Agric.** v. 78. P. 1-11. 1998.

OGUT, M.; AKDAG, C.; DUZDEMIR, O.; SAKIN, M.A. Single and double inoculation with *Azospirillum* / *Trichoderma*: the effects on dry bean and wheat. **Biology and Fertility of Soils** , Berlim, v. 41, n. 4, p. 262-272, 2005.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA, F.H.T.; OLIVEIRA, F.T.; SILVA, G.F.; HAFLE O.M.; SILVA, A.R.C. Adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do feijão caupi no município de Sousa-PB. **Revista global Science and technology**, Rio Verde,GO v.08, n.01,p.110 -121, jan/abr. 2015.

PEREIRA, R.F.; LIMA, A.S.; MELO, D. S.; SOUSA, P. M.; SANTOS, J.G.R.; ANDRADE, R.; SANTOS, E.C.X.R. Estudo do efeito de diferentes dosagens de biofertilizante e de intervalos de Aplicação sobre a produção do maracujazeiro-amarelo. **Revista de biologia e ciências da terra**, Campina Grande, supl. esp. n. 1, p. 25-30, 2009.

PREET, K.; PUNIA, D. Proximate composition, phitic acid, polyphenols and digestibility (in vitro) of four brown cowpea varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v. 51, n. 3, p. 189-193, 2000.

QUEIROZ, S, F. **Soro ácido de leite associado a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.

RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RAMÍREZ, B.; SILVANA, G. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) y residuos de papa (*Solanun tuberosun*) para la producción de *Trichoderma* spp. (Trabajo de grado). **Universidad técnica de Ambato, Ambato**, Ecuador. 2012.

RESTREPO, A.; RODRÍGUEZ, E.Y.; MANJARRÉS, K. Cortezas de naranja comestibles: una aproximación al desarrollo de productos con valor agregado a partir de residuos agroindustriales. **Rev. P+L** [online]. 2011, vol.6, n.2, pp.47-57.

RUSSELL, E. W.; RUSSELL, E. J. **Soil conditions and plant growth**. 10th ed. London, Longmans Green, 1973. 849 p.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.65-98

SALDANHA, N.M.V.P.; MARTINS, A.N.L.; ARAÚJO, M.A.M.; SILVA, K.J.D.; ROCHA, M.M.; ARAÚJO, R.S.R.M. Composição centesimal de cultivares de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi, 208. Sorriso-MT. **Anais...** Brasília: EMBRAPA 2016.

SANTOS, J. D., LEMOS, J., NÓBREGA, J. D., GRANGEIRO, J., BRITO, L., & OLIVEIRA, M. D. Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.1, n.1, p.25-29, 2007.

SILVA, C. J. C. DA; LIMA, M. G. DE S.; CARVALHO, C. M. DE; ELOI, W. M.; PEDROZA, M. M.; SILVA, C. J. C. DA. Efeito do lodo de estação de tratamento de despejos de curtume na fase inicial do crescimento do milho. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, p.131-136, 2005.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II. Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.26, p.497-503, 2002.

SILVA, A.C.; VIANA, J.S.; SILVA, V.S.G.; PEREIRA, E.P.A.; SANTANA, M.B.; LEMOS, J.O. Desenvolvimento de amendoim em solo adubado com resíduo lácteo. In: III Reunião Nordestina de Ciência do Solo. Ciência do Solo: Integração e uso do conhecimento para uma agricultura sustentável no Nordeste. **Anais...** Aracaju (SE) Unit e Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/IIIrnscs/44996-DESENVOLVIMENTO-DE-AMENDOIM-EM-SOLO-ADUBADO-COM-RESIDUO-LACTEO>>. Acesso em: 27/06/2018

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, C. N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p 133-135, 1993.

SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 443-451, 2009.

SILVA JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA, S. S.; OLIVEIRA, P. J.; ZILLI, E. J.; XAVIER, G. R.; BODDEY, R.M. - Inserção do Feijão-Caupi no Centro-Oeste e a Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio no Manejo do Solo. **Cadernos de Agroecologia**, Vol 9, No. 4, Nov 2014.

SILVA, F.L.B.; LACERDA, C.F.; SOUSA, G.G.; NEVES, A.L.R.; SILVA, G.L.; SOUSA, C.H.C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 04, p. 383-389, 2011.

SILVA, R.T.L.; ANDRADE, D.P.; MELO, E.C.; PALHETA, E.C.V.; GOMES, M.A.F. Inoculação e adubação mineral na cultura do feijão - caupi em latossolos da amazônia oriental. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 152-156, out.-dez., 2011.

SILVA, M.L.N.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA, M.K.T.; MAIA, P.M.E.; SILVA, R.C.P.; SILVA, O.M.P. Efeito de biofertilizante bovino aeróbico na cultura do feijão caupi. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 9, n. 1, p. 110-116, jan – mar, 2013.

SILVA, W. C.; MOURA, J. G.; BRITO, L. L. M.; NICOLAU, F. E.A.; CAMARA, F. T. Produtividade de feijão-caupi submetido a diferentes manejos do solo e níveis de adubação mineral. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

SILVA, J.A.A. **Composição centesimal de sementes de feijão-caupi** [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] **orgânico**. 2014, Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em ciências agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha-PB.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1083-1087, 2003.

SOARES, A.L.L.; PEREIRA, A.R.; FERREIRA, P.A.A.; VALE, H.M.M.; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B. & MOREIRA, F.M.S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I. Caupi. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:795-802, 2006.

SORATTO, R. P.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, T. J.; SANTOS, L. C.; SANTOS NETO, I. J.; ROCHA, F. A.; PAULA, A. Características agrônômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 242- 248, 2013.

TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. M.; FRANCO, A NOGUEIRA, G, A. Crescimento vegetativo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) BR1 em função da aplicação diferenciada de biofertilizantes (monografia). **Areia**, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

TEIXEIRA, K. R. G.; et al. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciênc. agrotec.**, 30: 1071-1076, 2006.

TEIXEIRA, I. R. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, abr./jun. 2000.

THORBURN, P. J.; BIGGS, J. S.; WEBSTER, A. J.; BIGGS, I. M. An improved way to determine nitrogen fertiliser requirements of sugarcane crops to meet global environmental challenges. **Plant and Soil**, The Hague, v. 339, n. 1-2, p. 51-67, 2011.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizer**. 3a ed. New York, Collier Mc Millan International editions, 1975. 694 p.

UZOGARA, S.G.; OFUYA, Z.M. Processing and utilization in developing countries: a review. *Journal Food Processing and Preservation*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.16, p. 105-147, 1992.

VALADARES, R.N.; MOURA, M.C.C.L.; SILVA, A.F.A.; SILVA, L.S.; VASCONCELOS, M.C.C.A.; SILVA, R.G. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte ereto/semi-ereto nas mesorregiões Leste e Sul maranhense. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, 06: 21-27, 2010.

VALE, J.C; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa, Ed. UFV. 267p. 2017

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; EDVAN, R.L.; SILVA, T.C.; MEDEIROS, G.R.; SOUTO FILHO, L.T. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica**, v.4, n.2, p.36-43, 2010.

VELOSO, C. A. C.; SILVA, A. R.; EL-HUSNY, J. C.; SILVA, A. R. B.; MARTINEZ, G. B. Resposta do feijão-caupi à adubação fosfatada e potássica em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense. **III Congresso Nacional de Feijão-Caupi – CONAC**, Recife-PE, 2013.

VESSEY, J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**, v. 255, p. 571–58, 2003.

VIEIRA, E.H.N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. **Sementes de feijão** - produção e tecnologia. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2000. p. 233-248.

WANG, H.; MAGESAN, G. N.; BOLAN, N. S. **An overview of the environmental effects of land application of farm effluents**. N. Z. J. Agric. Res., 47 (2004), pp. 389–403.

WATT, B.; MERRILL, A. L. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington DC: Consumer and Food Economics Research. **Divison/Agricultural Service**, 1963. (Agriculture Handbook, 8).

WOOD, R.; LENZEN, M.; DEY, C.; LUNDIE, S. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. **Agricultural Systems** 89 (2006) 324–348.

ZILLI, J.E.; XAVIER, G.R. & RUMJANEK, N.G. BR 3262: Nova estirpe de Bradyrhizobium para a Inoculação de feijão-caupi em Roraima. Boa Vista, **Embrapa Roraima**, 2008. 07p. (Comunicado Técnico, 10)

ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; MARSON, B.F.; RUMJANEK, N.G.; XAVIER, G.R. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazonica**, v.39, n.4,p.749-758, 2009.

ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R.; MOREIRA, F. M. S.; FREITAS, A. C. R.; OLIVEIRA, L. A. Fixação biológica de nitrogênio. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A., eds. A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira. **Boa Vista**, Embrapa Roraima, p.185-221. 2009.

ZILLI, J.E.; NETO, M.L.DA S.; JÚNIOR, I. F.; PERIN, L.; MELO, A.R. DE. Resposta do feijão-caupi à inoculação com estirpes de *bradyrhizobium* recomendadas para a soja. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:739-742, 2011.

ZUMBA, J.S.; **Cultivo de feijão-caupi com emprego de inoculante, adubos orgânicos e mineral**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.

APÊNDICES

Tabela 11. Número de dias após a semeadura para o florescimento do feijão-caupi submetidos a adubação mineral e orgânica

Tratamento	Dias para florescimento (50%)
AM	47
BR	53
RI	53
RIB	53
BI	56
TA	56
B	56
R	56
I	59

AM: adubação mineral, BR: biofertilizante + resíduo lácteo, RI: resíduo lácteo + inoculante, RIB: resíduo lácteo + inoculante + biofertilizante, BI: biofertilizante + inoculante, TA: testemunha absoluta, B: biofertilizante, R: resíduo lácteo, I: inoculante.