

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) EM FUNÇÃO  
DE ADUBOS ORGÂNICOS E MINERAIS**

MAYSA BEZERRA DE ARAÚJO

GARANHUNS-PE

FEVEREIRO-2019

MAYSA BEZERRA DE ARAÚJO

**PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) EM FUNÇÃO DE ADUBOS  
ORGÂNICOS E MINERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Dr. Mácio Farias de Moura

GARANHUNS-PE

FEVEREIRO-2019

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

A663p Araújo, Maysa Bezerra de

Produção de milho (*Zea mays* L.) em função de adubos orgânicos e minerais / Maysa Bezerra de Araújo.

32 f.

Orientador(a): Mácio Farias de Moura.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Garanhuns, BR - PE, 2018.

Inclui referências

1. Adubos e fertilizantes 2. Adubação verde 3. Milho  
I. Moura, Mácio Farias de, orient. II. Título

CDD 631.8

MAYSA BEZERRA DE ARAÚJO

**PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) EM FUNÇÃO DE ADUBOS  
ORGÂNICOS E MINERAIS**

Aprovada em: 11.02.2019

---

Prof. Dr. Mácio Farias de Moura

UAG/UFRPE

(Orientador)

---

Iris Carolina Henrique de Lima Leite

Engenheira Agrônoma UAG/UFRPE

(Examinadora)

---

José Fabio Ferreira de Oliveira

Engenheiro Agrônomo (instituição)

(Examinador)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos derramadas em minha vida e por ter me dado forças para conseguir chegar até aqui.

A minha mãe Luciana, ao meu pai Ivanildo, meu irmão Alexandre, minhas tias Nana, Ivonete, Luciene e minha avó Terezinha, por terem acreditado, me apoiado e incentivado até o fim, foram peças fundamentais para que eu prosseguisse, e a todos os meus familiares que torceram por mim.

Ao meu professor, orientador e amigo, Mácio Farias, pela paciência, por todos os ensinamentos repassados ao longo desses anos e que sempre esteve disposto a me ajudar.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns pela oportunidade.

Aos colegas de trabalho de pesquisa: Monalise, Renan, Charley, e Daniel, pelo companheirismo, dedicação e momentos de descontração.

As pessoas que de alguma forma contribuíram na minha formação profissional e pessoal: Valdejúnior, Mateus, Felipe, Kerollyne, Gabriela, Charles, Emilly e Thays pelos momentos vivenciados e aos colegas que sempre encontrava fora de sala de aula pelos momentos de descontração.

**Obrigada!**

## LISTA DE FIGURAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1-</b> Precipitação durante o período de realização do estudo. Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Garanhuns-PE, 2018.....  | <b>8</b>  |
| <b>Figura 2-</b> Temperatura durante o período de realização do estudo. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Garanhuns-PE, 2018.....   | <b>9</b>  |
| <b>Figura 3.</b> Diâmetro do colmo de planta de milho adubada com adubos verdes (crotalária (Crot), feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....               | <b>14</b> |
| <b>Figura 4.</b> Número de folhas da planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....                  | <b>15</b> |
| <b>Figura 5.</b> Altura de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot), feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....                           | <b>16</b> |
| <b>Figura 6.</b> Número de dias para florescimento de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico..... | <b>17</b> |
| <b>Figura 7.</b> Número de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....                  | <b>21</b> |
| <b>Figura 8.</b> Diâmetro de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....                | <b>22</b> |
| <b>Figura 9.</b> Comprimento de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....             | <b>23</b> |
| <b>Figura 10.</b> Peso de 100 grãos de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico.....                | <b>23</b> |

**Figura 11.** Produtividade de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (Crot) feijão guandu (Guand), feijão macassar (Mac) e doses de composto orgânico. **25**

## LISTA DE QUADROS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Quadro 1.</b> Análise química do solo da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).  | <b>7</b>  |
| <b>Quadro 2.</b> Análise física do solo da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).....   | <b>7</b>  |
| <b>Quadro 3.</b> Análise química do composto orgânico. ....   | <b>10</b> |
| <b>Quadro 4.</b> Diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), altura de planta (AP) e número de dias para floração (NDF) de plantas de milho em função da adubação verde com leguminosas e dose de composto orgânico.....                         | <b>13</b> |
| <b>Quadro 5.</b> Número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho em função da adubação mineral versus adubação orgânica.....                                   | <b>18</b> |
| <b>Quadro 6.</b> Número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho em função do controle versus adubação verde.....  | <b>19</b> |
| <b>Quadro 7.</b> Número espigas por planta (NEP), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), peso de 100g (P100G) e produtividade (PROD) de plantas de milho em função da adubação verde com leguminosas e dose de composto orgânico..... | <b>20</b> |
| <b>Quadro 8.</b> Peso de 100 grãos (P100G), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de espigas por planta (NDP) e Produtividade (PROD) de plantas de milho em função da adubação mineral versus adubação verde.....             | <b>26</b> |
| <b>Quadro 9.</b> Peso de 100 grãos (P100G), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de espigas por planta (NDP) e Produtividade (PROD) de plantas de milho em função do controle versus adubação verde.....                     | <b>27</b> |

**SUMÁRIO**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                | <b>VI</b>   |
| <b>LISTA DE QUADROS.....</b>                | <b>VIII</b> |
| <b>RESUMO.....</b>                          | <b>X</b>    |
| <b>ABSTRACT.....</b>                        | <b>XI</b>   |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>                      | <b>01</b>   |
| <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>             | <b>03</b>   |
| MILHO.....                                  | 03          |
| ADUBAÇÃO MINERAL.....                       | 03          |
| ADUBAÇÃO VERDE.....                         | 05          |
| COMPOSTO ORGÂNICO.....                      | 05          |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>              | <b>06</b>   |
| CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....                 | 06          |
| DADOS CLIMÁTICOS.....                       | 07          |
| POPULAÇÃO, AMOSTRA E ÁREA EXPERIMENTAL..... | 09          |
| COMPOSTO ORGÂNICO.....                      | 10          |
| VARIÁVEIS ANALISADAS.....                   | 10          |
| ANÁLISE DE DADOS.....                       | 11          |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>          | <b>11</b>   |
| <b>CONCLUSÃO.....</b>                       | <b>27</b>   |
| <b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>        | <b>28</b>   |

## RESUMO

O cultivo do milho é realizado com uso maciço de fertilizantes minerais que têm proporcionado elevadas produtividades, dentre estes, destaca-se o nitrogênio como elemento mineral mais requerido pela cultura, porém a maioria dos fertilizantes nitrogenados, pode ser perdido de sistemas agrícolas pelo ar, acidifica o solo, e é facilmente lixiviado podendo causar contaminação do lençol freático. Visando maior preservação do ambiente agrícola, devem-se empregar fontes alternativas de nitrogênio. Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do emprego da adubação verde, composto orgânico e adubo mineral na produção de milho. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG). As avaliações foram feitas em campo e, posteriormente, no laboratório CENLAG (Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns/UAG). O delineamento empregado foi blocos casualizados, em esquema parcela subdividida (3x4)+2], sendo três leguminosas (parcela), quatro doses de composto orgânico (subparcela), mais duas testemunhas adicionais uma com adubação mineral e a outra sem o emprego de adubos sejam de origem orgânica ou mineral. A variedade de milho utilizada foi a AG 1051 desenvolvida pela AGROCERES. Em outubro de 2017, foi realizado o semeio da crotalária, feijão macassar e feijão guandu anão (parcela). Estas foram cortadas e deixadas na superfície do solo por ocasião da floração. Na subparcela, foram utilizadas quatro doses de composto orgânico (0, 20, 40 e 60 t ha<sup>-1</sup>). A aplicação do composto orgânico foi realizada 10 dias depois da incorporação das leguminosas e 30 dias antes do semeio do milho. As variáveis analisadas foram número de folhas, diâmetro do colmo, altura de planta e número de dias para o florescimento, produtividade de grãos, massa seca (g por planta), número médio de espigas por planta, produção de grãos, peso médio das espigas despalhadas, diâmetro e comprimento de espigas, número de espigas, massa de 100 grãos. Os adubos verdes crotalária, guandu e macassar podem ser empregados para adubação do milho, o composto orgânico deve ser aplicado na dose de 60 t ha<sup>-1</sup> e composto orgânico mais adubação verde pode ser empregado na produção de milho em substituição ao adubo mineral.

**Palavras – chave:** Adubação orgânica, Adubação verde, produção.

## ABSTRACT

Maize cultivation is carried out with massive use of mineral fertilizers that have provided high yields, among which nitrogen is highlighted with the mineral element most required by the crop, but most nitrogen fertilizers can be lost from agricultural systems by air, acidifies the soil, and is easily leached and can cause contamination of the water table. Aiming for greater preservation of the agricultural environment, alternative sources of nitrogen should be used. In this way, the objective of this work is to evaluate the effect of the use of green manure, organic compost and mineral fertilizer on maize production. The experiment was conducted at Fazenda Experimental at the Federal Rural University of Pernambuco / Garanhuns Academic Unit (UFRPE / UAG). The evaluations were made in the field and later in the laboratory CENLAG (Laboratory Center for Research Support of the Academic Unit of Garanhuns / UAG). The design was randomized blocks, in a factorial scheme (3x4 +2), three legumes, four doses of organic compound, plus two additional controls one with mineral fertilization and the other without the use of organic or mineral fertilizers. The corn variety used was AG 1051 developed by AGROCERES. In July 2018, the sowing of crotalaria, macassar beans and dwarf pigeon peas was carried out on the plot. These were incorporated at the time of flowering. In the subplot, four doses of organic compound (0, 20, 40 and 60 t ha<sup>-1</sup>) were used. The application of the organic compound was carried out 10 days after the incorporation of the legumes and 30 days before the sowing of the corn. The variables analyzed were number of leaves, stem diameter, plant height and number of days for flowering, grain yield, dry mass (g per plant), mean number of ears per plant, grain yield, mean weight of the ears debris, diameter and length of spikes, number of spikes, mass of 100 grains. Crotalaria, guandu and macassar green manures can be used interchangeably for maize fertilization, the organic compound should be applied at a dose of 60 t ha<sup>-1</sup> and organic compound plus corollary, pigeon pea or macassar can be used to produce corn in substitution mineral fertilizer

Key words: Organic fertilization, Green fertilization, production.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea cultivada de forma maciça, por ser uma planta de ciclo curto pode ser realizada mais de uma colheita por ano. É um cereal que tem armazenamento de energia no seu grão, servindo para alimentação e produto primário para subprodutos. Segundo (MUNDSTOCK et al., 2006), o grão de milho é composto por 73% de amido, 10% de proteína, 4,0 a 4,8 % de lipídios, 15% de água, açúcares, fibras, vitaminas e minerais, esse grão é cultivado em todo Brasil destacando-se por ter maior área plantada e cultivada em países que tem forte influência na economia mundial. Em Pernambuco, o milho tem grande contribuição sendo base para alimentação animal, em épocas chuvosas, o milho é triturado juntamente com palhas e espigas e armazenadas em forma de silagem para alimentação dos animais nos períodos de seca. Todavia, os solos dessa região são pobres em nitrogênio (N) e fósforo (P), sendo necessário o uso de adubação seja orgânica ou mineral, para melhorar a produtividade (GALVÃO et al., 2012). Esse cultivo tem importância por sua capacidade de empregar mão de obra, visto que, em virtude de suas características de produção, essa cultura tem grande participação na geração de emprego no setor agropecuário.

Para um bom desenvolvimento de uma cultura, faz-se necessário suprir as necessidades nutricionais da planta, assim como o nitrogênio é limitante para a maioria das culturas esta, é um dos elementos em que o milho requer em maior quantidade. A maioria dos brasileiros apresentam em sua maior parte baixa quantidade desse nutriente, sendo adotada a prática de adubação mineral nitrogenada para que se tenha boa produção (VERAS et al., 2016). Porém a adubação nitrogenada traz alguns malefícios para o meio ambiente como acidificação, do solo reduzindo a disponibilidade de alguns nutrientes, provoca desequilíbrio nutricional nas plantas, aumenta a quantidade de óxido nitroso na atmosfera causando chuva ácida e é facilmente lixiviado podendo contaminar águas subterrâneas, além disso o adubo mineral é de alto custo, não sendo viável para pequenos produtores. Diante dessa situação, torna-se necessária a busca de inovações tecnológicas que permitam a produção de alimentos com menor agressão ao meio ambiente agrícola. Por isso são

utilizadas técnicas para melhorar o solo como fertilização orgânica em busca de um equilíbrio do ecossistema (FERREIRA et al., 2010).

A adubação orgânica é uma das técnicas que vem sendo utilizada para aumentar a fertilidade e melhorar as características do solo utilizando resíduos animais, vegetais e industriais que seriam descartados de forma incorreta contribuindo para poluição do meio ambiente. Pensando em uma melhoria ambiental, a adubação verde é uma alternativa empregada visando melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo com biomassa vegetal. Através do plantio de leguminosas, bactérias associam-se as raízes da planta fazendo o processo de fixação biológica do nitrogênio, deixando o nutriente disponível no solo beneficiando a cultura a ser implantada. Ainda é possível atribuir-lhe a disponibilidade de fósforo que na maioria das vezes torna-se limitante referindo-se à fertilidade do solo (FURTINI NETO et al., 1999). Com a utilização do adubo verde, pode ocorrer diminuição no uso de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho, quando cultivado em sucessão como adubo, o que resultaria em redução de custos de produção e de diminuição da contaminação ambiental pela lixiviação do nitrato (SILVA et al., 2007).

Os resíduos orgânicos, apresentam concentrações menores de nutrientes quando comparados com os fertilizantes minerais, porém tem maior diversidade de elementos dos quais quando ausentes no solo limitam a produção vegetal (RODRIGUES et al., 2011).

O composto orgânico fornece nutrientes necessário para as plantas, contém N orgânico na sua composição, porém a maioria não está disponível para as plantas. Quando a demanda de N pela planta é baixa ou permanece por longo período, o uso do composto orgânico supre a necessidade de todo N. (HADAS et al, 1997).

A compostagem é muito utilizada nas propriedades rurais para adubação do solo, principalmente adubação em canteiros. É formada através de resíduos vegetais como folhas secas, leguminosas ou gramíneas, e resíduos de animal como o esterco formando uma massa heterogênea para sofrer o processo de decomposição feita por bactérias aeróbicas.

O trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do emprego da adubação verde, composto orgânico e adubo mineral na produção de milho.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Milho**

O milho (*Zea mays* L.) pertence a família Poaceae, sendo uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia existentes na natureza. Essa gramínea é plantada em todo o território brasileiro, destacando-se das demais por ocupar a maior área cultivada no país. Sua importância reside em sua capacidade de empregar mão de obra, visto que, em virtude de suas características de produção, essa cultura tem grande participação na geração de emprego no setor rural. No Brasil, o milho se destaca, entre os grãos, como o produto de maior volume produzido, respondendo pelo segundo maior valor da produção, sendo superado apenas pela soja (GALVÃO et al., 2012). Estima-se que a produção destinada ao consumo animal seja de aproximadamente 75% (BRASIL, 2010). Sendo este o motivo que coloca o Brasil entre os principais produtores desse grão ao lado de países como Estados Unidos, China, México e Argentina (EMBRAPA, 2008).

Cultivo dos mais tradicionais, o milho tem significativo papel socioeconômico no Brasil, com elevado destaque no que se refere a valor da produção agropecuária, área plantada e volume produzido, sobretudo nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Entretanto, apesar da crescente evolução nas quantidades totais produzidas, a produção de grãos por unidade de área ainda não expressa todo o potencial genético dos materiais recomendados pela pesquisa (FANCELLI et al., 2009).

A cultura do milho encontra-se entre as de maior potencial de produção de fitomassa por unidade de área. No entanto, para que possa atingir elevados rendimentos biológicos, o milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, visto que produtividades elevadas implicam grandes extração de nutrientes (SANGOI et al., 1994).

### **2.2. Adubação mineral**

Os fertilizantes minerais são produtos de natureza inorgânica, naturais ou sintéticos, fornecedores de nutrientes vegetais. Nas indústrias são produzidos de forma artificial, fazendo um processo semelhante ao que acontece na natureza, sua utilização se dá, na

maioria das vezes por formulação de nutrientes. A adubação começa com a análise de solo, continua com a correção da acidez, aplicação do adubo e termina quando os nutrientes são incorporados pela planta (MALAVOLTA et al., 2002).

Pesquisas têm permitido concluir que as baixas produtividades nas áreas destinadas à produção de grãos de milho estão diretamente ligadas a fertilidade do solo. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com nitrogênio e potássio (COELHO et al., 1995). Ainda segundo estes autores, na produção de grãos será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta extrai, que devem ser fornecidos pelo solo e através de adubações. (ARAÚJO et al., 2004) atribuem a alta produtividade alcançada em países como EUA, ao aumento expressivo do uso de fertilizantes nitrogenados. Porém (MARSHNER, 1995), enfatiza que a elevação da produtividade só ocorrerá caso haja adequado suprimento de fósforo, pois deficiência do referido nutriente pode provocar respostas aquém das expectativas, mesmo com emprego de alta doses de nitrogênio. Provavelmente, isso deva ao fato do fósforo ser elemento fundamental para o funcionamento da enzima nitrato redutase, responsável pela assimilação de nitrato.

Em Pernambuco, o milho tem grande contribuição sendo base para alimentação animal. Em épocas chuvosas, o milho é triturado juntamente com palhas e espigas e armazenadas em forma de silo para alimentação dos animais nos períodos de seca. Todavia, os solos dessa região são pobres em nitrogênio (N) e fósforo (P), sendo necessário o uso de adubação orgânica ou mineral, para melhorar a produtividade (GALVÃO et al., 2008). Para se ter uma boa produção, a planta necessita de suprir sua demanda por nitrogênio. Porém, a melhor resposta da cultura a adubação nitrogenada depende da presença de fósforo. Segundo (MARSCHNER, 1995) mesmo que o milho seja cultivado com doses altas de nitrogênio, mas sem disponibilidade de fósforo, pode não ser obtida a produtividade esperada.

Apesar da importância dos adubos nitrogenados de origem mineral, faz-se necessário considerar a substituição dos mesmos visando melhoria da qualidade ambiental, visto que a produção industrial de nitrogênio consome grande quantidade de energia, obtida a partir da queima de combustíveis fósseis (SILVA et al., 2006)

### **2.3. Adubação Verde**

A adubação verde é uma alternativa empregada visando melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Através do plantio de leguminosas, bactérias associam-se as raízes da planta fazendo o processo de fixação biológica do nitrogênio, deixando o nutriente disponível no solo beneficiando a cultura a ser implantada. Ainda é possível atribuir-lhe a disponibilidade de fósforo que na maioria das vezes torna-se limitante referindo-se a fertilidade do solo (FURTINI NETO et al., 1999). Com a utilização do adubo verde, pode ocorrer diminuição no uso de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho, quando cultivado em sucessão àquele adubo, o que resultaria em redução de custos de produção e de diminuição da contaminação ambiental pela lixiviação do nitrato (SILVA et al., 2007).

A adubação verde apresenta muitos benefícios ao ambiente agrícola, como acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, reciclagem de nutrientes e aporte de N por meio da fixação biológica, principalmente pelas leguminosas, melhoria dos atributos químicos e físicos do solo, maior retenção e capacidade de infiltração de água, aumento da biodiversidade no solo, controle dos efeitos da temperatura no solo, sequestro de carbono e controle de plantas daninhas (AMADO, 2000; WUTKE et al., 2009). Segundo (MALAVOLTA et al, 2002), os fertilizantes orgânicos são excelentes adubos, em regra, nas condições brasileiras, os fertilizantes orgânicos oferecem muitas vantagens, convém usa-los sempre que possível. Além das substâncias alimentícias, leva à solo matéria orgânica, cujo valor é extraordinário.

### **2.4. Composto orgânico**

O composto orgânico é muito utilizado nas propriedades rurais para adubação do solo, principalmente adubação em canteiros. A compostagem é formada através de resíduos vegetais como folhas secas, leguminosas ou gramíneas, e resíduos de animal como o esterco formando uma massa heterogênea para sofrer o processo de decomposição feita por bactérias aeróbicas.

Os resíduos orgânicos, apresentam concentrações menores de nutrientes quando comparados com os fertilizantes minerais, porém tem maior diversidade de elementos dos quais quando ausentes no solo, limitam a produção vegetal.

O composto orgânico fornece nutrientes necessário para as plantas, contém N orgânico na sua composição, porém a maioria não está disponível para as plantas. Quando a demanda de N pela planta é baixa ou permanece por longo período, o uso do composto orgânico supre a necessidade de todo N. (HADAS et al, 1997)

O composto orgânico tem CTC elevada possui efeito corretivo de pH, possui propriedades adequadas para ser usado como substrato trazendo melhores condições para o solo como aumento da matéria orgânica, favorece a atividade biológica, e diminui a incidência de fungos do solo. É substituído parcial ou totalmente por adubos químicos minerais sendo uma alternativa muito utilizada.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da Área**

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 et al, 2013). A estação chuvosa compreende os meses de maio a agosto, período o qual os produtores da região o denominam de inverno (BORGES JÚNIOR et al., 2012) possui precipitação pluviométrica compreendida entre 500 e 1.100 mm. 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).

Foi realizada uma aração e uma gradagem na área antes da instalação do experimento. 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 amostra composta e, posteriormente, enviada para um laboratório em Goiânia-GO. Os resultados da análise química de solo são apresentados nos quadros abaixo:

**Quadro 1** Análise química do solo da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).

| P<br>mg/dm <sup>3</sup> | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | Cmol/dm <sup>3</sup> |      |      |      |    |      |      |      | %  |   |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|------|------|------|----|------|------|------|----|---|
|                         |                          | Ca                   | Mg   | Na   | K    | Al | H    | S    | CTC  | V  | m |
| 2                       | 5,59                     | 2,75                 | 0,75 | 0,05 | 0,21 | 0  | 3,38 | 3,80 | 7,10 | 53 | 0 |

Fonte: Laboratório Terra: análises para Agropecuária Ltda. Goiânia- GO.

**Quadro 2** Análise física do solo da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).

| Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) |      | Composição granulométrica |               |       |        | Classe<br>textural |
|--------------------------------|------|---------------------------|---------------|-------|--------|--------------------|
| Dap                            | Dr   | Areia<br>grossa           | Areia<br>fina | Silte | Argila |                    |
| 1,36                           | 2,53 | 46                        | 20            | 8     | 26     | *FGA               |

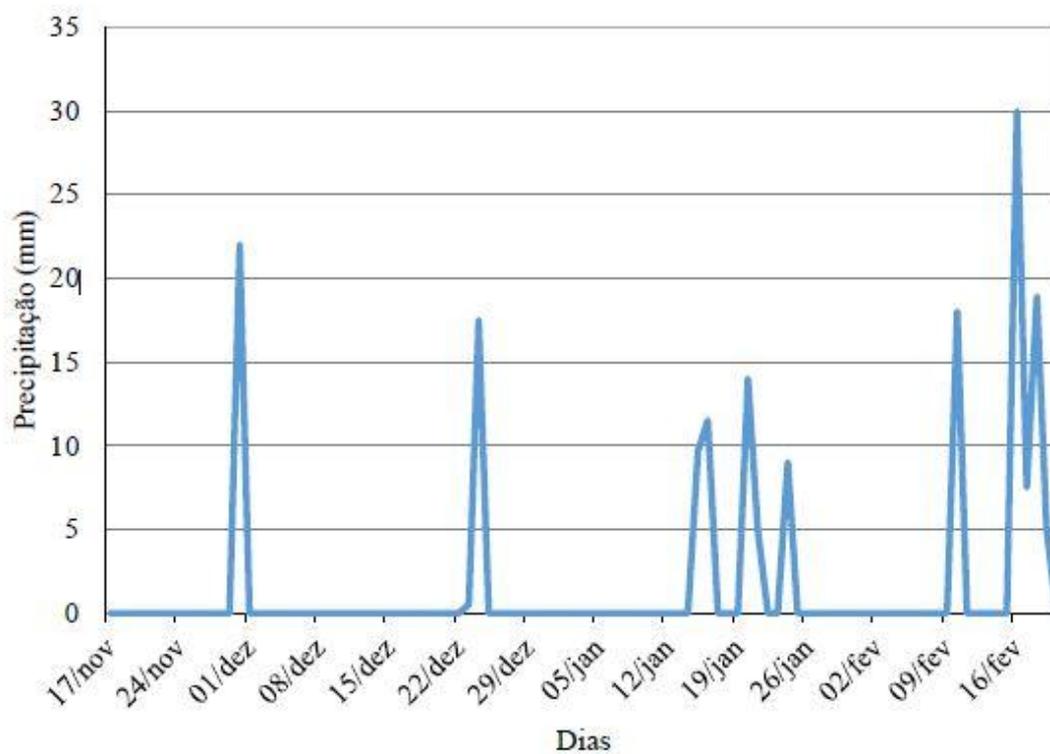
\*FGA= Franco argilo-arenoso

\*Dap= Densidade aparente

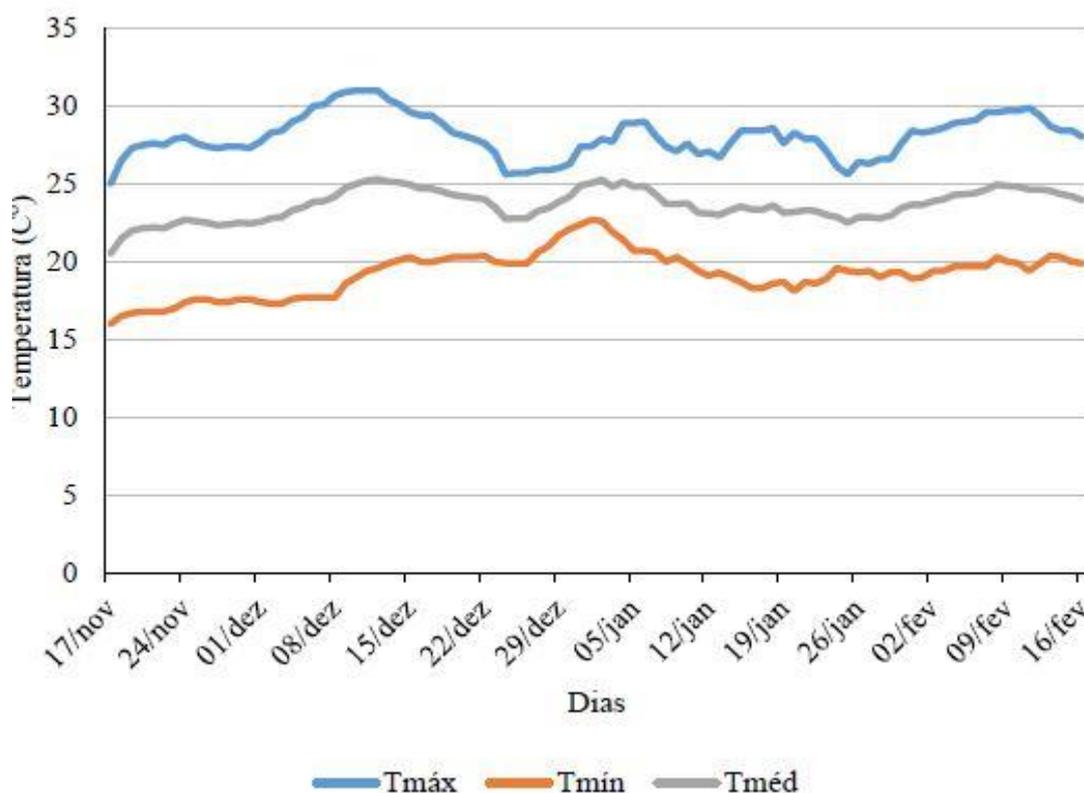
\*Dr = Densidade real

### 3.2 Dados Climáticos

Os dados climáticos de precipitação e temperatura mínima, máxima e média referentes ao período que foi realizado o estudo pode ser visualizado 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, 2019.



**Figura 2** Temperatura durante o período de realização do estudo. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Garanhuns-PE, 2019.

### 3.3 População, Amostra e Área Experimental

A variedade do milho utilizada foi a AG 1051 desenvolvida pela AGROCERES. Em outubro de 2017, foi realizado o semeio da crotalária, feijão macassar e feijão guandu anão a um espaçamento de 0,3 m entre fileira para ambas, com distribuição de 12 sementes por metro linear para crotalária e feijão guandu e oito sementes por metro linear para o feijão macassar, essas leguminosas constituíram a parcela. Estas foram cortadas por ocasião da floração e deixadas sobre a superfície do solo. Na subparcela, foram utilizadas quatro doses de composto orgânico (0, 20, 40 e 60 t ha<sup>-1</sup>). A aplicação do composto orgânico foi realizada 30 dias antes do semeio do milho.

O milho foi semeado em abril de 2018 com espaçamento adotado de 0,80 x 0,2 m, sendo 7 fileiras de 15 plantas cada, perfazendo 105 plantas. As linhas centrais foram a base

para análise dos dados do experimento, utilizou-se 10 plantas para realização das análises. A distribuição das sementes foi de forma manual, colocando-se duas sementes por cova a cada 0,2 m dentro da fileira. Quando as plantas estiveram no estágio fenológico de três folhas expandidas (V3), conforme escala proposta por (RITCHIE et al., 1993), foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por cova. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual.

### 3.4 Composto orgânico

O composto orgânico foi confeccionado com material vegetal e esterco. A compostagem foi preparada em pilhas, iniciando-se uma camada de 20 cm de material seco, seguido, de 20 cm de material verde e 5 cm de esterco, seguido de uma irrigação, assim sucessivamente até atingir uma altura de 1,50 m. Após a confecção, a pilha foi revolvida a cada 15 dias. A temperatura foi averiguada com a introdução de um bastão de ferro no centro da pilha, deixando-o por alguns minutos e feito toque manual no bastão para se basear na temperatura. De acordo com o grau de aquecimento foi realizada a irrigação. O período de conclusão da compostagem foi de 100 dias. A caracterização química do composto foi determinada conforme Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos (MAPA, 2014), (Tabela 3).

#### Quadro 3 Análise química do composto orgânico.

| K <sub>2</sub> O | Mat. Org. | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total | N   | Ca   | Mg   | S    | Cu              | Fe   | Mn  | Zn | C.Org. |
|------------------|-----------|-------------------------------------|-----|------|------|------|-----------------|------|-----|----|--------|
| -----%           |           |                                     |     |      |      |      | -----mg/kg----- |      |     |    | %      |
| 0,9              | 19,6      | 0,45                                | 1,3 | 0,84 | 0,31 | 0,10 | 33              | 7420 | 135 | 91 | 11,4   |

Fonte: Laboratório Terra: análises para Agropecuária Ltda. Goiânia- GO

### 3.5 Variáveis Analisadas

- ✓ **Diâmetro do colmo (cm):** Foi utilizando um paquímetro graduado em mm, realizando a medição no segundo entrenó acima da superfície do solo por ocasião do início da floração.
- ✓ **Número de folhas:** Foi determinado pela contagem de folhas completamente aberta por ocasião do início da floração.

- ✓ **Altura das plantas:** Foi realizada medindo-se a altura da superfície do solo até a base da inserção da folha bandeira.
- ✓ **Dias para o florescimento:** Realizado quando 50% das plantas uteis apresentaram o pendão completamente visível.
- ✓ **Número médio de espigas por planta:** Foi obtido por contagem direta de todas as espigas colhidas em cada parcela, dividindo-se o valor total pelo número de plantas da parcela.
- ✓ **Diâmetro e comprimento de espigas:** Foi determinado após a colheita, medindo-se 10 espigas ao acaso, no terço médio da espiga, utilizando-se paquímetro e régua graduada em centímetros.
- ✓ **Peso de 100 grãos:** Foram separadas oito amostras de 100 grãos por subparcela, cujas massas foram determinadas em balança de precisão (BRASIL, 2009).
- ✓ **Produtividade de grãos:** Foi obtida por meio da colheita das espigas das duas linhas centrais da parcela, debulhando-as e pesando os grãos, com posterior correção de umidade para 13% e extrapolação do resultado para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 3.6 Análise de Dados

O delineamento empregado foi de blocos casualizados, em parcelas subdivididas [(3x4)+2], sendo três leguminosas (crotalária, feijão guandu anão e feijão macassar) que constituíram as parcelas, quatro doses de composto orgânico (0, 20, 40 e 60  $\text{t ha}^{-1}$ ) (subparcela) e duas testemunhas adicionais (absoluta e químico mineral). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias obtidas em função da adubação com leguminosas comparadas pelo teste de Tukey. Para o estudo das doses do composto orgânico, foi realizada a análise de regressão polinomial, sendo escolhido o modelo de maior grau significativo que permitindo a explicação de fenômeno biológico e que possuiu coeficiente de determinação superior a 50%. A comparação entre as médias dos tratamentos adicionais e orgânicos deu-se por meio do teste de Dunnett a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas pelo Software SAEG versão 5.6.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

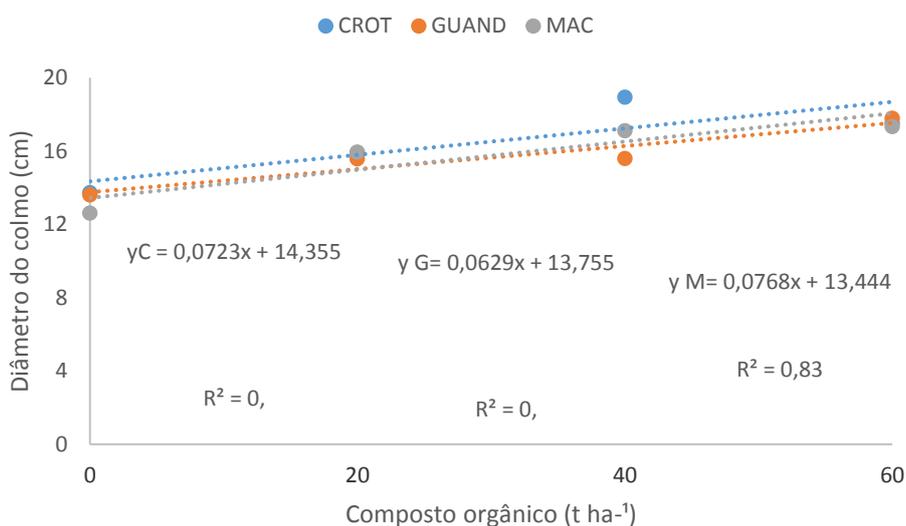
Pela Quadro 4, observa-se que os adubos verdes (crotalária, feijão guandu e feijão macassar) não influenciaram nos resultados das variáveis diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF), de forma que independentemente da leguminosa empregada, os valores obtidos foram estatisticamente iguais. Provavelmente, as leguminosas tenham disponibilizado a mesma quantidade de nutrientes para o solo após sua decomposição, resultando em resposta semelhante para as variáveis analisadas.

**Quadro 4** Diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), altura de planta (AP) e número de dias para floração (NDF) de plantas de milho em função da adubação verde com leguminosas e dose de composto orgânico.

| Variáveis | Composto orgânico (t ha <sup>-1</sup> ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | 0                                       |        |        | 20     |        |        | 40     |        |        | 60     |        |        |
|           | CROT                                    | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    |
| DC (cm)   | 41,2 a                                  | 40,8 a | 37,8 a | 47,7 a | 46,7 a | 47,8 a | 56,8 a | 46,8 a | 51,3 a | 52,6 a | 53,4 a | 52,0 a |
| NF        | 8,70 a                                  | 8,30 a | 8,73 a | 9,20 a | 9,63 a | 9,70 a | 9,93 a | 9,67 a | 9,60 a | 9,77 a | 9,90 a | 9,97 a |
| AP (m)    | 1,20 a                                  | 1,19 a | 1,08 a | 1,44 a | 1,51 a | 1,56 a | 1,84 a | 1,57 a | 1,62 a | 1,77 a | 1,79 a | 1,72 a |
| NDF       | 69 a                                    | 69 a   | 71 a   | 66 a   | 66 a   | 66 a   | 65 a   | 65 a   | 66 a   | 65 a   | 65 a   | 65 a   |

Media seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CROT (crotalaria); GUAND (guandu); MAC (macassar).

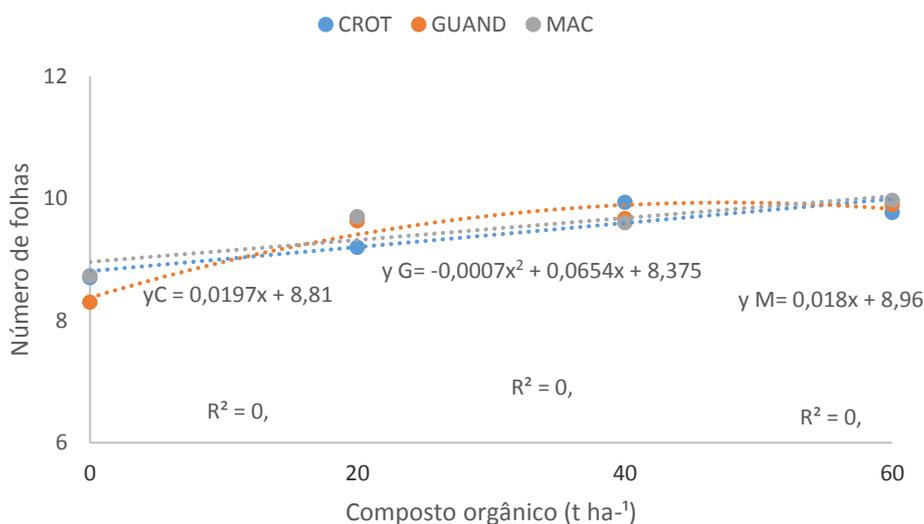
Observa-se pela Figura 3, que com o aumento das doses de composto orgânico, o diâmetro do colmo aumentou proporcionalmente a elevação das doses, independentemente da leguminosa utilizada como adubo verde. Possivelmente, o incremento da quantidade de composto aplicada propiciou melhoria nos atributos químicos e físicos, como retenção de umidade, o que pode ter influenciado juntamente com a maior quantidade de nutrientes, no desenvolvimento do diâmetro, contribuindo para que valores superiores de diâmetro do colmo fossem constatados na dose de 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. Segundo (HERNANI et al., 1995), a decomposição de resíduos vegetais melhora a estrutura do solo resultando no aumento da infiltração e retenção de água, nutrientes no solo, e promovendo um desenvolvimento mais adequado das raízes.



**Figura 3** Diâmetro do colmo de planta de milho adubada com adubos verdes (crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

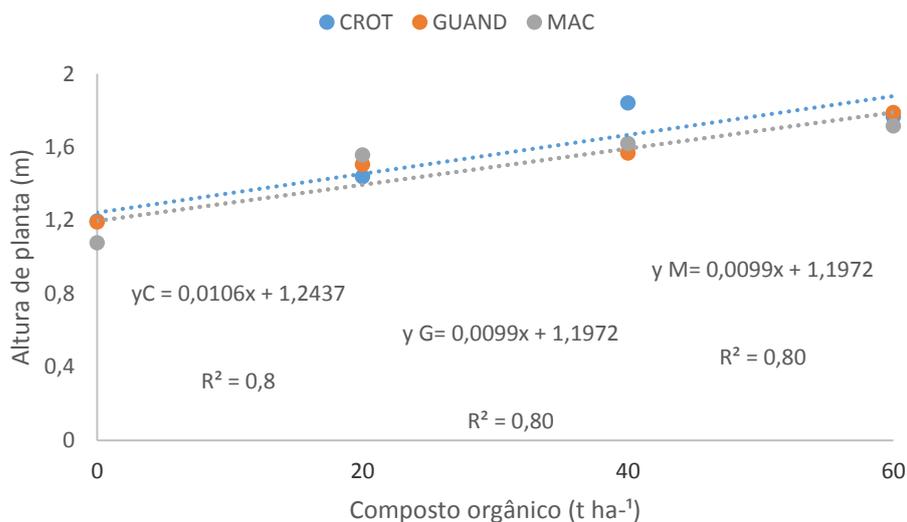
Para o número de folhas, verifica-se que seus valores foram crescentes com o incremento da quantidade de composto no solo, sobretudo quando as plantas de milho foram cultivadas onde ocorreu adubação verde com crotalária e macassar. Comportamento diferente foi evidenciado com emprego de adubo verde guandu, uma vez que se observou o número máximo de folhas foi na dose 46,71 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4). Nos estágios iniciais V3 (três folhas completamente desenvolvidas) a V5 (Cinco folhas completamente desenvolvidas), ocorre a determinação do número de folhas, sua quantidade depende de boa nutrição e

disponibilidade hídrica, desta forma a disponibilização de nutrientes pela adição do composto pode ter proporcionado melhoria no solo, resultando em condições favoráveis para que planta de milho alcançasse maior número de folhas na dose 60 t ha<sup>-1</sup> para crotalária e macassar



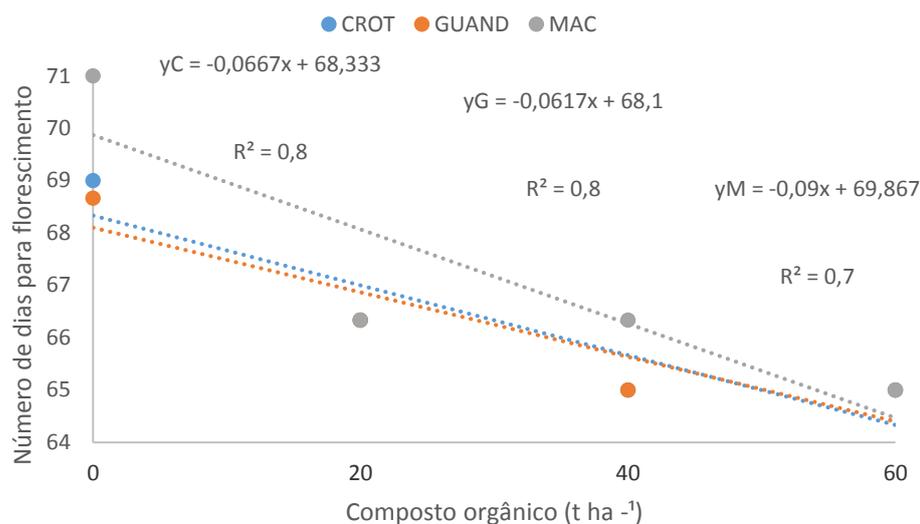
**Figura 4** Número de folhas da planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

Pela Figura 5, observar - se que os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão polinomial, constatando-se elevação dos valores de crescimento da planta de milho conforme incremento da dose de composto orgânico adicionada ao solo, sendo 60 t ha<sup>-1</sup> a quantidade de composto em que se verificaram o valor máximo para altura de planta. Provavelmente, o incremento da dose de composto orgânico aplicada ao solo favoreceu aumento da quantidade de elementos minerais disponível para absorção das plantas de milho, que os empregou no processo de crescimento vegetativo resultando em maior altura de planta. Com a constatação do efeito linear para esta variável de crescimento, pode afirmar que, a capacidade das plantas de milho em responder a dose de composto orgânico não se limita a maior dose estudada neste trabalho, podendo haver incremento com adição de dose acima de 60 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 5** Altura de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

Na Figura 6, nota-se que de acordo com aumentando da dosagem do composto orgânico, a planta precisou de menos dias para florescer, mostrando que a disponibilidade de nutriente no solo pode interferir no comportamento fisiológico da planta reduzindo seu ciclo. Esse resultado indica que a floração é um fenômeno que está ligada a capacidade nutritiva da planta de milho quanto mais nutridas for a planta de milho mais rápido ela alcança o florescimento, portanto tornando-a precoce.



**Figura 6** Número de dias para florescimento de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

No Quadro 5, verifica-se o efeito da adubação orgânica (quantidades de composto e adubos verdes) sobre as variáveis número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho comparado ao encontrado em plantas adubadas com adubo mineral. Observa-se que para o número de folhas, o emprego da adubação verde associada ao composto orgânico proporcionou valores que foram estatisticamente iguais aqueles constatados quando se adubou as plantas de milho com adubo mineral, já quando havia apenas leguminosa (crotalária, guandu e macassar na dose zero de composto) o número de folhas foi sempre inferior ao encontrado nas plantas adubadas com adubo mineral. O diâmetro de colmo de um modo geral apresentou resposta estatisticamente igual ao verificado quando ocorreu adubação mineral, exceto quando o adubo verde crotalária foi associado a dose de 40 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico resultando em plantas com diâmetro superior ao obtido nas plantas adubadas com adubo mineral. Altura de planta foi estatisticamente igual tanto para as que foram adubadas organicamente quanto com adubo mineral. Resultado semelhante ao verificado quando se avaliou o número de dias para o florescimento, que de igual modo não diferiu em relação ao tipo de adubação orgânica e mineral, exceção apenas para as plantas adubadas com feijão macassar e zero de composto orgânico que precisou de mais dias para que o florescimento ocorresse em relação a

adubação mineral. Os resultados em sua maioria apontam para a possibilidade dos adubos orgânicos estudados em substituir a adubação mineral no cultivo do milho, uma vez que, tanto o adubo orgânico quanto o mineral inferiram na planta de milho resultado estatisticamente iguais.

**Quadro 5** Número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho em função da adubação mineral versus adubação orgânica.

| Tratamentos     | NF           | DC           | AP          | NDF          |
|-----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Mineral         | <b>10,10</b> | <b>14,04</b> | <b>1,57</b> | <b>66,33</b> |
| Crotalária + 0  | 8,70*        | 13,73ns      | 1,20ns      | 69,00ns      |
| Crotalária + 20 | 9,20ns       | 15,90ns      | 1,44ns      | 66,33ns      |
| Crotalária + 40 | 9,93ns       | 18,94*       | 1,84ns      | 65,00ns      |
| Crotalária + 60 | 9,77ns       | 17,53ns      | 1,77ns      | 65,00ns      |
| Guandu + 0      | 8,30*        | 13,60ns      | 1,19ns      | 68,67ns      |
| Guandu + 20     | 9,63ns       | 15,58ns      | 1,51ns      | 66,33ns      |
| Guandu + 40     | 9,67ns       | 15,59ns      | 1,57ns      | 65,00ns      |
| Guandu + 60     | 9,90ns       | 17,80ns      | 1,79ns      | 65,00ns      |
| Macassar + 0    | 8,73*        | 12,60ns      | 1,08ns      | 71,00*       |
| Macassar + 20   | 9,70ns       | 15,95ns      | 1,56ns      | 66,33ns      |
| Macassar + 40   | 9,60ns       | 17,10ns      | 1,62ns      | 66,33ns      |
| Macassar + 60   | 9,97ns       | 17,34ns      | 1,72ns      | 65,00ns      |

Pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. \*significativo; ns não significativo. 0, 20, 40 e 60 correspondem as doses de composto orgânico em t ha<sup>-1</sup>.

No Quadro 6, observa-se o comportamento do número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho quando adubadas organicamente e sem adubação (controle). Constatou-se que quando a planta de milho foi adubada com leguminosas e composto orgânico o número de folhas foi maior que onde não houve a adubação (controle), exceto para crotalária mais 20 t ha<sup>-1</sup> e macassar mais 40 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico que obtiveram o mesmo número de folhas das plantas sem adubação. O diâmetro do colmo foi sempre superior nas plantas adubadas com leguminosas e composto orgânico em comparação com aquelas não adubadas, já quando a adubação foi apenas com leguminosa (leguminosa mais zero de composto) o diâmetro foi igual nos dois tipos de tratamentos. Mesmo comportamento foi observado para altura de planta, destacando apenas que onde houve adubação de crotalária e guandu associada a dose de 20 t ha<sup>-1</sup> a variável obteve resultado estatisticamente igual

àquele verificado em plantas sem adubação. Com relação ao número de dias para o florescimento, ele sempre aconteceu mais rapidamente onde ocorreu adubação verde e composto orgânico diferindo estatisticamente do tempo necessário para que o mesmo.

**Quadro 6** Número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP) e número de dias para o florescimento (NDF) de plantas de milho em função do controle versus adubação verde.

| Tratamentos     | NF          | DC           | AP          | NDF          |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Controle        | <b>8,50</b> | <b>11,22</b> | <b>0,89</b> | <b>71,00</b> |
| Crotalária + 0  | 8,70ns      | 13,73ns      | 1,20ns      | 69,00ns      |
| Crotalária + 20 | 9,20ns      | 15,90*       | 1,44ns      | 66,33*       |
| Crotalária + 40 | 9,93*       | 18,94*       | 1,84*       | 65,00*       |
| Crotalária + 60 | 9,77*       | 17,53*       | 1,77*       | 65,00*       |
| Guandu + 0      | 8,30ns      | 13,60ns      | 1,19ns      | 68,67ns      |
| Guandu + 20     | 9,63*       | 15,58*       | 1,51ns      | 66,33*       |
| Guandu + 40     | 9,67*       | 15,59*       | 1,57*       | 65,00*       |
| Guandu + 60     | 9,90*       | 17,80*       | 1,79*       | 65,00*       |
| Macassar + 0    | 8,73        | 12,60ns      | 1,08ns      | 71,00ns      |
| Macassar + 20   | 9,70*       | 15,95*       | 1,56*       | 66,33*       |
| Macassar + 40   | 9,60ns      | 17,10*       | 1,62*       | 66,33*       |
| Macassar + 60   | 9,97*       | 17,34*       | 1,72*       | 65,00*       |

Pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. \*significativo; ns não significativo. 0, 20, 40 e 60 correspondem as doses de composto orgânico em t ha<sup>-1</sup>.

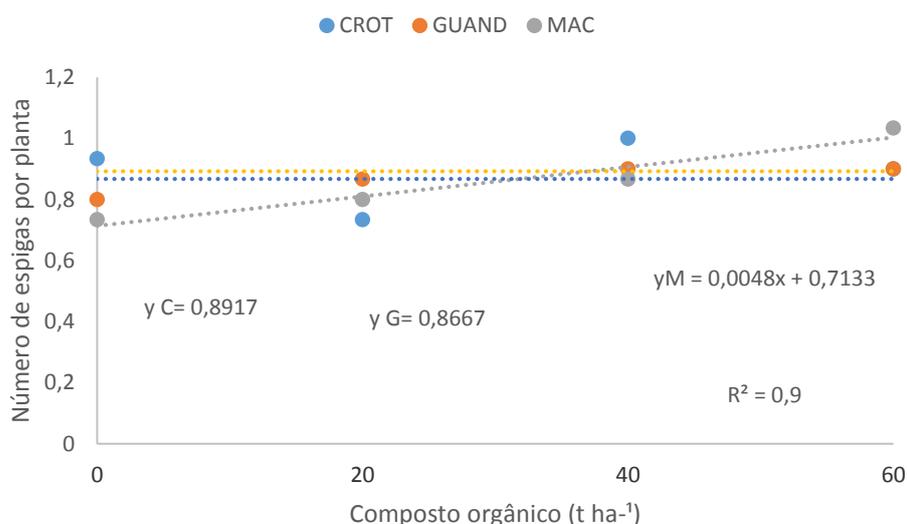
Na Quadro 7, observam-se os valores obtidos para número de espigas por planta (NEP), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), peso de 100g (P100G) e produtividade (PROD) em função da adubação verde com as leguminosas crotalária, guandu e macassar e composto orgânico. Constata-se que não houve diferença significativa, o que implica afirmar que as leguminosas não interferiram significativamente nos dados obtidos para estas variáveis.

**Quadro 7** Número espigas por planta (NEP), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), peso de 100g (P100G) e produtividade (PROD) de plantas de milho em função da adubação verde com leguminosas e dose de composto orgânico.

| Variáveis | Composto orgânico (t ha <sup>-1</sup> ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | 0                                       |        |        | 20     |        |        | 40     |        |        | 60     |        |        |
|           | CROT                                    | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    | CROT   | GUAND  | MAC    |
| NEP       | 0,9 a                                   | 0,8 a  | 0,7 a  | 0,7 a  | 0,9 a  | 0,8 a  | 1,0 a  | 0,9 a  | 0,9 a  | 0,9 a  | 0,9 a  | 1,0 a  |
| DE (cm)   | 28,9 a                                  | 26,3 a | 27,3 a | 27,5 a | 31,5 a | 31,1 a | 34,8 a | 32,5 a | 44,3 a | 38,2 a | 34,3 a | 38,9 a |
| CE (cm)   | 6,6 a                                   | 7,8 a  | 6,5 a  | 9,0 a  | 8,3 a  | 8,5 a  | 9,9 a  | 9,3 a  | 8,5 a  | 9,0 a  | 9,8 a  | 10,2 a |
| P100G (g) | 28a                                     | 30a    | 29a    | 25a    | 28a    | 27a    | 31a    | 28a    | 31a    | 29a    | 27a    | 28a    |
| PROD (kg) | 797 a                                   | 839 a  | 489 a  | 1585 a | 1526 a | 2433 a | 5338 a | 2831 a | 2313 a | 3115 a | 4233 a | 4925 a |

Media seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CROT (crotalária); GUAND (guandu); MAC (macassar).

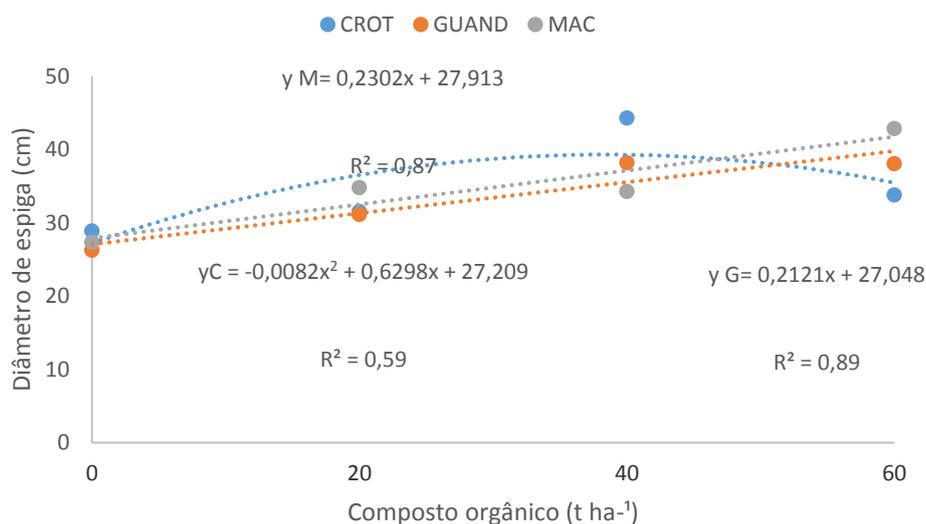
O número médio de espigas obtido de plantas de milho adubadas com leguminosas e composto orgânico encontra-se representado na Figura 7. Verifica-se que a quantidade de espigas aumentou conforme se elevaram as doses de composto orgânico, principalmente onde houve a adição de macassar como adubo verde, porém com emprego de crotalária e guandu, os dados da referida variável não se ajustaram a modelo de regressão polinomial, sendo obtido valores médios de 0,8917 e 0,8667 respectivamente para as leguminosas estudadas em função das diferentes doses de composto. Mais uma vez reforça-se que as condições nutricionais por ocasião da determinação do número de espiga que ocorre, via de regra, nos estágios de V3 (três folhas completamente desenvolvidas) a V5 (Cinco folhas completamente desenvolvidas) foram favoráveis a maior quantidade de espigas na dose de 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico associada ao adubo verde macassar. Resultado semelhante constatado no número de folhas por planta.



**Figura 7** Número de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

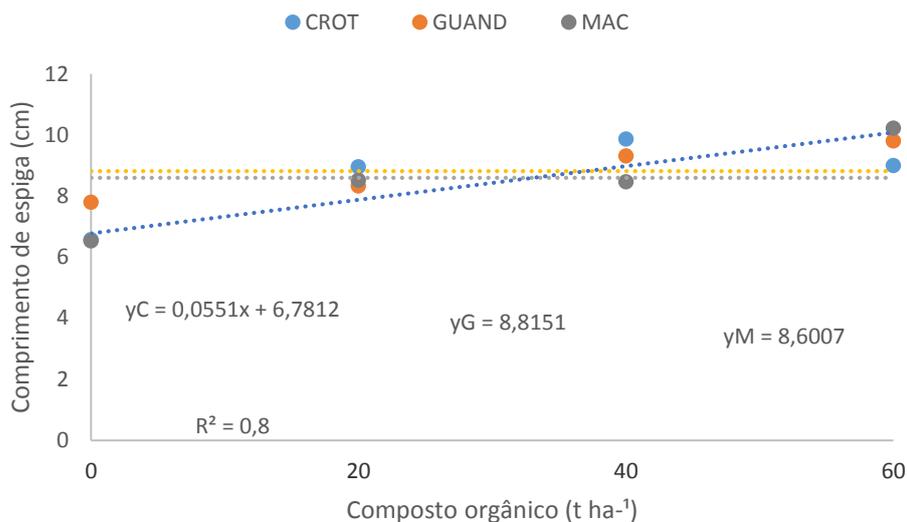
Houve incremento no diâmetro de espigas de milho à medida que se aumentaram as doses de composto associadas ao adubo verde guandu e macassar, sendo a dose 60 t ha<sup>-1</sup> responsável por proporcionar maiores valores (Figura 8). Esse efeito deve ter sido principalmente, pelo aumento na oferta de N via composto orgânico, pois segundo (SANTOS et al., 2010), assim como (NASCIMENTO et al., 2003) relataram que à medida

que se aumentou a disponibilidade de N via adubação, houve incremento no diâmetro de espigas. Já na presença da crotalária, os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrática, sendo a dose estimada de 38,4 t ha<sup>-1</sup> responsável por favorecer o alcance de maior diâmetro de espiga.



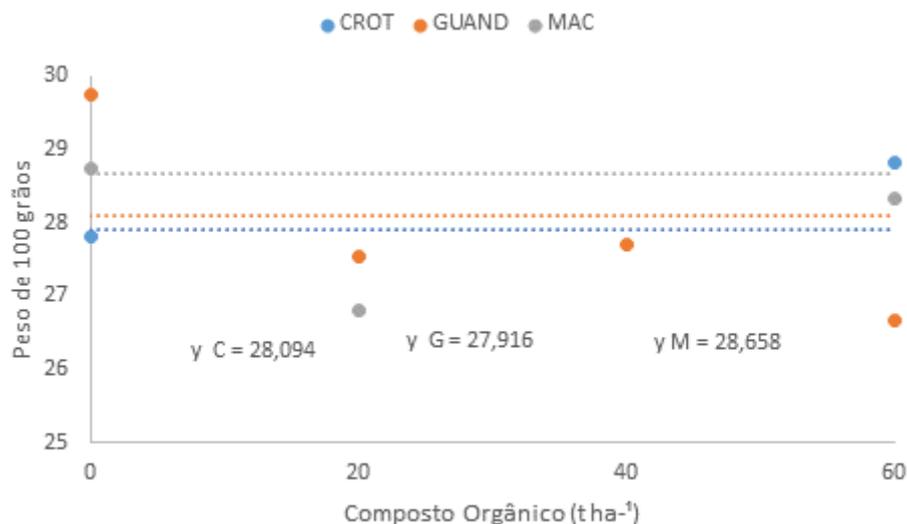
**Figura 8** Diâmetro de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

Avaliando o efeito das quantidades de composto orgânico em cada leguminosa (Figura 9), observa-se que houve comportamento linear na presença da crotalária em relação ao comprimento de espiga. Já na presença do feijão guandu e macassar, os dados não se ajustaram a modelos de regressão polinomial, sendo encontrados valores médios de 8,81 e 8,60 cm para as espigas colhidas das plantas adubadas com as respectivas leguminosas e composto orgânico. O incremento com a elevação das doses deve ter sido principalmente pela maior oferta de N via composto, pois segundo (SANTOS et al., 2010), há efeito significativo dos adubos verdes e composto orgânico nos comprimentos de espiga quando são aplicados de forma combinada.



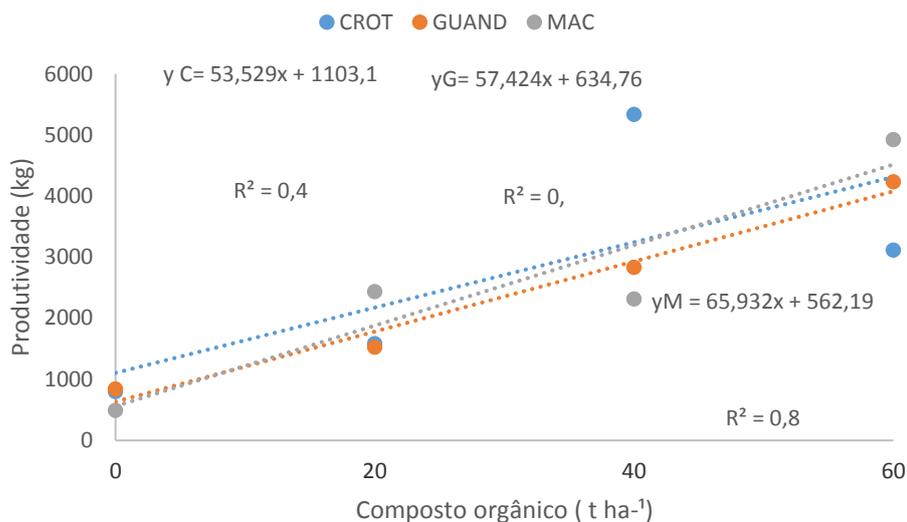
**Figura 9** Comprimento de espiga de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

Para a variável peso de 100 grãos (Figura 10), os resultados não ajustaram a modelos de regressão polinomial, obtendo-se valores médios de 28,094, 27,916 e 28,658g para associação entre composto orgânico e crotalária, guandu e macassar, respectivamente.



**Figura 10** Peso de 100 grãos de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

Pela Figura 11, observa-se que houve ajuste dos dados de produtividade a modelo de equação linear, sendo verificado incremento na produtividade de grãos a medida que se aumentou a dose de composto orgânico na presença dos adubos verdes, sendo que a dose 60 t ha<sup>-1</sup> ocasionou maiores valores. Provavelmente, esse incremento ocorreu em função do aumento na oferta do N, P e K e demais nutrientes via composto no solo, favorecido com a elevação das doses, e possivelmente pela maior disponibilização no intervalo de maior absorção desses elementos, que favorece incremento significativo na produtividade (KARLEN et al., 1987; BÜLL, 1993). A maior absorção de K em função da elevação do teor desse elemento no solo incrementa a translocação de fotossintatos para a espiga e conseqüentemente para os grãos, o que gera aumento na produtividade (ANDREOTTI et al. 2001). Além disso, incrementa a absorção de N pelas plantas, e o aumento desse, incrementa a taxa fotossintética e conseqüentemente produção de fotoassimilados que são translocados para as espigas, aumentando assim o peso e rendimento de grãos (TAIZ et al., 2006; LUCENA et al., 2000; SUBAEDAH et al., 2016). Já o aumento no fornecimento de P, além de incrementar o processo de fotossíntese pela maior quantidade de energia prontamente disponível na forma de ATP, promove maior crescimento das raízes e absorção de nutrientes (MALAVOLTA, 2006), dessa forma exercendo papel primordial na formação e desenvolvimento dos grãos, gerando aumento significativo na produtividade.



**Figura 11** Produtividade de planta de milho adubada com adubos verdes crotalária (CROT), feijão guandu (GUAND), feijão macassar (MAC) e doses de composto orgânico.

No Quadro 8, encontram-se os resultados sobre peso de 100 grãos (P100G), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de espiga por planta (NEP) e produtividade (PROD), provenientes de parcelas onde ocorreu a adubação orgânica (quantidades de composto e adubos verdes) da planta de milho e mineral. Constata-se que o peso de 100 grãos foi estatisticamente semelhante entre os dois tipos de tratamentos, exceção apenas para os tratamentos onde houve o emprego dos adubos verdes crotalária e macassar na dose 40 t ha<sup>-1</sup> e guandu na dose 0 que obtiveram valores superior ao verificado em plantas adubadas com adubo mineral. Para as demais variáveis, não se observou diferença entre os resultados obtidos de plantas adubadas organicamente e de forma mineral. O que indica que o manejo da cultura do milho pode ocorrer com o emprego do adubo orgânico.

**Quadro 8** Peso de 100 grãos (P100G), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de espigas por planta (NEP) e Produtividade (PROD) de plantas de milho em função da adubação mineral versus adubação verde.

| <b>Tratamentos</b> | <b>P100G</b> | <b>CE</b>   | <b>DE</b>    | <b>NEP</b>  | <b>PROD</b>    |
|--------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Mineral            | <b>23,28</b> | <b>7,43</b> | <b>34,23</b> | <b>1,00</b> | <b>2035,30</b> |
| Crotalária + 0     | 27,81ns      | 6,57ns      | 28,88ns      | 0,93ns      | 797,50ns       |
| Crotalária + 20    | 24,88ns      | 8,96ns      | 31,53ns      | 0,73ns      | 1585,48ns      |
| Crotalária + 40    | 30,87*       | 9,87ns      | 44,28ns      | 1,00ns      | 5337,71ns      |
| Crotalária + 60    | 28,82ns      | 9,00ns      | 33,81ns      | 0,90ns      | 3115,38ns      |
| Guandu + 0         | 29,75*       | 7,80ns      | 26,27ns      | 0,80ns      | 839,47ns       |
| Guandu + 20        | 27,54ns      | 8,33ns      | 31,12ns      | 0,87ns      | 1526,46ns      |
| Guandu + 40        | 27,70ns      | 9,32ns      | 38,20ns      | 0,90ns      | 2831,16ns      |
| Guandu + 60        | 26,67ns      | 9,81ns      | 38,05ns      | 0,90ns      | 4232,85ns      |
| Macassar + 0       | 28,74ns      | 6,53ns      | 27,34ns      | 0,73ns      | 489,40ns       |
| Macassar + 20      | 26,82ns      | 8,51ns      | 34,80ns      | 0,80ns      | 2433,26ns      |
| Macassar + 40      | 30,75*       | 8,47ns      | 34,29ns      | 0,87ns      | 2312,96ns      |
| Macassar + 60      | 28,32ns      | 10,22ns     | 42,85ns      | 1,03ns      | 4924,97ns      |

Pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. \*significativo; ns não significativo. 0, 20, 40 e 60 correspondem as doses de composto orgânico em t ha<sup>-1</sup>.

Pelo Quadro 9, observar-se o efeito da adubação orgânica (quantidades de composto e adubos verdes) sobre as variáveis peso de 100 grãos (P100G), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de espiga por planta (NEP) e produtividade (PROD) de plantas de milho comparado ao encontrado em plantas sem adubação (controle). Constatase que peso de 100 grãos e comprimento de espiga foram estatisticamente iguais aos valores obtidos de plantas que não adubadas. Para diâmetro de espiga, os dados foram semelhantes para os dois tipos de tratamentos (sem adubação e adubado com leguminosa e composto), porém, quando as plantas de milho foram cultivadas após adição ao solo de crotalária mais 40 t ha<sup>-1</sup>, guandu mais 40 e 60, e macassar mais 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, foi verificado maior diâmetro onde ocorreu aplicação desses adubos. O número de espigas por planta só foi maior entre as plantas adubadas em relação as não adubadas, onde ocorreu a associação entre crotalária mais 40 e macassar mais 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. Com relação a produtividade, percebe-se que as diferenças estatísticas entre os tratamentos caracterizados como adubados e não adubados só ocorreu onde houve a aplicação no solo de crotalária mais 40, guandu e macassar mais 60 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, resultando em valores superiores aos encontrados em plantas sem adubação.

**Quadro 9** Peso de 100 grãos (P100G), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de espigas por planta (NEP) e Produtividade (PROD) de plantas de milho em função do controle (sem adubação) versus adubação verde.

| Tratamentos     | P100G        | CE          | DE           | NEP         | PROD          |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| Controle        | <b>27,75</b> | <b>6,29</b> | <b>22,01</b> | <b>0,60</b> | <b>116,30</b> |
| Crotalária + 0  | 27,81ns      | 6,57ns      | 28,88ns      | 0,93ns      | 797,50ns      |
| Crotalária + 20 | 24,88ns      | 8,96ns      | 31,53ns      | 0,73ns      | 1585,48ns     |
| Crotalária + 40 | 30,87ns      | 9,87ns      | 44,28*       | 1,00*       | 5337,71*      |
| Crotalária + 60 | 28,82ns      | 9,00ns      | 33,81ns      | 0,90ns      | 3115,38ns     |
| Guandu + 0      | 29,75ns      | 7,80ns      | 26,27ns      | 0,80ns      | 839,47ns      |
| Guandu + 20     | 27,54ns      | 8,33ns      | 31,12ns      | 0,87ns      | 1526,46ns     |
| Guandu + 40     | 27,70ns      | 9,32ns      | 38,20*       | 0,90ns      | 2831,16ns     |
| Guandu + 60     | 26,67ns      | 9,81ns      | 38,05*       | 0,90ns      | 4232,85*      |
| Macassar + 0    | 28,74ns      | 6,53ns      | 27,34ns      | 0,73ns      | 489,40ns      |
| Macassar + 20   | 26,82ns      | 8,51ns      | 34,80ns      | 0,80ns      | 2433,26ns     |
| Macassar + 40   | 30,75ns      | 8,47ns      | 34,29ns      | 0,87ns      | 2312,96ns     |
| Macassar + 60   | 28,32ns      | 10,22ns     | 42,85*       | 1,03*       | 4924,97*      |

Pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. \*significativo; ns não significativo. 0, 20, 40 e 60 correspondem as doses de composto orgânico em t ha<sup>-1</sup>.

## 5 CONCLUSÕES

- Os adubos verdes crotalária, guandu e macassar podem ser empregados para adubação do milho como adubo orgânico.
- O composto orgânico deve ser aplicado na dose de 60 t ha<sup>-1</sup>
- Composto orgânico mais a adubação verde pode ser empregado na produção de milho em substituição ao adubo mineral.

## 6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMADO, T. J. C.; MILENICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 179-189, 2000.

ANDRADE, A. R. S., PAIXAO, 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**, Guarapuava, v.1, n.1, p. 12-20, 2008.

ANDREOTTI, Marcelo et al. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agricola**, p. 145-150, 2001.

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004. BRASIL. Câmara setoriais e temáticas aves e suínos. **Panorama do milho**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Aves\\_e\\_suinos/1\\_reuniao/Panorama\\_do\\_Milho.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinos/1_reuniao/Panorama_do_Milho.pdf). Acesso em: 20 de agosto 2018.

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.14, p.380-390, 2012.

BRASIL. Câmara setoriais e temáticas aves e suínos. **Panorama do milho**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Aves\\_e\\_suinis/1\\_reuniao/Panorama\\_do\\_Milho.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinis/1_reuniao/Panorama_do_Milho.pdf). Acesso em: 20 de novembro 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 398 p.

BÜLL, L.T. **Nutrição Mineral do Milho**. In: Cultura do Milho fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993. p.63-131.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja doutor do seu milho** – nutrição e adubação. Piracicaba: POTAFOS, 1995. (Arquivo do Agrônomo, n. 2)

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil. SC.24-X-B-VI, escala 1:100.000: **nota explicativa**. Pernambuco/Alagoas: UFPE, 2007.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do milho**. Sistemas de produção, 2.4 ed.set.2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho** – manejo e produtividade. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2009. 181 p.

FERREIRA, A. O.; SA, J. C. M.; NASCIMENTO, C. G.; BRIEDIS, C.; RAMOS, F. S. Impacto de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do feijão na região dos campos gerais – PR – Brasil. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 15-21, 2010.

FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; VALE, F.R.; FAQUIM, V.; FERNANDES, L.A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de mudas. **Revista Cerne**, v.5, n.2, p.1-12, 1999.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, 2ª ed. UFV, 2012. 366 p.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.99- 105, jan. 2008.

HADAS A; PORTNOYOR. 1997. Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal solid waste. *Compost Science and Utilization* 5: 48-54.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SALTON, J.C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p  
[http://www.anda.org.br/multimidia/fertilizantes\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.anda.org.br/multimidia/fertilizantes_meio_ambiente.pdf) Acesso: em 10 de Setembro de 2018.

KARLEN, D.L.; FLANNERY, R.L.; SADLER, E.J. Nutrient and dry matter accumulation rates for high yielding maize. **J. Plant. Nutr.**, v.10, n.9/16, p.1409-1417, 1987.

LUCENA, Lúcia de Fátima Castro et al. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

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

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C.; **adubos e adubações**. São Paulo. SP. Nobel, 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

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.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. **Qualidade de grãos de milho**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2006. 112 p.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I.; F. da. Efeito de leguminosas e de adubação mineral na produção do milho em um luvisolo degradado de Alagoinha, PB. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 24, p. 103-111, 2003.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba, Potafos, 2003. 20p.

RODRIGUES, P. N. F; ROLIM, M. M; NETO, B. E; COSTA, R. N. T; PEDROSA, E. M. R; OLIVEIRA, V. S. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.15, n.8, p. 788-793, 2011.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. Brasília-DF, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 13-24. 1994.

SANTOS, Pablo Aramis et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

SILVA, A. A.; SILVA, P.R.F; SUHRE, E; ARGENTA, G; STRIEDER, M. L; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria v.37, n.4, p.928-935, 2007.

SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006.

SUBAEDAH, Siti et al. Fertilization of Nitrogen, Phosphor and Application of Green Manure of *Crotalaria Juncea* in Increasing Yield of Maize in Marginal Dry Land. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 9, p. 20-25, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719 p.

VERAS, M. D. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, D. N. S.; FIGUEIREDO, C. C. D.; CARVALHO, A. M. D.; PULROLNIK, K.; SOUZA, K. W. D. Cover crops and nitrogen fertilization effects on nitrogen soil fractions under corn cultivation in a no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 40, p. 1-12, 2016.

WUTKE, E. B.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J.; DRUGOWICH, M. I. **Adubação Verde no Estado de São Paulo**. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 2009. 89 p. (Boletim Técnico 249).