



**LAYDSON MOURA FERNANDES AMORIM**

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE *Vigna unguiculata* SOB A APLICAÇÃO DE  
RESÍDUO LÍQUIDO DA SUINICULTURA**

**TERESINA – PI**

**2017**

**LAYDSON MOURA FERNANDES AMORIM**

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE *Vigna unguiculata* SOB A APLICAÇÃO DE  
RESÍDUOS LÍQUIDO DA SUINICULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura Tropical para obtenção do título de Mestre em ciências.

**Orientador**

**Prof. Dr. Carlos José Gonçalves de Souza Lima**

**Coorientadora**

**Profa. Dra. Artenisa Cerqueira Rodrigues**

**TERESINA – PI**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do  
Piauí Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

A524p Amorim, Laydson Moura Fernandes.  
Produção e nutrição de *Vigna unguiculata* sob a  
aplicação de resíduos líquido da suinicultura / Laydson  
Moura Fernandes Amorim. – 2017.  
39 f.

Dissertação (Mestrado em Agrônoma) –  
Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

“Orientador: Prof. Dr. Carlos José Gonçalves de  
Souza Lima”.

“Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Artenisa Cerqueira Rodrigues”.

1. Feijão-Caupi. 2. *Vigna unguiculata*. 3. Nutrição  
de Plantas. 4. Adubação Orgânica. I. Título.

CDD 635.659 2

LAYDSON MOURA FERNANDES AMORIM

PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE *Vigna unguiculata* SOB APLICAÇÃO DE  
RESÍDUO LÍQUIDO DA SUINOCULTURA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Agronomia com área de concentração em Produção Vegetal.

APROVADA em 30 de junho de 2017.

Comissão Julgadora:

  
Prof. Dr. Osvaldo Nogueira de Sousa Neto – UFERSA

  
Prof. Dr. Gabriel Barbosa da Silva Júnior – CCA/UFPI

  
Prof. Dr. Carlos José Gonçalves de Souza Lima – CCA/UFPI  
(Orientador)

  
Profa. Dra. Arteniça Cerqueira Rodrigues – CCA/UFPI  
(Coorientadora)

TERESINA-PI

2017

*Ao meu pai e minha mãe por nunca medir esforços para realizar todos os nossos sonhos.*

*Aos meus irmãos por mostrar o significado de lealdade e amizade.*

*A minha namorada por me apoiar em todas as situações da vida e por ensinar o significado da palavra Amor.*

*A toda minha FAMÍLIA em especial a grande docente Atelita Batista da Silva Amorim, por mostrar o significado da profissão PROFESSOR*

**OFEREÇO**

*Aos meus pais, Geverth Amorim e Linda  
Fernanda;*

*Aos meus irmãos Laurino e Layron*

*Aos meus Avós Laurino (in memoriam),  
Murilo (in memoriam); Lêda; Atelita.*

*A minha namorada Vanessa Lanne.*

*Aos meus sobrinhos Isabela, Marina e  
Rafael.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por sempre estar presente em minha vida, dando-me força, durante esta árdua jornada.

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado em Agronomia.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo, assim viabilizando meus estudos durante este período.

Ao professor Dr. Carlos José Gonçalves de Souza Lima pela orientação, pelos ensinamentos e pela cobrança que me ajudou a lapidar meu conhecimento.

A professora Dra. Artenisa Cerqueira Rodrigues pela coorientação e por todo o apoio e prontidão.

Ao professor Dr. Gabriel Barbosa da Silva Júnior pelas valiosas sugestões em todas as etapas desta pesquisa.

Aos meus pais, Geverth Amorim e Linda Fernanda e meus irmãos, Laurino e Layron, que sem dúvida também são responsáveis por esta conquista.

A minha namorada Vanessa Lanne pelo apoio constante.

Aos meus amigos de pós-graduação.

Aos alunos de graduação Rêne Sena Marques, Adailton Matheus e Marcelo, pela dedicação na condução do experimento.

Ao Grupo de Pesquisa em Irrigação, pela união, foco e determinação na condução dos trabalhos.

## PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE *Vigna unguiculata* SOB A APLICAÇÃO DE RESÍDUOS LÍQUIDO DA SUINICULTURA

Autor: Laydson Moura Fernandes Amorim

Orientador: Prof. Dr. Carlos José Gonçalves de Souza Lima

### RESUMO

A baixa produtividade da cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, gera uma necessidade de desenvolvimento de tecnologias que proporcionam uma elevação na produção destas regiões. Com a utilização do resíduo da suinocultura na agricultura e quando esse resíduo é manejado de forma correta, é possível fornecer de nutrientes para as plantas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a composição nutricional das folhas e grãos e os componentes de produção do feijão-caupi quando submetidos a diferentes doses de resíduo líquido da suinocultura (RLS). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, constituído de cinco doses de resíduo líquido da suinocultura (0, 25, 50, 75, 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Os componentes de produção avaliados, foram: comprimento de vagem, número de vagens por planta, índice de grão por vagem, massa de cem grãos, massa de vagem por planta, massa de grão por planta, produtividade de vagens e grãos verdes, índice de área foliar, taxa de crescimento absoluto e taxa de crescimento relativo. Para avaliação nutricional da planta foram quantificados o teor de macro e micro nutrientes nas folhas e o teor de metais pesados nos grãos. A aplicação de resíduo líquido da suinocultura proporcionou um incremento na produção, sendo que a dose que atingiu a maior produtividade foi de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e o RLS atendeu as necessidades nutricionais da cultura do feijão-caupi.

**Palavras-chave:** Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), nutrição de plantas, adubação orgânica.

**PRODUCTION AND NUTRITION OF *Vigna unguiculata* UNDER THE APPLICATION OF LIQUID WASTE FROM SUICULTURE**

Author: Laydson Moura Fernandes Amorim

Advisor: Carlos José de Souza Lima

**ABSTRACT**

Because of the low productivity of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in the North and Northeast regions of Brazil, it is necessary to develop technologies that increase production in these regions. It is possible to provide nutrients to the plants from the use of liquid swine manure in agriculture, since it is handled correctly. In this context the objective was to evaluate the nutritional composition of leaves and grains and the production components of cowpea submitted to the application of different amounts of liquid swine manure (LSM). The research was conducted in a randomized block design with four replicates and five different amounts of liquid swine manure (0, 25, 50, 75, 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). The production components evaluate were: pod length, pods per plant, grain per pod index, mass of one hundred grains, mass of pod per plant, mass of grain per plant, pod and green grain yield, leaf area index, absolute growth rate and relative growth rate. The content of macro and micro nutrients in the leaves and the content of heavy metals in the grains were quantified for the nutritional evaluation of the plant. The application of 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of LSM provided an increase in cowpea yield and met the nutritional needs of the crop.

**Keywords:** Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), plant nutrition, organic fertilization.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Aspectos gerais da cultura e importância socioeconômica	13
2.2. Atividade Suinícola no Brasil	14
2.3. Resíduo líquido da suinocultura na agricultura: uma alternativa viável	15
2.4. Exigência nutricional do feijão-caupi	16
2.4.1. Macronutrientes	17
2.4.1.1. Nitrogênio.....	17
2.4.1.2. Fósforo .....	18
2.4.1.3. Potássio .....	18
2.4.1.4. Cálcio.....	19
2.4.1.5. Magnésio.....	19
2.4.1.6. Enxofre.....	19
2.4.2. Micronutrientes.....	20
2.4.2.1. Ferro .....	20
2.4.2.2. Cobre.....	20
2.4.2.3. Manganês .....	20
2.4.2.4. Boro .....	20
2.4.2.5. Zinco.....	20
3. METODOLOGIA .....	21
3.1. Caracterização da área experimental.....	21
3.2. Caracterização do solo da área experimental.....	21
3.3. Composição química do resíduo líquido da suinocultura.....	22
3.4. Preparo da área, aplicação do resíduo e plantio.....	22

3.5.	Irrigação e manejo da irrigação.....	23
3.6.	Colheita .....	23
3.7.	Variáveis analisadas	23
3.8.	Delineamento experimental e análise estatística dos dados	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1.	Componentes de produção	25
4.2.	Correlação das variáveis	30
4.3.	Análise nutricional	32
5.	CONCLUSÃO.....	35
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exigência nutricional de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), molibdênio, manganês (Mn), boro (B) e zinco (Z) para cultura do feijão-vigna.....	16
Tabela 2. Caracterização química e física do solo da área experimental antes da instalação do experimento, Teresina-PI, 2016. ....	21
Tabela 3. Caracterização do resíduo líquido suíno aplicado.....	22
Tabela 4. Quantidade de NPK em cada dose de RLS.....	25
Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANAVA) para comprimento de vagem (CmV), número de vagens por planta (NVP), índice de grão por vagem (IGV), massa de cem grãos (M100), massa de vagem por planta (MVP), massa de grão por planta (MGP), produtividade de vagens. Teresina-PI, 2016. ....	26
Tabela 6. Correlação estatística para número de vagens por planta (NVP), índice de grão por vagem (IGV), área foliar (AF), produtividade de vagens e grãos (PV e PG), massa de vagem por planta (MVP), massa de grão por planta (MGP), taxa de crescimento absoluto (TCA). Teresina – PI, 2016.....	31
Tabela 7. Resumo da análise de variância para o efeito da aplicação de RLS em relação aos teores de N, P, K, Ca, e Mg no tecido foliar do feijão-caupi. Teresina-PI, 2016.....	32
Tabela 8. Resumo da análise de variância para o efeito da aplicação de RLS em relação aos teores de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mn) zinco no tecido foliar do feijão-caupi. Teresina-PI, 2016. ....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abertura das covas (A); plantio (B), Teresina – PI, 2016.....	23
Figura 2. Número de vagens por planta (A), índice de grãos por vagens (B), massa de vagens por planta (C) e massa de grãos por planta (D). Teresina-PI,2016. ....	28
Figura 3. Produtividade de vagens e grãos verdes. Teresina – PI, 2016. ....	29
Figura 4. Área foliar (A) e taxa de crescimento absoluto (B), Teresina-PI, 2016.....	30
Figura 5. Produtividade de vagens e grãos verdes com aplicação de RLS e adubação mineral. Teresina – PI,2016.....	30

## **1. INTRODUÇÃO**

De acordo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no quarto trimestre de 2016 o Brasil apresentou uma produção acima de 900 mil toneladas de carne suína com rebanho abatido de aproximadamente 11 milhões de animais, mostrando grande expansão da suinocultura brasileira.

Essa grande produção de carne suína tem por consequência uma ampla produção de resíduos provenientes das etapas de produção. Esses detritos, quando manejados ou descartados de forma incorreta, podem se transformar em grave problema ambiental, proporcionando um desafio à sociedade em determinar o manejo adequado para que esses resíduos não sejam enquadrados como agentes poluidores.

Uma das alternativas que vem se destacando para minimizar o impacto ambiental provocado pelo descarte ou manejo incorreto do resíduo líquido da suinocultura (RLS), é a sua utilização na atividade agrícola, como fonte de adubação para as culturas, possibilitando a substituição da adubação mineral por um produto residual, podendo gerar maior rendimento econômico para o produtor.

Porém, para que isso seja possível, a aplicação do RLS deve atender as necessidades nutricionais das culturas a serem produzidas, possibilitando pleno desenvolvimento e incremento na produção.

Neste contexto, pode-se considerar a possibilidade do uso do RLS na atividade agrícola, junto à cultura do feijão-caupi, valorando o importante papel social e econômico que essa cultura representa na região nordeste. Pois é cultivado majoritariamente por agricultores familiares ou pequenos agricultores. Ela se caracteriza por uma produção com baixo nível tecnológico proporcionando o desafio de desenvolver métodos que possam contribuir para aumentar essa produção e por consequência aumentar a renda desses cultivadores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição nutricional e os componentes de produção quando submetido a diferentes doses de RLS.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Aspectos gerais da cultura e importância socioeconômica**

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conhecido popularmente como feijão catador, feijão-de-corda ou feijão de massacar, tem origem na África e é

considerada uma leguminosa granífera, pertencente à família Fabaceae (CRUZ et al., 2012).

Ele apresenta as seguintes características agronômicas: é uma planta herbácea, autógama, com ciclo anual e tem preferência a climas predominantemente mais quentes. Esta espécie apresenta variações no ciclo podendo atingir a maturidade aos 60 dias ou até aos 90 dias após a semeadura (FREIRE FILFO et al., 2005).

O feijão caupi tem uma grande importância socioeconômica, pois além de ser amplamente utilizado como alimento, ele ainda pode ser uma fonte geradora de renda através de sua venda. A sua produção está mais concentrada na região norte e nordeste, e é cultivado majoritariamente por agricultores familiares, que fazem o seu cultivo com baixo desenvolvimento tecnológico na produção (FREIRE FILFO et al., 2011).

Uma das variabilidades produtivas do feijão-caupi é a possibilidade de comercialização de “feijão-verde” que corresponde ao início da maturação das vagens. Essa fase acontece um pouco antes ou um pouco depois de as vagens pararem de acumular fotossintatos, assim iniciando o processo de desidratação natural.

Este estágio, a nível de campo, pode ser facilmente reconhecido, pois as vagens se apresentam bem entumecidas e sofrem uma leve alteração em sua tonalidade, que pode ser na cor verde ou na cor roxa. Nessa fase o feijão é colhido para o consumo ou comercialização na forma de vagens ou grãos debulhados (FREIRE FILHO et al., 2005).

A produção, comercialização e o consumo de feijão na forma de grãos verdes, representam um mercado promissor para o feijão-caupi, tornando-se uma boa opção de renda para os pequenos e médios agricultores (ROCHA et al., 2007).

Essa ascensão tornou a forma de comercialização do feijão-caupi em uma importante fonte de emprego e renda regional, além de apresentar grande potencial para a expansão do consumo e para o processamento industrial, visto que toda a comercialização é realizada na forma de vagem ou de grãos debulhados, sem nenhum processamento industrial (FREIRE FILHO et al., 2007).

## **2.2. Atividade Suinícola no Brasil**

A suinocultura brasileira atualmente se encontra com uma estrutura bem significativa no exterior. Pode-se perceber essa condição através de dados levantados no quarto trimestre de 2016, onde foi constatada uma produção acima de 900 mil

toneladas com um rebanho abatido de mais de 10 milhões de animais, acarretando, com isso, a conquista pelo Brasil da quarta posição na escala de produção e exportação no cenário mundial.

A produção brasileira de suínos está concentrada nas regiões sul e sudeste do país, destacando-se os estados de Santa Catarina e Minas Gerais com uma produção aproximada de 240 e 118 milhões de quilos, respectivamente. A região nordeste apresenta uma produção de 5.147.796,00 de quilos correspondendo a 0,8% da produção brasileira destacando-se os estados da Bahia e Ceará com uma produção de 270 e 233 mil toneladas respectivamente. O estado do Piauí, no mesmo período, teve 7.550 animais abatidos e 309 mil quilos de carne produzida (IBGE, 2017).

O resíduo líquido da suinocultura, até a década de 70, não representava um fator preocupante para o meio ambiente, pois a produção da atividade era relativamente pequena e o solo das propriedades produtoras tinha a capacidade para absorvê-lo como adubo orgânico. Com a produção intensiva, teve por consequência uma produção volumosa de resíduos, os quais são lançados diretamente ao solo, sem critérios e sem tratamento prévio, transformando-os em uma grande fonte poluidora dos mananciais de água (SERPA FILHO et al., 2013).

Com isso, a suinocultura passou a ser uma atividade agropecuária capaz de provocar grande impacto ambiental, despertando assim, a necessidade de saber a destinação correta dos dejetos e resíduos produzidos na atividade (RIZZONI et al., 2012).

Nesse contexto, surge o desafio de determinar o manejo adequado aos dejetos, em razão do risco de poluição das águas superficiais e subterrâneas, pois o descarte direto dos resíduos líquidos na natureza, sem manipulo apropriado, acarreta um desequilíbrio ecológico e acaba por desencadear uma poluição da água por nitratos, fósforo e outros elementos minerais ou orgânicos, além de poluir do ar através da emissão de amônia ( $\text{NH}_4$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxido de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e sulfeto de hidrogênio (KONZEN, 2000).

Uma das alternativas viáveis para minimizar o impacto ambiental provocado pelo resíduo líquido da suinocultura é o seu uso na atividade agrícola, pois é possível fornecer matéria orgânica, nutriente e água, possibilitando o incremento da produção agrícola, em especial ao nível de agricultura familiar, contribuindo para a fixação do homem no campo (MENESES et al., 2014).

### **2.3. Resíduo líquido da suinocultura na agricultura: uma alternativa viável**

A utilização de resíduos orgânicos como fertilizantes é uma alternativa racional e de grande importância em relação ao meio ambiente, à questão econômica, social e principalmente do ponto de vista agrônomo, pois ao utilizar resíduos orgânicos no sistema solo, tende-se a favorecer a infiltração e absorção de água, melhorando a capacidade de troca de cátions, assim resultando em maior disponibilidade de nutrientes (HIGASHIKAWA et al., 2010).

A aplicação dos resíduos da suinocultura vem se destacando como alternativa viável, pois pode ser utilizada na adubação de culturas produtoras de grãos, pastagens, reflorestamento e também para a recuperação de áreas degradadas (MENEZES et al., 2009).

Richetti (2011) relata que com uso de resíduos orgânicos na agricultura, como os resíduos líquidos de suínos, é altamente vantajoso, pois estes apresentam altos teores de nutrientes, com baixo custo, tornando-os economicamente viáveis, incrementando a fertilidade do solo e reduzindo o uso de fertilizantes minerais, os quais são responsáveis pela maior parte do custo de produção na agricultura.

Nos trabalhos como de Homem et al., (2016) e Gallo et al., (2015) foi analisada a utilização do RLS na agricultura. No primeiro trabalho os autores avaliaram o emprego do RLS no cultivo do capim braquiária *B. Decumbens cv. Basilisk*, e concluíram que a aplicação do resíduo como fonte de adubação é um método viável para aumentar a biomassa.

Já no segundo trabalho, os autores avaliaram a produtividade da cultura do feijão Phaseolos em sucessão a adubos verdes com a adição do resíduo líquido da suinocultura como um fator qualitativo. Com isso, concluiu-se que a aplicação do resíduo proporcionou um incremento no desenvolvimento das plantas, bem como na produtividade da cultura, mostrando que o RLS apresenta um elevado potencial como fertilizante agrícola.

#### 2.4. Exigência nutricional do feijão-caupi

A necessidade nutricional das plantas é um fator que deve ser considerado quando o objetivo é aumentar a produção de grãos (PINHO et al., 2009). A tabela 1 mostra a exigência nutricional do feijão-vigna de acordo com alguns autores.

Tabela 1. Exigência nutricional de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), molibdênio, manganês (Mn), boro (B) e zinco (Z) para cultura do feijão-vigna.

Fonte	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					

Dantas et. al., (1979)	19.7 <sup>1</sup>	1.4 <sup>1</sup>	32 <sup>1</sup>	53.8 <sup>1</sup>	6.6 <sup>1</sup>	-
Dantas et. al., (1979)	12.8 <sup>2</sup>	0.2 <sup>2</sup>	6.4 <sup>2</sup>	17.9 <sup>2</sup>	1.4 <sup>2</sup>	-
Malavolta et. al., (1997)	18 a 22 <sub>1</sub>	1.2 a 1.5 <sup>1</sup>	30 a 35 <sup>1</sup>	50 a 55 <sup>1</sup>	5.1 a 8.1 <sup>1</sup>	-
Parry et. al., (2008)	16 a 24 <sub>3</sub>	1.2 a 1.7 <sup>3</sup>	27.9 a 32.5 <sub>3</sub>	13.5 a 18.5	3.6 a 4 <sup>3</sup>	-
Cavalcanti et. al., (2008)	-	-	-	-	-	1.5 a 2 <sup>1</sup>
Fonte	Fe	Cu	Mo	Mn	B	Z
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
Dahiya et. al., (2013)	34 a 46 <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
Flyman et. al., (2008)	282 <sup>1</sup>	-	-	214 <sup>3</sup>	-	40 a 50 <sup>1</sup>
Accioly (1972)	137 <sup>3</sup>	-	2.2 <sup>3</sup>	44 <sup>2</sup>	-	-
Cavalcanti et. al., (2008)	-	5 a 7 <sup>1</sup>	-	400 a 425 <sub>1</sub>	-	-
Melo et. al., (2005)	817 <sup>1</sup>	6 <sup>1</sup>	0.24 <sup>1</sup>	418 <sup>1</sup>	-	43 <sup>1</sup>
Belane et. al., (2011)	-	-	-	-	13.7 a 26.9 <sub>3</sub>	-

<sup>1</sup> Teor foliar adequado, <sup>2</sup> teor foliar deficiente, <sup>3</sup> teor foliar observado.

## 2.4.1. Macronutrientes

### 2.4.1.1. Nitrogênio

O nitrogênio, entre os macronutrientes, é o que tem efeito mais rápido sobre o crescimento vegetal (MALAVOLTA, 2006). Fisiologicamente o nitrogênio é parte do componente da clorofila, aminoácidos, proteínas, nucleotídeos e outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua deficiência bloqueia a síntese de citocinina, o hormônio que é responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do tamanho e como consequência a redução da sua produção. Em excesso, esse nutriente também pode causar estresse nutricional afetando o processo metabólico dos vegetais (MARSCHNER, 2012).

A cultura do feijão-vigna, para seu pleno desenvolvimento, absorve uma quantidade superior a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (EMBRAPA, 2003), Oliveira et al., (2003), avaliando o efeito de doses e formas de aplicação de nitrogênio sobre o rendimento de vagens e de grãos verdes do feijão-vigna concluiu que o rendimento máximo estimado de vagens (11 Mg ha<sup>-1</sup>) e de grãos verdes (9,3 t Mg ha<sup>-1</sup>) foram obtidos, respectivamente, com aplicação de 62,61 e 56 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O teor de nitrogênio nas folhas do feijão-vigna, para o seu pleno desenvolvimento, varia de 18 a 22 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008), esse teor varia de acordo com o estágio fenológico da cultura. No estágio vegetativo o teor varia de 30,51 a 35,01 g kg<sup>-1</sup> e no estágio de enchimento das vagens o teor encontrado varia de 18,05 a 22,19 g kg<sup>-1</sup> (TAFFOUO et al., 2014).

#### **2.4.1.2. Fósforo**

O fósforo na planta tem funções de coordenar a respiração, a divisão celular, a formação das proteínas e do amido, também é componente da adenosina trifosfato (ATP) que representa a principal fonte energética das plantas. Essa energia é utilizada para o transporte de assimilados, armazenamento de energia, no aumento das células e na transferência de informações genéticas (MARSCHNER, 2012).

Depois do nitrogênio, o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento dos vegetais, notadamente devido ao suprimento insuficiente e a elevada capacidade de fixação no solo (ARAÚJO et al., 2012). A fonte natural de fósforo no solo é a matéria orgânica, ou outro resíduo orgânico que possa ser adicionado no solo (MALAVOLTA, 2006). Entre os macros nutrientes, o fósforo é o elemento extraído em menor quantidade e o que mais limita a produção de feijão-vigna (EMBRAPA, 2003).

O teor foliar adequado de fósforo, para o pleno desenvolvimento do feijão-vigna, é de 1,2 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997). Porém, Taffouo et al., (2014) observaram que o teor foliar de fósforo na planta oscilou de acordo com a fase do desenvolvimento do feijão-vigna, entre 0,87 a 0,93 g kg<sup>-1</sup> no estágio vegetativo e 0,65 a 0,83 g kg<sup>-1</sup> no estágio de enchimento das vagens.

#### **2.4.1.3. Potássio**

O potássio é um macronutriente requerido em grandes quantidades para o crescimento normal e desenvolvimento em geral das plantas (MALAVOLTA, 2006). Contribui para a manutenção do potencial osmótico e no balanço iônico (EPSTEIN, 2006) e participa de vários processos importantes como a fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, nas atividades enzimáticas, na absorção de água e na síntese de proteína (MARSCHNER, 2012). O seu excesso causa a inibição na absorção de vários nutrientes, principalmente na absorção do Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> (FAGERIA, 2001) contribuindo para deficiência destes elementos.

O teor de potássio considerado adequado para a cultura do feijão-vigna está entre 30 a 35 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008) e a sua exigência varia de acordo com o objetivo de produção e fase de desenvolvimento (Oliveira et al. 2009) observaram

em seu estudo que as doses de 210 e 151 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foram responsáveis pelas produtividades máximas de 4,18 t ha<sup>-1</sup> de vagens e 3,48 t ha<sup>-1</sup> de grãos verdes, respectivamente.

#### **2.4.1.4. Cálcio**

O cálcio é um macronutriente de grande importância para a planta e está diretamente ligado ao desenvolvimento do sistema radicular, sendo um nutriente necessário na translocação e armazenamento de proteínas e carboidrato. Ele também atua na estabilização da parede celular e das membranas da célula vegetal (MARSCHNER, 2012). Sua deficiência na planta se manifesta inicialmente nas folhas mais novas, provocando desequilíbrio no seu metabolismo (TAIZ; ZEIGER, 2013), fazendo-as apresentar sintomas característicos como folhas quebradiças, encurvadas e com reduzido crescimento do sistema radicular e do caule. As principais fontes de cálcio para as plantas são os calcários utilizados como corretivos de acidez no solo (MALAVOLTA, 2006).

O teor foliar de cálcio nas plantas varia de 1 a mais de 50 g kg<sup>-1</sup>, dependendo da espécie vegetal (MARSCHNER, 2012). No feijão-vigna o teor adequado de cálcio nas folhas varia de 50 a 55 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008). O teor de cálcio também varia de acordo com a idade da planta observando o feijão-vigna Flyman, (2008) encontraram valores da ordem de 3,7 g kg<sup>-1</sup> aos 21 dias de idade, 23,6 g kg<sup>-1</sup> aos 35 dias de idade, 14,2 g kg<sup>-1</sup> aos 50 dias de idade e 11,9 g kg<sup>-1</sup> aos 64 dias de idade.

#### **2.4.1.5. Magnésio**

O magnésio é um componente importante na clorofila (EPSTEIN et al., 2006), bem como no metabolismo do fósforo, na atividade enzimática da fotossíntese e na respiração das plantas (MARSCHNER, 2012). Sua deficiência tem por característica provocar uma clorose internerval nas folhas mais velhas, deixando o limbo foliar recurvado para baixo (MALAVOLTA, 2006). O teor foliar adequado de magnésio na cultura do feijão-vigna varia na faixa de 5,1 a 8,1 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA, 1997).

#### **2.4.1.6. Enxofre**

O enxofre na planta é exigido para a formação de aminoácidos e proteínas, para a fotossíntese (EPSTEIN et al., 2006). Sua deficiência é caracterizada pela formação de manchas irregulares distribuídas no limbo foliar, principalmente nas folhas mais jovens (MALAVOLTA, 2006). A recomendação de enxofre para o feijão-vigna é de 10 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2003) e o teor foliar considerado adequado pra bom desenvolvimento do feijão-vigna varia de 1,5 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008).

## **2.4.2. Micronutrientes**

### **2.4.2.1. Ferro**

O ferro é importante para as plantas, pois sua deficiência pode provocar a produção de folhas total ou parcialmente cloróticas, ocorrendo inicialmente nas folhas mais novas devido a sua baixa mobilidade (MALAVOLTA, 2006). O teor foliar de ferro adequado para o desenvolvimento do feijão-vigna, varia entre 700 a 900 mg kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008), entretanto Dahiya et al., (2013) observou um teor de ferro variando entre 34 e 46 mg kg<sup>-1</sup> em folhas de *Vigna radiata*.

### **2.4.2.2. Cobre**

A deficiência deste micronutriente na planta é caracterizada pelo amarelamento da folha, deixando as extremidades esbranquiçadas (MALAVOLTA, 2006). Melo et al., (2005) considera os teores de 6 e 5 mg kg<sup>-1</sup> como adequados e deficientes para o feijão-vigna.

### **2.4.2.3. Manganês**

Tanto o ferro como o manganês favorecem a formação de clorofila, embora sejam partes constituintes dessa estrutura (MARSCHNER, 2012). Sua deficiência é caracterizada por provocar clorose entre as nervuras e nas margens das folhas (MALAVOLTA, 2006). O teor foliar de manganês considerado adequado para o feijão-vigna é de 418 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto o teor foliar de 24 mg kg<sup>-1</sup> caracteriza deficiência na absorção do nutriente (MELO et al., 2005).

### **2.4.2.4. Boro**

O boro desenvolve na planta diversos processos fundamentais, dentre os quais se destacam a participação na biossíntese dos constituintes da parede celular (MARSCHNER, 2012). Cavalcanti et al., (2008) relatam que o teor de boro presente nas folhas do feijão-vigna varia de 150 a 200 mg kg<sup>-1</sup>. Já os teores críticos considerados adequados e deficientes são respectivamente 202 e 44 mg kg<sup>-1</sup> (MELO et al., 2005). Por outro lado, no feijão-comum *Phaseolus Vulgaris*, os níveis críticos situam-se entre 44,2 a 62 mg kg<sup>-1</sup> e os níveis superiores encontram-se entre 143,6 a 199,1 mg kg<sup>-1</sup> (MARIANO et al., 2000).

### **2.4.2.5. Zinco**

A absorção do zinco é prejudicada pelo excesso de cobre e ferro. O zinco atua na planta como um ativador enzimático (MALAVOLTA, 2006). Na cultura do feijão-vigna o teor foliar de zinco considerado adequado para o pleno desenvolvimento é de

43 mg kg<sup>-1</sup> e sua deficiência é caracterizada pelo teor de 24 mg kg<sup>-1</sup> (MELO et al., 2005).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), pertencente à Universidade Federal do Piauí em Teresina, Piauí, durante o período de março a maio de 2016. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas, latitude - 05°2'35,78" S, longitude - 42°46'56,01" O e altitude 74 m.

Na área experimental foi instalado um experimento de pesquisa no primeiro e segundo semestre de 2015, observando a produção de milho da cultivar AG 1051 quando submetido a adubação de resíduos líquido da suinocultura. Após a conclusão do experimento foram realizadas as análises químicas do solo para implantação do experimento.

As médias dos parâmetros climáticos no período do experimento foram obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), temperatura e umidade, apresentaram os valores máximos e mínimos de 27,85 °C, 26,85 °C, 82,36% e 76,68% respectivamente. A média referente ao saldo de radiação foi de 11,54 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, a precipitação pluviométrica total observada durante o período do experimento foi de 293,20 mm.

#### 3.2. Caracterização do solo da área experimental

Para a caracterização dos atributos químicos do solo coletou-se 10 amostras simples e deformadas, nas profundidades de 0,0 – 0,20 m. Após a coleta foi construída uma amostra composta para a realização das análises químicas. Para os atributos físicos do solo foram coletadas amostras indeformadas nas referidas profundidades com o uso de anéis volumétricos de 97,67 cm<sup>3</sup> (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização química e física do solo da área experimental antes da instalação do experimento, Teresina-PI, 2016.

Atributos químicos	Profundidade (m)
	0,0 - 0,20
Potencial hidrogeniônico	6,49
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,76
Potássio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,24
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	22,16
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,27

Sódio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,06
H+ Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,02
Matéria orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	4,91
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,32
Saturação por base (%)	76,22
<b>Atributos físicos</b>	
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	840
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	90
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	70
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,56

CTC – capacidade de troca de cátions. H+Al – Acidez potencial.

### 3.3. Composição química do resíduo líquido da suinocultura

O resíduo da suinocultura aplicado foi coletado em uma unidade de produção comercial de suínos, onde os animais encontravam-se em fase de engorda (70 e 120 dias de idade), sendo a dieta balanceada conforme a necessidade dos animais em cada fase de desenvolvimento. A ração fornecida era composta de 30,0 kg de farelo de soja, 66,0 kg de farelo de milho e 4,0 kg de Premix® para cada 100 kg da ração. A caracterização RLS encontra-se na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização do resíduo líquido suíno aplicado

Composição química do RLS									
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn
-----g dm <sup>-3</sup> -----									
2,04	1,14	1,20	0,56	0,21	0,16	0,01	0,01	0,05	0,01
Ph	D (g mL <sup>-1</sup> )		U %	C.O %	C/N	M.O %	CE (mS cm <sup>-1</sup> )		
5,38	1,02		98,00	7,20	3,70	1,30	10,78		

Nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potássio (K<sub>2</sub>O), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), pH (H<sub>2</sub>O) relação 1:2,5, densidade (D), umidade (U), carbono orgânico (C.O), relação C/N, matéria orgânica (M.O), condutividade elétrica (CE).

### 3.4. Preparo da área, aplicação do resíduo e plantio

A cultivar de feijão-caupi utilizada foi BRS-Tumucumaque, selecionada por apresentar características adaptadas às condições edafoclimáticas da região e por apresentar um bom desempenho referente a produção de grãos verdes (Embrapa ANO)

O preparo da área teve início com a limpeza manual e após a conclusão, realizou-se a aberturas dos sulcos que apresentavam as seguintes dimensões 0,20 x 3,0 x 0,15 m. Aplicou-se o RLS uniformemente ao longo dos sulcos, de acordo com o volume pré-estabelecidos, com base a recomendação de adubação para a cultura de

feijão-caupi nos tratamentos e depois os mesmos foram fechados e preparados para o plantio. As parcelas experimentais foram constituídas por três fileiras duplas de plantas, espaçadas a 0,55 m entre as fileiras duplas, 0,25 m entre as fileiras simples e 0,12 m entre plantas, sendo considerada a fileira dupla central como parcela útil desconsiderando as 4 plantas da extremidade, totalizando uma área útil de 0,62 m<sup>2</sup>.

O plantio foi realizado, com auxílio de um gabarito de aço galvanizado, o qual foi utilizado na abertura das covas, depois de abertas as covas foram semeadas (Figura 1).



Figura 1. Abertura das covas (A); plantio (B), Teresina – PI, 2016.

### 3.5. Irrigação e manejo da irrigação

O método da irrigação adotado foi aspersão convencional com aspersores espaçados em 12 x 12 unidade com intensidade de aplicação de aproximadamente 4,0 mm h<sup>-1</sup> e eficiência de aplicação de 75%. O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa de evapotranspiração diária de referência (ET<sub>o</sub>) utilizando-se a equação de Penman-Monteith. Os dados meteorológicos foram coletados diariamente no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

### 3.6. Colheita

Foi realizada uma colheita, aos 57 dias após a semeadura, quando 80% das vagens apresentavam-se no início do processo de maturação, que é marcada pela alteração da coloração (FREIRE FILHO et al., 2005). Foram colhidas as vagens de 10 plantas dentro da parcela útil.

### 3.7. Variáveis analisadas

#### i) Número de vagem por planta (NVP)

Foi determinada a média do número de vagens colhidas em 10 plantas selecionadas aleatoriamente na parcela útil.

#### ii) Índice de grão por vagem (IGV)

Após a contagem das vagens colhidas em 10 plantas na parcela útil, foram selecionadas aleatoriamente 15 vagens que foram debulhadas e realizadas a relação entre os grãos e as 15 vagens.

**iii) Massa de vagem por planta (MVP)**

Média da massa das vagens colhidas em dez plantas, determinada com auxílio de uma balança de precisão.

**iv) Massa de grão por planta (MGP)**

Média da massa dos grãos das vagens colhidas em 10 plantas, auferida com auxílio de uma balança de precisão.

**v) Produtividade de vagens verdes (PV)**

É a relação entre a produção de vagens e a área ocupada pela planta, corrigida para um hectare.

**vi) Produtividade de grãos verdes (PG)**

É a relação entre a produção de grãos e a área ocupada pela planta, corrigida para um hectare.

**vii) Área foliar (AF)**

Foram coletadas seis plantas aleatoriamente da parcela útil, após a coleta foram retiradas todas as folhas e com auxílio de um integrador de área foliar foram determinadas a área foliar.

**viii) Taxa de crescimento absoluto (TCA)**

A taxa de crescimento absoluto e a taxa de crescimento relativo foram determinados pela metodologia proposta por Benincasa (2003).

$$TCA = \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

$\Delta A$  – Variação da altura de planta

$\Delta T$  – Intervalo em dias entre as medidas.

**ix) Taxa de crescimento relativo (TCR)**

$$TCR = \frac{(LN A2 - LN A1)}{\Delta T}$$

LN – Logaritmo neperiano.

A2 e A1 – medidas de altura de planta

$\Delta T$  – Intervalo em dias entre as medidas.

**x) Análise nutricional**

A determinação dos teores foliares dos nutrientes foi realizada através de uma análise nutricional feita pelo laboratório 3R lab, situado na cidade de Lavras no estado de Minas Gerais. Foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), boro (B), manganês (Mn) e zinco (Z).

### 3.8. Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com aplicação de cinco doses de resíduo líquido da suinocultura (RLS) (0, 25, 50, 75, 100  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ), mais duas testemunhas com adubação convencional, com quatro repetições. Os volumes referentes as doses foram determinadas de acordo com a recomendação técnica para adubação do feijão-caupi. A tabela 4 mostra as referentes quantidades de nitrogênio (N), fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) para cada dose de RLS.

Tabela 4. Quantidade de NPK em cada dose de RLS.

Nutriente		Dose de RLS ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )			
		25	50	75	100
N	$\text{kg ha}^{-1}$	51	102	153	204
$\text{P}_2\text{O}_5$		28.5	57	85.5	114
$\text{K}_2\text{O}$		30	60	90	120

Nitrogênio (N), fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste “F” ao nível de 5% de probabilidade. Para as diferenças significativas entre os fatores qualitativos procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, e para os fatores quantitativos, análise de regressão polinomial, testando-se os modelos de regressão linear e quadrático para verificar o efeito dos tratamentos utilizados.

As equações de regressão foram escolhidas, em função da significância dos coeficientes de regressão, ao nível de 5% de probabilidade e no maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011) e os gráficos confeccionados no software Sigma Plot versão 11.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Componentes de produção

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 05), com exceção do comprimento de vagem, massa de cem grãos e taxa de crescimento as demais variáveis apresentaram efeito significativo à aplicação de diferentes doses de RLS.

Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANAVA) para comprimento de vagem (CmV), número de vagens por planta (NVP), índice de grão por vagem (IGV), massa de cem grãos (M100), massa de vagem por planta (MVP), massa de grão por planta (MGP), produtividade de vagens. Teresina-PI, 2016.

Fonte de variação	CmV (cm)	NVP	IGV	M100 (g)	MVP (g)	MGP (g)
	Valores do teste F					
Dose	0.2197 <sup>ns</sup>	0.0201*	0.0003**	0.5176 <sup>ns</sup>	0.044*	0.0481*
Bloco	0.5348 <sup>ns</sup>	0.0101*	0.0322*	0.3397**	0.120*	0.1591*
Média geral	19.65*	3.64	12.44	40.29	22.37	12.74
CV (%)	4.83	13.3	4.89	7.55	24.11	23.34

Fonte de variação	PV	PG	AF	TCA	TCR
	Valores do teste F				
Dose	0.0443*	0.0479*	0.0007**	0.0107*	0.848 <sup>ns</sup>
Bloco	0.1218*	0.1582*	0.1977**	0.3817*	0.588 <sup>ns</sup>
Média geral	7.16	4.07	0.66	0.87	0.04
CV (%)	24.13	23.34	9.96	13.55	7.76

CV – Coeficiente de variação; (cm) – centímetro; (g) – grama; ns – não significativo; \*\* - significativo a 0,01; \* - significativo a 0,05 de probabilidade.

Para o número de vagens por planta (Figura 02 A), observa-se uma resposta de regressão linear em função de doses de RLS, com o valor máximo estimado de 4,05 vagens por planta correspondente a dose de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, resultando um incremento de 25% em relação a ausência da aplicação do RLS que apresentou uma média estimada de 3,225 vagens por planta.

Esses valores corroboram com os encontrados por Gallo et al., 2015, que avaliando a produtividade da cultura do feijoeiro em sucessão a adubos verdes com adição de RLS, obtiveram uma média de 4,6 vagens por planta com adição de 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e para a ausência do resíduo os dados apresentaram uma média de 4,1 vagens por planta. Observa-se que os autores trabalharam a aplicação do RLS como fator qualitativo, e as médias um pouco mais elevadas podem ter ocorrido em função das adubações verdes.

Zucareli et al., (2011) constataram que o número de vagem por planta é influenciado por doses crescentes de P. e Coutinho et al., (2014) avaliaram doses de fósforo na cultura do feijão-caupi e observaram que o número de vagens por planta apresenta uma resposta linear à medida que aumenta as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtendo um número de vagem de 8,1 vagens por planta com uma dose de 114 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que equivale a maior dose aplicada de RLS.

Observa-se que os autores trabalharam com adubação mineral, a qual apresenta uma eficiência diferente da adubação orgânica. A mineralização de

nutrientes dos fertilizantes orgânicos, como nitrogênio (N) e fósforo (P), no solo, depende, principalmente da relação carbono/nitrogênio (C/N). Compostos com a relação (C/N) inferior a 25 liberam a maior parte P no primeiro ano de aplicação (PEREIRA et al., 2015). Provavelmente a cultura não absorveu todo o N e P, devido ao fato do ciclo curto de 55 dias.

Já o índice de grão por vagem apresentou um efeito significativo aos diferentes volumes de RLS aplicados ao solo. A dose de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> promoveu o maior índice (13,57) (Figura 02 B). A ausência de aplicação do RLS no solo apresentou um índice 16,65% inferior a maior dose de RLS, mostrando que, mesmo o índice de grãos por vagem sendo um parâmetro relacionado ao genótipo (DIODONET et al., 2005), esta característica é fortemente influenciada pelo estado fisiológico (ARF et al., 2011).

Coutinho et al. (2014) avaliando diferentes doses de fósforo na cultura do feijão-caupi observaram que o índice de grãos por vagem apresenta uma resposta significativa quanto às doses de fósforo, obtendo um IGV máximo de 12,87 grãos por vagem, para uma dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A tabela 6 mostra que a dose de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> apresenta um total de 114 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtendo um índice 5,15 % superior. Trabalhando em sistema convencional Arf et al., (2011) verificaram um índice de 4,13 grãos por vagem na produção do feijão Phaseolos cultivar Pérola. Pereira et al., (2015) trabalhando em sistema orgânico obtiveram um IGV de 2,43.

As massas de vagens e grãos por plantas apresentaram um efeito significativo às diferentes doses de RLS. A equação de regressão mostra que as menores massas observadas foram 18,06 e 10,53 g. respectivamente, obtidas na ausência da aplicação do resíduo e à medida que se eleva os volumes das doses de RLS, os mesmos provocam um incremento nas massas. No presente trabalho a maior dose de RLS obteve o valor médio estimado de 26,68 g para a massa de vagem por planta e 14,19 g para a massa de grão por planta (Figura 02 C e D).

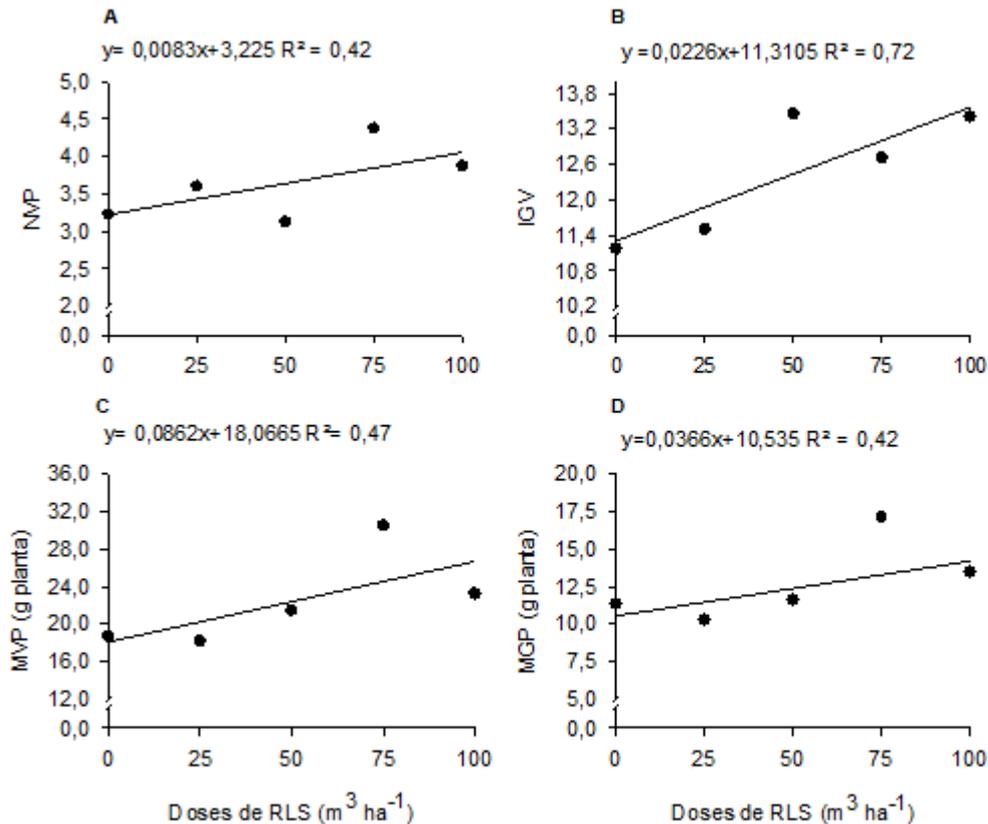


Figura 2. Número de vagens por planta (A), índice de grãos por vagens (B), massa de vagens por planta (C) e massa de grãos por planta (D). Teresina-PI, 2016.

A aplicação de RLS para a cultura do feijoeiro contribuiu significativamente para o incremento da produtividade do feijão-caupi, cv. BRS Tumucumaque (Figura 04). Desta forma, é possível recomendar a diminuição do uso de fertilizantes minerais, os quais são responsáveis pela maior parte do custo de produção na agricultura. A menor produtividade foi obtida na ausência de aplicação do RLS, com produtividade de vagens de  $5,78 \text{ Mg ha}^{-1}$  e  $3,36 \text{ Mg ha}^{-1}$  para a produtividade de grãos-verdes. Com o acréscimo do volume das doses de RLS ocorreu um incremento nas produtividades de vagens e grãos-verdes que apresentaram valores máximos de  $8,53$  e  $4,77 \text{ Mg ha}^{-1}$  na dose de  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de RLS.

Este resultado pode ser associado à elevação dos teores nutricionais, à medida que vai aumentando o volume das doses aplicadas, principalmente com relação ao teor de nitrogênio presente no resíduo, o qual é o macronutriente mais requerido pela cultura (GALLO et al., 2015).

De acordo com Scherer et al., (2007) o resíduo líquido da suinocultura apresenta de 40 a 70%, do nitrogênio na forma amoniacal ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ ), prontamente

disponível para as culturas. Oliveira et al., (2003) avaliando o rendimento de vagens e grãos verdes do feijão-caupi, concluíram que o rendimento máximo estimado de vagens de  $11 \text{ Mg ha}^{-1}$  foi obtido com uma aplicação de  $62,61 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, já a produtividade de grãos verdes foi de  $9,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  obtido com  $56 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio.

Os autores ainda relatam que o rendimento máximo se deve não somente ao suprimento de nutrientes, mas também a redução na sua perda. A inferioridade da produtividade de vagens e grãos verdes obtidas neste trabalho, quando comparadas aos resultados encontrados por Oliveira et al., (2003) pode ser explicada pela deficiência de absorção da totalidade do N presente no RLS, pois a liberação da maior parte do nitrogênio ocorre no primeiro ano (PEREIRA et al., 2015). Como a produção de feijão-caupi com objetivo de vagens e grãos verdes, apresenta um ciclo relativamente curto, a cultura pode não ter absorvido todo N aplicado na dose máxima.

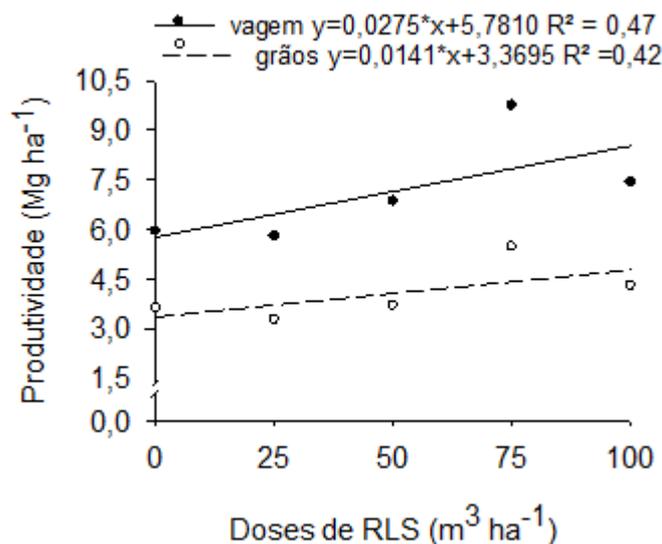


Figura 3. Produtividade de vagens e grãos verdes. Teresina – PI, 2016.

A área foliar e a taxa de crescimento absoluto apresentaram uma diferença significativa à medida que foram aumentadas as doses de RLS. Esta resposta é caracterizada por uma regressão quadrática. O valor máximo de área foliar foi de  $0,74 \text{ m}^2$  obtido com a dose de  $66,67 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Já a taxa de crescimento absoluto apresentou o valor máximo foi de  $0,97 \text{ cm dia}^{-1}$ , obtido com a dose de  $56,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Figura 4 A e B).

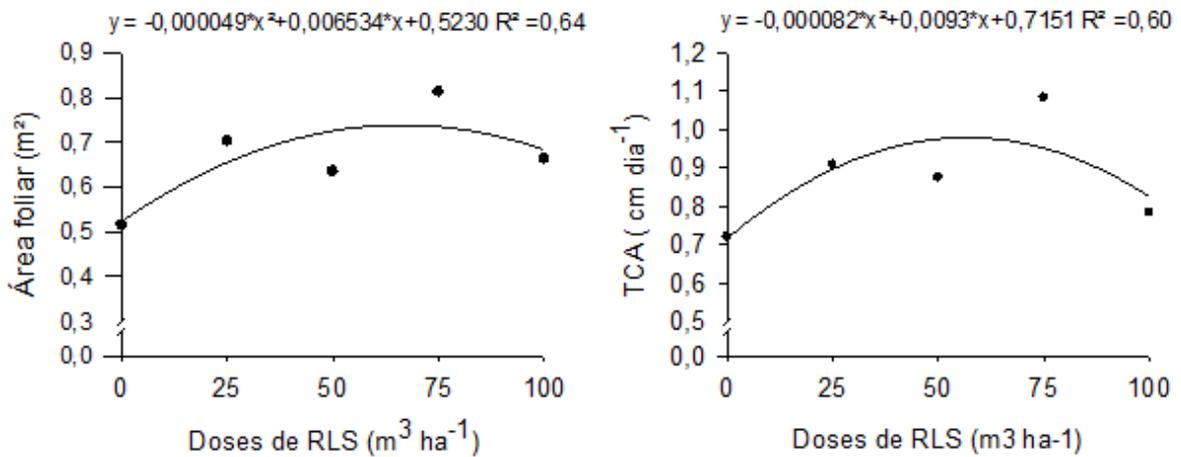


Figura 4. Área foliar (A) e taxa de crescimento absoluto (B), Teresina-PI, 2016

Na figura 5 demonstra-se a relação da produção relativa entre a maior dose de RLS e adubação convencional. A produtividade de grãos obtida com a aplicação do RLS foi 17% inferior àquela obtida pela utilização da adubação mineral NPK (1) e 4,6% inferior à adubação mineral NPK (2). Para a produtividade de vagens a aplicação de RLS apresentou uma inferioridade de 4,1% com relação à adubação mineral NPK (1) e 6,2% com NPK (2). Mostrando que a aplicação de RLS pode ser viável na substituição da adubação mineral, mesmos resultados foram observados por GALLO et al., (2015), que observaram um incremento na produtividade de grãos do feijoeiro com aplicação de RLS.

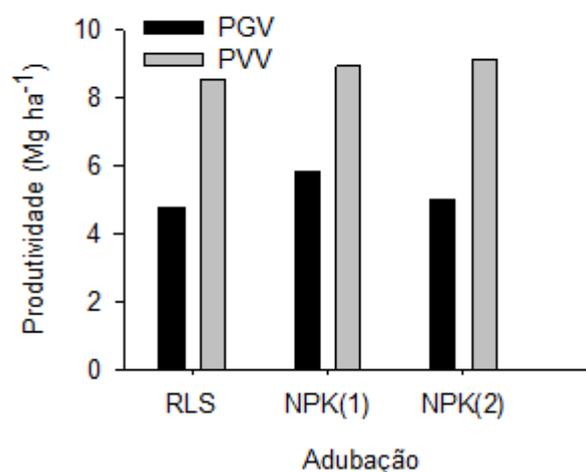


Figura 5. Produtividade de vagens e grãos verdes com aplicação de RLS e adubação mineral. Teresina – PI, 2016

#### 4.2. Correlação das variáveis

Na tabela 6 são apresentadas as estimativas da correlação das variáveis: número de vagens por planta, índice de grãos por vagem, área foliar, produtividade de vagens verdes, produtividade de grãos verdes, massa de vagem por planta, massa de grão por planta e taxa de crescimento absoluto.

Tabela 6. Correlação estatística para número de vagens por planta (NVP), índice de grão por vagem (IGV), área foliar (AF), produtividade de vagens e grãos (PV e PG), massa de vagem por planta (MVP), massa de grão por planta (MGP), taxa de crescimento absoluto (TCA). Teresina – PI, 2016.

	NVP	IGV	AF	PV	PG	MVP	MGP	TCA
NVP		0.07	0.29* <sup>3</sup>	0.80* <sup>1</sup>	0.83* <sup>1</sup>	0.80* <sup>1</sup>	0.82* <sup>1</sup>	0.15*
IGV			0.31* <sup>3</sup>	0.24 <sup>3</sup>	0.23 <sup>3</sup>	0.24* <sup>3</sup>	0.23 <sup>3</sup>	0.24* <sup>3</sup>
AF				0.23 <sup>3</sup>	0.19 <sup>3</sup>	0.19 <sup>3</sup>	0.19 <sup>3</sup>	0.64* <sup>1</sup>
PV					0.96* <sup>1</sup>	1.00* <sup>1</sup>	0.96* <sup>1</sup>	0.42* <sup>2</sup>
PG						0.96* <sup>1</sup>	1.00* <sup>1</sup>	0.29* <sup>3</sup>
MVP							0.96* <sup>1</sup>	0.42* <sup>2</sup>
MGP								0.29* <sup>3</sup>
TCA								

\*Significativo no teste t, <sup>1</sup> correlação forte; <sup>2</sup> correlação moderada; <sup>3</sup> correlação fraca..

A variável número de vagens por planta apresentou uma independência estatística com a variável índice de grãos por vagem e a taxa de crescimento absoluto com uma correlação estatística próximo a zero. Com a variável área foliar, o número de vagens por planta apresentou uma correlação positiva, mas com uma dependência fraca, indicando que o crescimento do número de vagem não influencia intensamente no aumento da variável área foliar.

Com as produtividades de vagem e grão, massa de vagem e grãos por planta a variável número de vagens por planta apresentou uma correlação positiva com uma forte intensidade, indicando que o aumento de uma interfere diretamente no crescimento da outra. Mesmo resultado foi observado por (Silva et al. 2014). Stoilova e Pereira, (2013), avaliando genótipos de feijão-caupi por meio de descritores morfológicos, concluíram que o NVP é um dos componentes de produção mais importante.

O índice de grãos por vagem não apresentou uma correlação significativa com as variáveis avaliadas, mas apresentou uma correlação positiva de intensidade fraca indicando que a variável interfere positivamente nas demais variáveis.

A área foliar teve uma correlação estatística significativa forte com a variável taxa de crescimento absoluto, indicando que as alterações de incremento ou decréscimo, afetam diretamente ambas as variáveis. A área foliar também apresentou

uma correlação estatística, mas com uma intensidade fraca com a variável produtividade de vagens e grãos.

As produtividades de vagens e grão estão fortemente correlacionadas com as variáveis: número de vagens por planta, massa de vagens e grãos por planta indicando que o aumento do NVP, MVP e MGP aumenta fortemente a produtividade da cultura. Já com a área foliar e a taxa de crescimento absoluto a correlação com as produtividades apresentou uma dependência fraca, mas apresentam uma correlação positiva, mostrando que ao aumenta a área foliar e a taxa de crescimento absoluto podem influenciar nas produções de vagens e 26 grãos.

As variáveis massa de vagem e grão por planta apresentaram uma correlação positiva perfeita com as variáveis produtividade de vagens e de grãos, indicando uma dependência entre as variáveis.

Já a taxa de crescimento absoluto só apresentou uma correlação significativa com a área foliar. Com a produtividade de vagem e a massa de vagem por planta apresentou uma correlação positiva moderada e uma correlação positiva fraca com as variáveis massa de grão por planta, produtividade de grãos e índice de grãos por vagem.

#### 4.3. Análise nutricional

Os teores de N, P, K, Ca e MG não apresentaram efeitos significativos para a a variação das doses de RLS aplicadas no experimento, somente o teor de S teve efeito significativo para as diferentes doses de RLS (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para o efeito da aplicação de RLS em relação aos teores de N, P, K, Ca, e Mg no tecido foliar do feijão-caupi. Teresina-PI, 2016.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				
Valores do teste F					
Dose	0.135 <sup>ns</sup>	0.838 <sup>ns</sup>	0.405 <sup>ns</sup>	0.680 <sup>ns</sup>	0.456 <sup>ns</sup>
Bloco	0.705 <sup>ns</sup>	0.597 <sup>ns</sup>	0.788 <sup>ns</sup>	0.114 <sup>ns</sup>	0.785 <sup>ns</sup>
Média geral	32.51	1.06	44.52	18.83	1.75
CV (%)	9.4	26.74	7.47	7.31	35,94

CV – Coeficiente de variação; ns – não significativo; \*\* - significativo a 0,01; \* - significativo a 0,05 de probabilidade.

Não houve diferença significativa para o teor de nitrogênio encontrados na folha de feijão-caupi quando adubado com RLS. O mesmo resultado foi observado por Magalhaes et al., (2017) que avaliaram a exportação de nutrientes em feijão-vagem

adubado com esterco de galinha. Os autores observaram um efeito não significativo para os teores de N. O que possivelmente pode ter ocorrido, porque não houve uma liberação do N presente, tanto no RLS quanto no esterco de galinha, pois a mineralização do nitrogênio em fertilizantes orgânicos depende intrinsecamente da relação C/N. O RLS e o esterco de galinha apresentam uma relação C/N de 3,7 e 8,28, respectivamente, ou seja, por apresentarem relação C/N inferior a 25, liberam a maior parte do N no primeiro ano de aplicação (PEREIRA et al., 2015).

O teor de nitrogênio encontrado por Magalhaes et al., (2017) foi de 44,7 g kg<sup>-1</sup>, enquanto Taffouo et al. (2014), encontraram teores foliares de nitrogênio no feijão-vigna variando de acordo com o estágio vegetativo, 30,51 a 35,01 g kg<sup>-1</sup> no estágio vegetativo e de 18,05 a 22,19 g kg<sup>-1</sup> no estágio de enchimentos das vagens, estágio que antecede a colheita do feijão para grãos verdes (FREIRE FILHO et al., 2005). Cavalcanti et al., (2008) constataram que o teor de nitrogênio adequado para o bom desenvolvimento do feijão-vigna varia de 18 a 22 g kg<sup>-1</sup>, logo, observa-se que, nesta pesquisa a aplicação do RLS apresentou teor de nitrogênio no tecido vegetal dentro do recomendado.

O teor foliar de fósforo também não apresentou um efeito significativo, podendo ser enquadrado pelo mesmo motivo do nitrogênio, visto que Pereira et al., (2015), classifica a mineralização do fósforo como um fator dependente a relação C/N. Taffouo et al, (2014) observaram que o teor foliar de P em feijão-vigna oscilou de acordo com o estágio vegetativo da planta, ficando dentro do intervalo de 0,87 a 1,37 g kg<sup>-1</sup>.

O teor foliar de potássio não teve uma influência significativa com a variação das doses de RLS aplicadas no feijão caupi, apresentando uma média de 44,52 g kg<sup>-1</sup>. Valor 14% superior as exigências de potássio para um bom desenvolvimento, as quais se encontram entre 30 e 35 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008). O valor observado foi elevado quando comparado ao encontrado em Dahiya et al., (2013), em que o teor foliar de potássio aos 50 dias de idade da cultura foi de 20 g kg<sup>-1</sup>. Magalhaes et al. (2017) observaram um teor de 17,5 g kg<sup>-1</sup>.

Sabe-se que o excesso de potássio pode causar a inibição de boro, zinco e manganês, induzindo, ou ao menos, podendo contribuir para deficiência destes elementos. Sua alta concentração também se torna em uma ação antagonista sobre a absorção de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>, provocando uma diminuição da absorção, devido a competição decorrente das funções fisiológicas destes cátions (FAGERIA, 2001).

O teor foliar de cálcio obtido com a aplicação de diferentes doses de RLS não apresentou uma diferença significativa e a média obtida foi de 18,83 g kg<sup>-1</sup>. Flyman 22 e Afolayan (2008) observaram que os teores de cálcio em feijão-vigna variam de acordo com a idade da planta. De acordo com Dahiya et al. (2013) aos 50 dias o teor de cálcio foi de 14,2 g kg<sup>-1</sup> e os teores adequados de cálcio nas folhas do feijão-caupi variam de 4 a 40 g kg<sup>-1</sup> (FERNANDES, 2006).

Para o macronutriente magnésio as doses de RLS não influenciaram significativamente o teor foliar do nutriente, obtendo uma média de 1,75 g kg<sup>-1</sup>. Na maioria das culturas a exigência de magnésio é da ordem de 1,5 a 3,5 g kg<sup>-1</sup> (MARSCHNER, 2012). Na cultura do feijão-vigna, a exigência de magnésio está na faixa de 5 a 8 g kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008). O baixo teor de magnésio observado nesta pesquisa pode ser atribuído ao alto teor de potássio encontrado, pois o excesso de K provoca inibição da absorção de Mg (FAGERIA, 2001).

Os teores dos micronutrientes boro, cobre, ferro, molibdênio e zinco não apresentaram efeitos significativos a aplicação de RLS na cultura de feijão-caupi. Na tabela 8 encontra-se os valores médios do micronutrientes observados no tecido foliar do feijão-caupi quando adubado com RLS.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para o efeito da aplicação de RLS em relação aos teores de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mn) zinco no tecido foliar do feijão-caupi. Teresina-PI, 2016.

Fonte de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
Valores do teste F					
Dose	0.45 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>ns</sup>	0.368 <sup>ns</sup>	0.400 <sup>ns</sup>	0.749 <sup>ns</sup>
Bloco	0.79 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	0.415 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>ns</sup>
Média geral	17.22	5.10	37.91	49.09	8.04
CV (%)	21.24	19.25	26.91	35.59	33.17

CV – Coeficiente de variação; ns – não significativo; \*\* - significativo a 0,01; \* - significativo a 0,05 de probabilidade.

Os valores de boro não apresentaram uma diferença estatística, com a aplicação de RLS aplicado, observando-se uma média de 17,22 mg kg<sup>-1</sup>, um teor considerado deficiente por Melo et al., (2005). O mesmo autor considera o teor adequado de boro nas folhas do feijão-vigna de 202 mg kg<sup>-1</sup>. Belane (2011), trabalhando com feijão-vigna, observaram que o teor de boro nas folhas varia de 18,3 a 27,9 mg kg<sup>-1</sup>. O valor deficiente de boro observado com a aplicação do RLS, pode ter ocorrido por causa do elevado teor de potássio, já que o excesso deste elemento pode provocar inibição da absorção de boro (FAGERIA, 2001).

Para o teor de cobre, a aplicação das diferentes doses de RLS não proporcionaram uma diferença estatística, apresentando um valor médio de 5,10 mg kg<sup>-1</sup>. Valor considerado adequado para o feijão-vigna, que para o seu bom desenvolvimento deve apresentar teores de cobre entre de 5 e 7 mg kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al. 2008).

O teor de ferro não teve uma diferença estatística com a aplicação do RLS, apresentando uma média de 37,91 mg kg<sup>-1</sup>, valor considerado deficiente para o feijão-vigna, de acordo com Melo et al. (2005). O teor de manganês não apresentou uma diferença estatística quando aplicadas as diferentes doses de RLS, apresentando um valor médio de 49,09 mg kg<sup>-1</sup>. Valor abaixo do encontrado por Calvalcanti et al. (2008), que obtiveram teores de manganês nas folhas do feijão-caupi variando de 400 a 425 mg kg<sup>-1</sup>. Melo et al. (2005) consideram que 418 mg kg<sup>-1</sup> de manganês é a quantidade adequada para a cultura do feijão-vigna. A deficiência desse micronutriente nesta pesquisa pode ser atribuída também ao alto teor de potássio encontrado, podendo provocar a inibição da absorção deste micronutriente (FAGERIA, 2001). Por fim o teor de zinco não apresentou uma diferença estatística com a aplicação das diferentes doses de RLS, apresentando um valor médio de 8,04 mg kg<sup>-1</sup>. O teor considerado para um bom desenvolvimento do feijão-vigna encontra-se na faixa de 40 a 50 mg kg<sup>-1</sup> (CAVALCANTI et al., 2008).

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação de RLS na cultura do feijão-caupi, proporcionou um incremento na produtividade. A dose que atingiu maior produtividade foi a de 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E.O.; SANTOS, E.F.; OLIVEIRA, G.Q.; CAMACHO, M.A.; DRESCH, D.M. Eficiência nutricional de variedades de caupi en la absorción del fósforo. **Agronomia Colombiana**. local, v.30, p. 419-424, mês. 2012.

ARF, M. V; BUZETTI S.; ARF O.; KAPPES C.; FERREIRA J. P.; GITTI D. C.; YAMAMOTO C. J. T.; Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 42 p.

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

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA, M. L. J. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do estado do Pará, **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 1, janeiro-abril, 2014.

CRUZ, C.S.A.; PEREIRA, E.R.L.; SILVA, L.M.M.; MEDEIROS, M.B. & GOMES, J.P. Repelência do *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) sobre grãos de feijão caupi tratado com óleos vegetais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 7: 01-05. 2012.

DIDONET, A. D. Ecofisiologia e rendimento potencial do feijoeiro. In: DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. (Eds.). **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 9-37. 2005.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão vigna**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/>>. Acesso em: 10.mai.2017.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FLYMAN, M.V.; AFOLAYAN, A.J. Effect of plant maturity on the mineral content of the leaves of *Momordica balsamica* L. and *Vigna unguiculata* Subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc. **Journal of Food Quality**, v.31, p. 661-671, 2008.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 519 p. 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2011. 81p.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. de F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 3, p.286-290, jul./set. 2007.

GALLO, A. S.; GUIMARÃES, N. F.; SOUZA, M. D. B.; AGOSTINHO, P. R.; GOMES, S. S.; SILVA, R. F. Produtividade da cultura do feijoeiro em sucessão a adubos verdes com adição de dejetos líquidos de suínos, **Rev. Fac. Agron.** V. 114 (Núm. Esp. 1): 45-51, 2015.

HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1743-1752, 2010.

HOMEM, B. G. C.; TAVARES, V. B.; ALMEIDA NETO, O.B.; CONDÉ, M. S., FERREIRA, I. M.; SILVA, M. S.; LARA, M. A.S. Uso da água residuária da

suinocultura no cultivo do capim- Braquiaria, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, p. 2539-2548, 2016.

KONZEN, E. A. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 32 p. 2000.

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

MENESES, J. A. G.; SANTOS, V. S.; MENEZES, A. R. V.; ALVES, F. K.; PEREIRA, J. A. Produtividade do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.walp) utilizando cinzas de bagaço da cana-de-açúcar e esgoto tratado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9(1): 08-12, 2014.

MIELE, M. ; WAQUIL, P. D. Cadeia produtiva da carne suína no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 16, p. 75-87, 2007.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F; ARRUDA, F. P. de; NASCIMENTO, I. S. do; ALVES, A. U. Rendimento de feijão-vigna em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.21, p. 77-80, Brasília, 2003.

PEREIRA, L. B., ARF, O., SANTOS, N. C., OLIVEIRA, A. E., & KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema orgânico. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 45, p. 29-38. 2015.

PINHO, R. G. V.; RIVERA, A. A. C.; BRITO, A. H.; LIMA, T. G. Avaliação agronômica do cultivo de milho em diferentes níveis de investimento. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 39-46, jan./fev. 2009

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2011/2012**, em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, (Comunicado técnico, 168). p. 9, 2011.

RIZZONI, L.B.; TOBIAS, A.C.T.; DEL BIANCHI, M.; GARCIA, J. A. D. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, n.18, p.1-20, 2012.

ROCHA, M. de M.; SOARES, M. da C.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R.; RIBEIRO, V. Q. Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, v. 12, n. 1, p. 153-156, 2007.

SERPA FILHO, R.; SEHNEM, S.; CERICATO, A.; SANTOS JUNIOR, S.; FISCHER, A. Compostagem de dejetos de suínos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 47-78, jan./abr. 2013.

STOILOVA, T.; PEREIRA, G. Assessment of the genetic diversity in a germplasm collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 208-215, 2013.

TAFFOUO, V.D.; NGWENE, G.; AKOA, A.; FRANKEN, P. Influence of phosphorus application and arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, foliar nitrogen

mobilization, and phosphorus partitioning in cowpea plants. **Mycorrhiza**, v.24, p, 363-368, 2014.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JUNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão carioca precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.