

BRUNA MORAIS DE SOUZA

**RENDIMENTO DO MILHO CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO VERDE E
COMPOSTO ORGÂNICO**

GARANHUNS,

PERNAMBUCO – BRASIL

JULHO – 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**RENDIMENTO DO MILHO CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO VERDE E
COMPOSTO ORGÂNICO**

BRUNA MORAIS DE SOUZA

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

Dr.º Mácio Farias de Moura

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

GARANHUNS,

PERNAMBUCO - BRASIL

JULHO – 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**RENDIMENTO DO MILHO CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO VERDE E
COMPOSTO ORGÂNICO**

BRUNA MORAIS DE SOUZA

GARANHUNS,

PERNAMBUCO – BRASIL

JULHO – 2015

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S729r Souza, Bruna Morais de

Rendimento do milho cultivado sob adubação verde e composto orgânico / Bruna Morais de Souza. - Garanhuns, 2015.

47 f.

Orientador: Mácio Farias de Moura
Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade
Acadêmica de Garanhuns, 2015.

Inclui bibliografias

CDD: 633.15

1. Componentes de rendimento
 2. Milho
 3. *Zea mays* L.
 4. Matéria orgânica
- I. Moura, Mácio Farias de
II. Título

RENDIMENTO DO MILHO CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO VERDE E
COMPOSTO ORGÂNICO

BRUNA MORAIS DE SOUZA

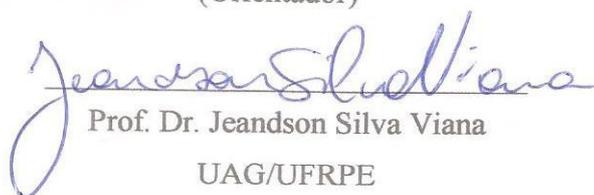
APROVADO EM: 31 DE JULHO DE 2015



Prof. Dr. Mácio Farias de Moura

UAG/UFRPE

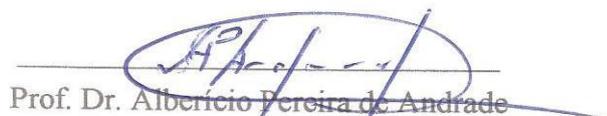
(Orientador)



Prof. Dr. Jeandson Silva Viana

UAG/UFRPE

(Avaliador)



Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade

UAG/UFRPE

(Avaliador)

Ao meu avô e pai Josué Florêncio (in memoriam)
A minha mãe Luciene. A minha avó Estelita (in memoriam)
E a todos os amigos e parentes que acreditaram em mim

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos recebidas e por me permitir dar mais esse passo nesta longa jornada.

Agradeço sempre ao meu avô/pai Josué (*in memorian*) por seus ensinamentos, a minha mãe Luciene que sempre me apoiou nessa jornada, dando todo suporte necessário. A minha avó Estelita (*in memorian*) por todo amor.

Ao meu professor e orientador Mácio Farias de Moura pela sua paciência, verdadeiro mestre que incentivou e contribuiu significativamente na elaboração deste trabalho.

Ao meu amigo João Paulo que não mediu esforços para ajudar de todas as formas na realização deste trabalho. As amigas Raquel Barros, Rayanne Souza e Ana Lúcia pela paciência, disponibilidade e ajuda prestada. Aos colegas de pesquisa Francisco Júnior, Ávilo Renan, Jefferson Zumba e Marcos Oliveira por toda a ajuda. Ao amigo Miguel Barkokebas e Anísio Honorato por disponibilizar materiais, sempre com muita boa vontade para ajudar. Ao professor Jeandson S. Viana e Edilma P. Gonçalves por disponibilizar materiais sem os quais não seriam possíveis a realização deste trabalho. Ao professor Omer Cavalcante e a todos que fazem o LANA (Laboratório de Análises e Alimentos) e o laboratório de solos pela disponibilidade e auxílio nas análises. A todos os funcionários da UAG tais como os técnicos, vigias, o pessoal da manutenção que de alguma forma me ajudaram. Aos membros da banca que aceitaram contribuir com suas experiências na minha formação.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns pela minha formação na graduação e agora mestrado.

À CAPES e a FACEPE pela concessão de bolsa e apoio financeiro na realização deste trabalho.

Ao programa de pós-graduação em Produção Agrícola na Unidade Acadêmica de Garanhuns, ao CENLAG (Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns) pelo uso de materiais e equipamentos fundamentais para realização das análises.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram nesta caminhada, meu muito obrigada.

BIOGRAFIA

BRUNA MORAIS DE SOUZA, filha de Josefa Morais de Souza, nascida em 10 de janeiro de 1990, no Estado de São Paulo. Em 2008 ingressou no curso de Agronomia na Unidade Acadêmica de Garanhuns-UAG, concluindo em 2013. Em agosto do mesmo ano ingressou no programa de pós-graduação em Produção Agrícola pela mesma instituição, submetendo-se a defesa pública de dissertação em julho de 2015.

LISTA DE TABELAS

	Pág
Tabela 1 - Resultado da análise química do solo na profundidade de 0 – 20, antes da semeadura das leguminosas.....	17
Tabela 2 - Resultado da análise física do solo na profundidade de 0 – 20, antes da semeadura das leguminosas.....	17
Tabela 3 - Resultado da análise química do composto orgânico.....	21
Tabela 4 - Produção de fitomassa fresca e seca das leguminosas.	26
Tabela 5 - Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t.ha ⁻¹) para o índice de clorofilas na folha, teor de nitrogênio foliar e proteína bruta da folha do milho.....	27
Tabela 6 - Comparação entre o tratamento químico com as leguminosas e as quantidades de composto orgânico.....	29
Tabela 7 - Comparação entre as leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha ⁻¹).....	29
Tabela 8 - Comparação do tratamento químico com as leguminosas em cada quantidade de composto orgânico.....	31
Tabela 9 - Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha ⁻¹).....	32
Tabela 10 - Comparação do tratamento químico com as leguminosas em cada quantidade de composto orgânico.....	35
Tabela 11 - Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha ⁻¹).....	35
Tabela 12 - Comparação do tratamento químico com a leguminosas nas diferentes quantidades de composto orgânico.....	39
Tabela 13. Carbono orgânico total e matéria orgânico do solo após colheita do milho, submetidos a adubação verde e a diferentes quantidades de composto (0, 20 e 40 t ha ⁻¹)	39
Tabela 14. Comparação do tratamento químico com as leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico.....	40

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1 - Área do experimento e disposição das repetições na área experimental.....	16
Figura 2 - Temperatura mínima, média e máxima em ° C.....	17
Figura 3 - Precipitação média em mm.....	18
Figura 4 - Umidade relativa em %.....	18
Figura 5 - Radiação Média em KJ/m ²	18
Figura 6 - Ataque da lagarta-da-espiga (A) e da lagarta-do-cartucho (B).....	20
Figura 7 - Plantio das leguminosas (A); Leguminosas (B); Feijão guandu anão (C); Crotalária (D); Feijão macassar (E) e o milho (F).....	23
Figura 8 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e a clorofila total.....	28
Figura 9 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e a área foliar.....	31
Figura 10 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e o comprimento da espiga.....	33
Figura 11 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e o número de espigas.....	34
Figura 12 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e o diâmetro médio da espiga.....	34
Figura 13 - Relação entre as quantidades de composto orgânico e a produtividade do milho.....	38

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 LOCALIZAÇÃO	16
2.3 POPULAÇÃO, TRATAMENTOS E ÁREA EXPERIMENTAL	19
2.4 COMPOSTO ORGÂNICO	21
2.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATOS CULTURAIS	22
2.6 VARIÁVEIS ANALISADAS	23
2.7 ANÁLISE DOS DADOS	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4. CONCLUSÕES	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

RESUMO

O milho é um dos principais produtos produzidos e comercializados em todo o mundo. Entretanto, para obtenção de alta produtividade se faz necessário a aplicação de adubos químicos sintéticos, que via de regra podem ser prejudiciais ao ambiente agrícola. Devido isso, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de matéria orgânica via adubação verde e composto orgânico na produtividade do milho. O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (3 x 3 +1), sendo três leguminosas nas parcelas (crotalária, feijão guandu anão e feijão macassar), três quantidades de composto orgânico nas sub-subparcelas (0, 20 e 40 t ha⁻¹) e uma testemunha adicional (químico). As variáveis analisadas foram: altura das plantas; altura de inserção da primeira espiga; diâmetro do colmo; área foliar; teor de clorofila; teor de N foliar; teor de proteína bruta; massa seca; número médio de espigas por planta; diâmetro e comprimento de espigas; número de fileira de grãos; número de grãos por fileira; massa de 1.000 grãos; produtividade de grãos; carbono orgânico total e matéria orgânica do solo. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o estudo das concentrações do composto orgânico foi empregado a análise de regressão linear. As análises estatísticas foram efetuadas pelo Software SAEG versão 9.1. Não houve diferença significativa para clorofila *a* e *b*, teor de N e proteína bruta, apenas para a variável razão *a/b*. As plantas de milho submetidas ao adubo verde feijão macassar mostrou diferença com relação a clorofila total, sendo superior as demais leguminosas. Para as variáveis de produção área foliar, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, número de espiga e produtividade apresentaram diferença estatística significativa. Carbono orgânico total e matéria orgânica do solo após o cultivo do milho, não apresentou diferença estatística. A quantidade de 40 t ha⁻¹ de composto orgânico aliado ao adubo verde feijão macassar ocasionou maiores produtividades de milho.

Palavras chaves: Componentes de rendimento; crescimento; *Zea mays* L.

ABSTRACT

Corn is one of the main products produced and marketed worldwide. However, to obtain high productivity necessary to apply synthetic chemical fertilizers, which usually can be harmful to the environment. Because of this, the objective to evaluate the effect of application of organic matter via compost and green manure on corn productivity. The experiment was conducted in a randomized block design, installment scheme subdivided ($3 \times 3 + 1$), three vegetables on the plots (Sunn hemp, pigeon pea beans and dwarf beans macassar), three volumes of organic compound in sub-subparcelas (0, 20 and 40 t ha⁻¹) and an additional witness (Chemistry). The variables analyzed were: height of the plants; height of insertion of the first COB; culm diameter; leaf area; chlorophyll content; foliar N content; crude protein content; dry mass; average number of spikes per plant; diameter and length of spikes; number of row of grain; number of grains per row; mass of 1,000 grains; grain productivity; total organic carbon and soil organic matter. The data were subjected to analysis of variance and averages compared by Tukey test at 5% probability. To the study of organic compound concentrations was employed to linear regression analysis. The statistical analyses were performed by Software SAEG 9.1 version. There was no significant difference to chlorophyll a and b, N and crude protein content, just to the right a/b. Maize plants subjected to the green bean fertilizer macassar showed difference with respect to total chlorophyll, being higher than the other legumes. For leaf area production variables, diameter of the cob, COB length, number of Spike and productivity showed a statistically significant difference. Total organic carbon and soil organic matter after the cultivation of corn, showed no statistical difference. The amount of 40 t ha⁻¹ of the organic compound fertilizer green beans macassar caused greater yields of corn.

Key words: green manuring; organic compound and *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os cereais mais cultivados no mundo, encontra-se o milho (*Zea mays* L.). Esta é uma planta que se adapta bem a diversos ambientes, pertencente a classe das monocotiledôneas. Durante seu cultivo, faz-se necessária precipitação de 400 - 600 mm para uma produção satisfatória, temperatura variando de 25° a 30° C (GALVÃO et al., 2015). A estimativa de produção nacional para safra 2014/15 é de 78.594,7 mil toneladas, com produtividade média de 5.013 kg ha⁻¹, sendo para o Estado de Pernambuco 79,6 mil toneladas, com uma produtividade de 542 kg ha⁻¹, já a área plantada com o milho na safra nacional atingiu 15.207,3 mil hectares em maio de 2015 (CONAB, 2015).

De toda produção mundial de milho em torno de 70% é direcionada à alimentação animal, podendo chegar a 85% em determinados países (PAES, 2006). Com um papel socioeconômico relevante, impulsiona a agroindústria por ser matéria prima indispensável em vários setores. Planta de origem tropical, de dias curtos, por ser uma planta “C4”, responde bem a intensidade luminosa, conferindo altas produtividades (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2004).

O milho, geralmente, tem retirado do solo quantidades significativas de nitrogênio durante o seu ciclo a fim de se obter maiores rendimentos. Sendo este o nutriente, que mostra maiores dificuldades de manejo, devido a todas as reações químicas e biológicas. O manejo correto de nitrogênio, tem por finalidade fornecer uma quantidade suficiente para que a planta alcance o seu máximo crescimento e produção, com o mínimo de impacto ambiental possível. Contudo, um manejo eficaz para adubação nitrogenada, demanda uma série de estudos a longo prazo, pois ensaios a curto prazo não refletem a real resposta da cultura, por uma série de fatores entre eles variações de safra e pluviosidade (GIOLA et al., 2012).

O sistema de cultivo predominante do milho é o plantio convencional aliado ao uso excessivo de fertilizantes químicos e agroquímicos, o que tem gerado uma perda na qualidade dos solos. Além da degradação do solo exposto pelos processos erosivos, a contaminação da água subterrânea também pode ser ocasionado devido a resíduos de fertilizantes e agroquímicos (FERREIRA et al., 2010).

A agricultura orgânica surge como uma opção viável em comparação com a agricultura convencional, pois promove o uso racional dos recursos naturais, a

preocupação com o bem-estar social, visando a sustentabilidade e ainda pode utilizar métodos culturais, biológicos e mecânicos nas fases de produção (BRASIL, 2003). Produz menores impactos indiretos sobre o meio ambiente que o convencional. Os fertilizantes químicos são uma grande fonte de consumo de energia, a agricultura orgânica, tenta reduzir essa dependência (WOOD et al., 2006).

O sistema de produção de milho orgânico ou que possui pequena dependência de insumos agrícolas, tem apresentado maiores índices de N mineral no solo após a colheita, quando comparados com o sistema convencional de produção. Isso indica que os índices de N mineral, variam com a dosagem aplicada e com a cultura em questão (POUDEL et al, 2002).

Além disso, os fertilizantes minerais, mesmo fornecendo prontamente os nutrientes para as plantas, ainda são considerados insumos caros para pequenos agricultores (YANG et al., 2015). Os fertilizantes químicos minerais além de possuírem elevados custos, tem ocasionado um aumento crescente na poluição do meio ambiente. A partir deste ponto os resíduos orgânicos podem se mostrar uma alternativa interessante, pois as fontes vão desde origens agrícolas, industrial até urbana, como exemplos: esterco bovino, suíno e ovino, torta de mamona, adubos verdes, lodo de esgoto, resíduos de frutos, resíduos da indústria canavieira e compostos orgânicos em geral (MELO et al., 2008).

Embora, os fertilizantes químicos apresentem concentrações de nutrientes superiores aos dos compostos orgânicos, estes compostos por sua vez possuem uma variedade de elementos, os quais podem ser limitantes ao desenvolvimento da cultura do milho (RODRIGUES et al., 2011).

Diante disso, a utilização de manejos de recuperação e uma fertilização orgânica podem possibilitar um maior equilíbrio ecológico. Em substituição aos adubos químicos minerais, o composto orgânico tem sido a alternativa mais utilizada (SOUZA, 1998).

Segundo Ferreira et al. (2010) esforços tem sido dirigidos afim de desenvolver sistemas de manejo de solo alternativos, que consigam proporcionar altos rendimentos de maneira sustentável. Contudo, independente do sistema de manejo, este sempre ocasionará algum tipo de alteração nas características do solo.

A compostagem é um processo de decomposição biológica aeróbica, com posterior estabilização de substratos orgânicos, em condições onde é produzido calor,

sendo o produto final um substrato estável, sem patógenos ou sementes de outras plantas, podendo então ser aplicado no solo (BERTRAN et al., 2004).

Após a utilização da técnica de compostagem, os resíduos são decompostos em substâncias húmicas relativamente estáveis, o que proporciona uma melhor utilização na adubação dos solos (SAKAI et al., 2011). Vê-se constantemente as vantagens da compostagem para o solo, porém um ponto importante é que por possuir uma taxa de mineralização baixa, pode reduzir a lixiviação do nitrato, atrasando a conversão de N orgânico em nitrato (EVANYLO et al., 2008).

A adubação verde tem a vantagem do controle de plantas daninhas, pois muitas plantas produzem metabólitos secundários que interfere no crescimento de outras plantas através da produção e liberação de substâncias químicas, ou por meio da barreira física exercida por plantas de cobertura, além da competição por água, luz e nutrientes (ERASMO et al., 2004).

A adubação verde baseia-se na utilização de plantas por meio de rotação, consócio ou sucessão com outras culturas. A utilização de leguminosas em substituição ou complementação de fertilizantes químicos têm-se mostrado uma alternativa viável para o provimento de nutrientes, principalmente nitrogênio, já que estas possuem uma alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio (AMBROSANO et al., 2009). Quando adicionado material vegetal ao solo, há à quebra de elementos de fácil decomposição, dando início a um rápido processo de mineralização de nitrogênio, contudo, este diminui gradativamente até a estabilização do resíduo orgânico (AMBROSANO et al., 2011).

Espécies leguminosas como crotalária, guandu anão e feijão macassar permitem o desenvolvimento de bactérias fixadoras de nitrogênio em suas raízes, que ao captá-lo da atmosfera fixam no solo, tornando-o disponível para absorção da próxima cultura. Essa fixação para a crotalária pode ser de até 155 kg N ha⁻¹, para o guandu de até 280 kg N ha⁻¹ (CASTRO & PREZOTTO, 2008).

A utilização desenfreada do solo no sistema de produção, tem gerado sérios problemas desde degradação física, química até a biológica, e com isso tem-se observado um decréscimo na produtividade, o que provoca aumento dos custos. Desta forma, a utilização de práticas de manejo do solo torna-se essencial, sendo a manutenção e o acréscimo de matéria orgânica do solo os principais objetivos. Dentre estas práticas, a adubação verde também tem se mostrado muito eficaz e viável (ERASMO et al., 2004).

Diante disso este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de matéria orgânica via adubação verde e composto orgânico na produtividade do milho, comparando com adubação mineral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi conduzido em condições de campo, no ano agrícola de 2014, no município de Garanhuns - PE, situado a 838 m de altitude, 08° 54' 29" de latitude Sul e 36° 29' 45" de longitude Oeste de Greenwich (Figura 1). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo As', caracterizado como clima tropical chuvoso com estação de verão seca, com médias anuais de temperatura e precipitação de 20°C e 1.038 mm respectivamente (MOTA & AGENDES, 1986).

O solo da região é caracterizado como Franco-Arenoso e tem classificação do perfil de Podzólico Amarelo com textura média a argilosa (SANTOS et al., 2011). A caracterização física e química do solo foi determinada no departamento de laboratório de Solos do Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA (Tabelas 1 e 2).

Figura 1. Área do experimento e disposição das repetições na área experimental.



Fonte: Google Earth, 2015.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo na profundidade de 0 – 20 cm, antes da semeadura das leguminosas.

pH	COT	MO	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	m
(H ₂ O)	g de C.kg ⁻¹	mg/dm ³	-----cmolc/dm ³ -----									(%)	
5,90	16,56	28,55	44	0,90	0,75	0,02	0,13	0	1,56	1,18	3,4	54	0

Fonte: IPA, 2015

Tabela 2. Resultado da análise física do solo na profundidade de 0 – 20 cm, antes da semeadura das leguminosas.

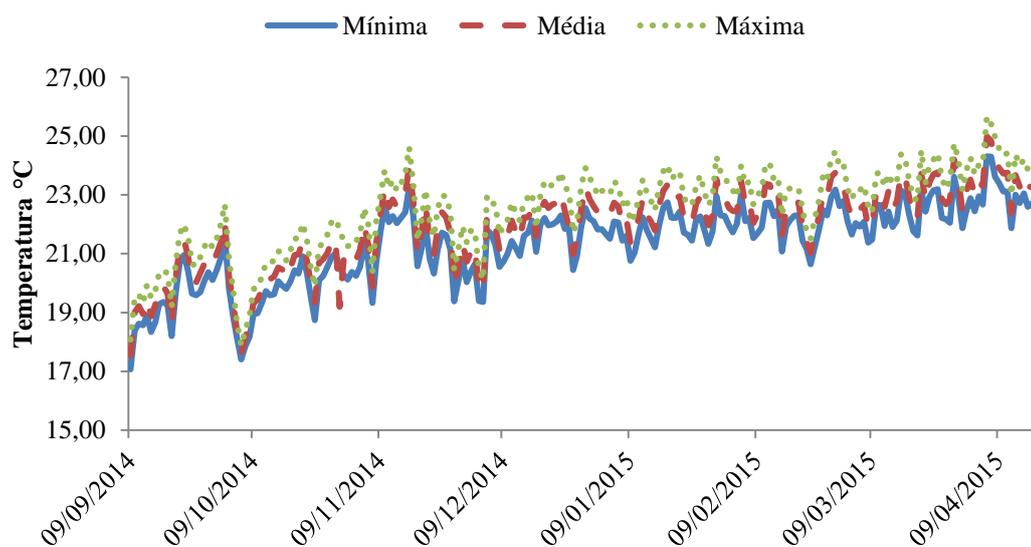
Textura	Dap	Dr	AG	AF	Silte	Argila	AN	GF	UR	AD
(%)	-----(%)-----									(mm/cm)
AF	1,64	2,64	63	22	7	8	2	75	1,05	0,44

Fonte: IPA, 2015

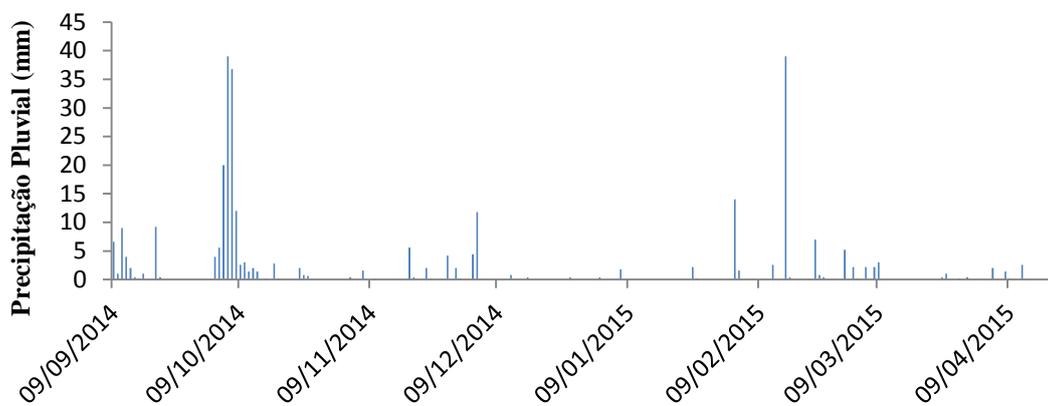
2.2 DADOS CLIMÁTICOS

Os dados climáticos de temperatura mínima, média e máxima, precipitação, umidade relativa e radiação média referentes ao período de condução do experimento podem ser visualizados na Figura 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

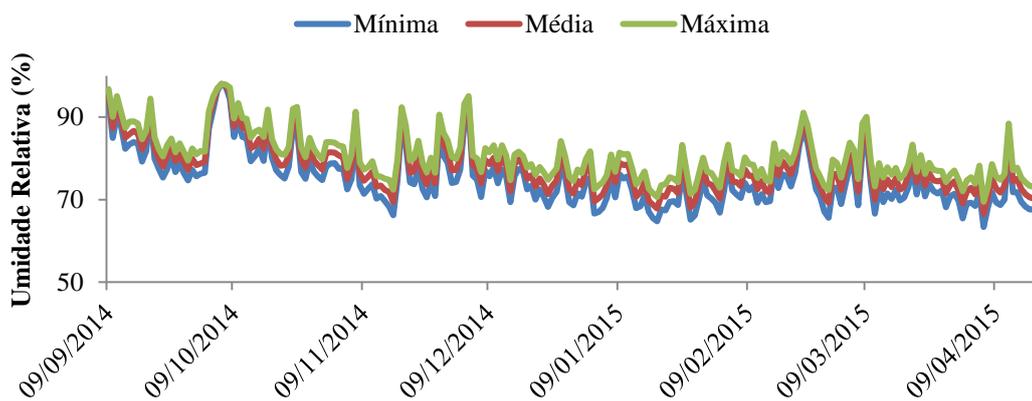
Figura 2. Temperatura mínima, média e máxima em °C.



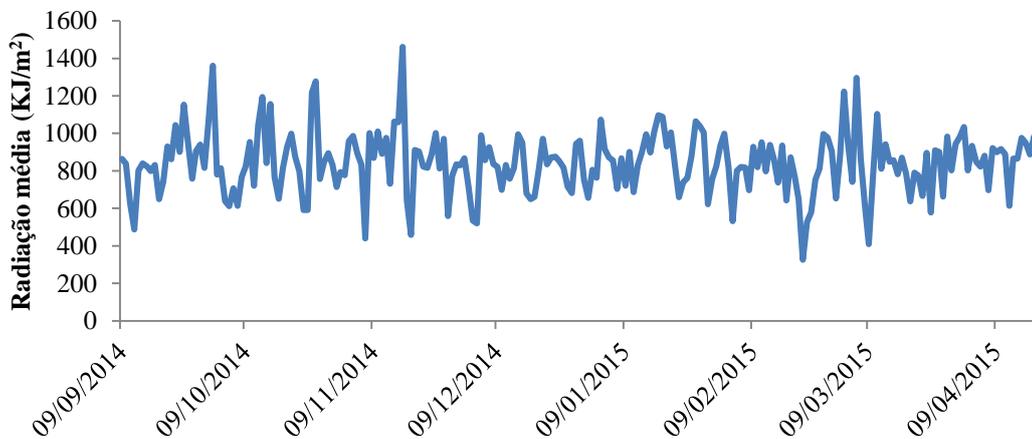
(Fonte: INMET, 2015)

Figura 3. Precipitação média em mm.

(Fonte INMET, 2015)

Figura 4. Umidade relativa em %.

(Fonte INMET, 2015)

Figura 5. Radiação Média em KJ/m².

(Fonte INMET, 2015)

2.3 POPULAÇÃO, TRATAMENTOS E ÁREA EXPERIMENTAL

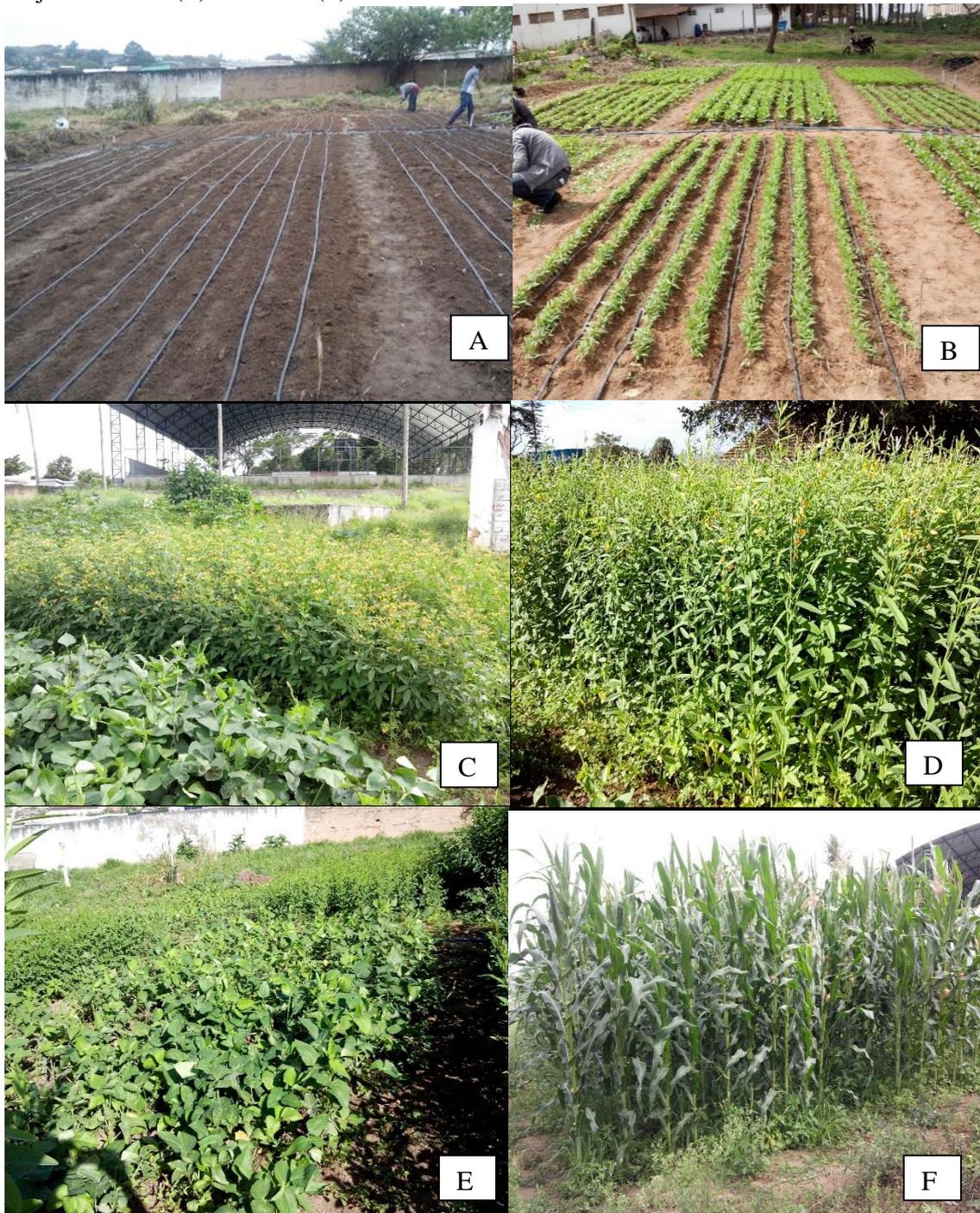
Foi empregado o esquema de subparcelas (3 x 3) + 1, composta por três leguminosas que formaram a parcela, sendo estas a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) e feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Mill sp.), três quantidades de composto orgânico 0, 20, 40 t ha⁻¹ que formaram a subparcela e a testemunha adicional (tratamento químico). No dia 09 de setembro de 2014 foi realizado o semeio da crotalária, feijão macassar e feijão guandu anão a um espaçamento de 0,3 m entre fileira para ambas e 12 sementes por metro linear para crotalária e feijão guandu e 8 sementes por metro linear para o feijão macassar, essas leguminosas constituíram a parcela. Cada parcela possuía 12 m² (5,0 x 2,40 m).

O corte das leguminosas ocorreu quando se encontravam no período de pleno florescimento, o que ocorreu em tempo diferente devido a resposta das leguminosas as condições climáticas. Estas foram arrancadas e cortadas com auxílio de um facão e deixadas sobre o solo em cada parcela. Antes do corte, foi obtida uma amostragem aleatoriamente na parcela útil, sendo retiradas plantas presentes em 1m² de cada leguminosa para determinação da biomassa. Houve determinação de matéria fresca por meio de pesagem e posteriormente foi efetuada secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65° C, até atingir peso constante, onde a partir desse momento ocorreu pesagem para obtenção da matéria seca.

Após 10 dias do corte das leguminosas, o milho (*Zea mays* L.) foi semeado em um espaçamento de 0,80 x 0,2 m, sendo sete fileiras com 12 plantas cada, perfazendo 84 plantas. As plantas centrais foram a base para análise dos dados do experimento, sendo a área útil composta por dez plantas. A distribuição das sementes foi manual, colocando-se duas sementes por cova. A cultivar utilizada foi PRE 32D10 convencional, um híbrido duplo, de ciclo precoce, da empresa Sempre Sementes. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico de três folhas expandidas (V3), foi realizado o desbaste, deixando-se o número de plantas esperado, o equivalente a uma densidade de 62.500 plantas ha⁻¹.

Na Figura 6, pode-se observar o plantio das leguminosas, quando estas encontravam-se próximas ao corte e o milho.

Figura 6. Plantio das leguminosas (A); Leguminosas (B); Feijão guandu anão (C); Crotalária (D); Feijão macassar (E) e o milho (F).



2.4 COMPOSTO ORGÂNICO

A pilha de compostagem foi feita em camadas, começando com uma camada de 30 cm, constituída de material seco, em seguida outra de erva espontâneas verdes na mesma altura da primeira camada acrescentado uma de esterco bovino numa altura aproximada de 5 cm e. Até que a pilha alcançou uma altura de 1,0 m por 2 m de largura. Após confeccionada, a pilha foi revolvida a cada 15 dias, mudando o material que estava nos lados para o centro da pilha. Sempre que a pilha foi revolvida, foi verificada sua umidade.

A temperatura da pilha foi medida introduzindo um bastão de ferro no centro da pilha e deixando-o por alguns minutos. De acordo com seu grau de aquecimento, foi feita ou não irrigação. O processo foi concluído em 90 dias. A caracterização química do composto foi determinada no departamento de laboratório de Solos do Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA (Tabela 3).

A adubação no tratamento químico foi realizada mediante análise de solo. O fertilizante químico foi aplicado na dosagem equivalente de 30 kg ha⁻¹ de N tendo como fonte a uréia, 20 kg ha⁻¹ de P como fonte o supersimples, 60 kg ha⁻¹ de K utilizando o cloreto de potássio, em fundação e 40 kg ha⁻¹ de N (uréia) em cobertura, conforme a recomendação para o estado de Pernambuco segundo o Instituto Agrônomo de Pernambuco (CAVALCANTI et al., 2008).

Tabela 3. Resultado da análise química do composto orgânico.

Mat. Org.	Um	N	P	K	Ca	Mg	C	C/N	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	pH
(g/kg)	(%)	------(g/kg)-----													(H ₂ O)
280	13	13,1	1,90	9,0	27,3	4,0	162	12/1	5	27	2970	39	93	760	6,3

Fonte: IPA, 2015.

2.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATOS CULTURAIS

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, sendo acionado de acordo com as condições meteorológicas, onde na fase vegetativa foi adicionado uma lâmina de 5 mm/dia e durante a fase reprodutiva uma lâmina de 10 mm/dia. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual com auxílio de enxadas em todos os tratamentos, com exceção do tratamento com adubação mineral. Neste, as plantas invasoras foram controladas com os herbicidas pós-emergência inicial Atrazina Nortox 500 SC, devidamente registrado pelo Ministério da Agricultura para a cultura do milho, na dose equivalente à 3 L ha⁻¹ (MAPA/Agrofit, 2014).

Após a emergência das plantas de milho, foi observado ataque da praga lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon* Hufnagel) e aos 30 dias da praga identificada como lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). Logo após o pendoamento, ocorreu o surgimento da praga lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea* Boddie), observados na Figura 7. Todas estas foram controladas por meio de um extrato das folhas de Nim (Azamax), na proporção de 1ml L⁻¹, aplicado apenas nos tratamentos de adubação orgânica (PREVIERO et al., 2010). Para a lagarta-do-cartucho também se utilizou calda de alho (*Allium sativum* L.) com: 100g de alho; 0,5L de água; 10g de sabão de coco e 2 colheres de café de óleo mineral. E para controle de gorgulhos, que surgiram próximo a colheita, calda de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) com: 250g de fumo; 30g de sabão e 4L de água, ambos conforme Barbosa et al. (2006).

No tratamento com adubação química, foi utilizado o inseticida Karate Zeon 250 CS, devidamente registrado Ministério da Agricultura para a cultura do milho no controle da lagarta-do-cartucho e lagarta-rosca, nas doses equivalentes à 30 ml ha⁻¹ e 100 ml ha⁻¹, respectivamente (MAPA/Agrofit, 2014).

Figura 7. Ataque da lagarta-da-espiga (A) e da lagarta-do-cartucho (B).



2.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

2.6.1 Altura das plantas (cm)

Foram realizadas medições por meio de trena graduada em centímetros nas dez plantas amostradas, sendo considerada a altura entre o nível do solo até a base da inserção da folha bandeira.

2.6.2 Altura de inserção da primeira espiga (cm)

Foram realizadas medições por meio de trena graduada em centímetros nas dez plantas amostradas, sendo considerada a altura entre o nível do solo até a base da inserção da primeira espiga.

2.6.3 Diâmetro do colmo (mm)

Utilizou-se um paquímetro graduado em mm, levando-se em consideração o segundo entrenó a partir da superfície do solo, das dez plantas amostradas.

2.6.4 Área foliar (cm² por planta)

Foi obtida através do aparelho medidor de área foliar modelo (ADC Bioscientific Ltda) utilizando duas plantas de cada subparcela para determinação da área foliar fotossinteticamente ativa, após a colheita (ALVIM et al., 2010).

2.6.5 Teor de Clorofila *a* e *b*

O índice relativo de clorofila (IRC) foi determinado por meio do clorofilômetro portátil (Clorofilog CFL1030, Falker), no estágio do florescimento, que ocorreu aos 60 dias após a semeadura. Foram escolhidas aleatoriamente três plantas de cada subparcela, nestas foram realizadas seis leituras no terço médio de cada folha, utilizou-se a folha oposta, abaixo da primeira espiga, logo após estas folhas foram coletadas, para posterior análise química do teor de nitrogênio (VARGAS et al., 2012).

2.6.6 Teor de N total e Proteína bruta

As folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até atingir peso constante, sendo sequencialmente retirada da estufa e moída em moinho tipo Wiley, com peneira de malha de 1 mm. Os procedimentos para preparo de amostra, digestão, destilação e quantificação do N total e proteína bruta (PB) no tecido foliar, procederam-se pelo método micro Kjeldahl, conforme AOAC (1995).

2.6.7 Massa seca (g por planta)

As dez plantas da área útil foram cortadas rente ao solo, logo após o material vegetal (folhas e caule), foi colocado em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até atingir peso constante e pesado em balança analítica.

2.6.8 Número médio de espigas por planta

Foi obtido por contagem direta de todas as espigas colhidas das dez plantas.

2.6.9 Diâmetro e comprimento de espigas (mm/cm)

O comprimento de dez espigas ao acaso, medindo-se da base da espiga até o ápice com régua graduada em centímetros. O diâmetro médio da espiga, foi obtido por meio de paquímetro graduado em mm, com aferição na parte central da espiga.

2.6.10 Número de fileira de grãos por espiga

Foi obtido por meio de simples contagem manual

2.6.11 Número de grãos por fileira:

Foi obtido por meio de simples contagem manual

2.6.12 Massa de 1000 grãos:

Após debulha manual das dez espigas utilizadas nas demais análises, foram separadas oito subamostras de 100 grãos por subparcela de maneira aleatória, cujas massas foram determinadas em balança de precisão (BRASIL, 2009), considerando teor de umidade de 13%.

2.6.13 Produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$)

Foi obtida por meio da colheita das espigas da área útil, desprezando 0,5 m de bordadura no início e no final da subparcela, debulhando-se e pesando os grãos, com posterior correção de umidade para 13% e extrapolação do resultado para $t.ha^{-1}$.

2.6.14 Teor de carbono orgânico total e matéria orgânica no solo

O carbono orgânico total (COT), foi realizado mediante o princípio da oxidação a quente com dicromato de potássio, com posterior titulação do dicromato remanescente com sulfato ferroso amoniacal, conforme Yeomans & Bremner (1988). A matéria orgânica do solo foi determinada através do produto do COT por 1,724, que de acordo com a metodologia esse valor é determinado em decorrência da composição média do húmus, o qual o carbono participa com 58%.

2.7 ANÁLISE DOS DADOS

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o estudo das concentrações do composto orgânico, foi empregada a análise de regressão polinomial, sendo escolhido o modelo de maior grau significativo que permita a explicação de fenômeno biológicos e que possua coeficiente de determinação superior a 50%. As análises estatísticas foram efetuadas pelo Software SAEG versão 9.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, observa-se que as plantas de crotalária alcançaram fitomassa seca correspondente a $8,6 \text{ t ha}^{-1}$, sendo quase duas vezes maior que o obtido pelas demais leguminosas (feijão guandu anão $4,45$ e feijão macassar $4,40 \text{ t ha}^{-1}$), o que conferiu uma boa cobertura do solo. Porém, abaixo do conseguido por Souza & Guimarães (2013) que foi de 13 t ha^{-1} de fitomassa seca de crotalária e corroborando em média com Souza et al. (2015), em que para crotalária, obteve em média $9,6 \text{ t ha}^{-1}$, ambos com densidades semelhantes a este trabalho. Embora o feijão guandu anão tenha apresentado uma pequena quantidade de matéria seca, esta ainda foi superior ao encontrado por Carvalho et al. (2004a), na região do Mato Grosso do Sul, que obtiveram $2,8 \text{ t ha}^{-1}$, contudo, este fez o corte antes que as plantas atingissem pleno florescimento. Dentre estas leguminosas, a crotalária é a mais utilizada como adubo verde, o que pode ser devido a seu maior rendimento de matéria seca, resultando em uma maior uniformidade de cobertura do solo.

Tabela 4. Produção de fitomassa fresca e seca das leguminosas.

Leguminosas	Fitomassa fresca (t ha^{-1})	Fitomassa seca (t ha^{-1})
Crotalária	71,8	8,6
Feijão guandu anão	20,5	4,45
Feijão macassar	34,3	4,4

Pode-se perceber pela Tabela 5, que não houve diferença significativa entre as leguminosas, dentro das diferentes quantidades de composto, nas variáveis clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, teor de nitrogênio e proteína bruta na folha de milho. A única que apresentou diferença estatística significativa foi a razão entre a clorofila *a/b* na quantidade de 40 t ha^{-1} , nesta as plantas de milho adubadas com o adubo verde feijão guandu alcançaram razão clorofila *a/b* superior as adubadas com feijão macassar.

O emprego das diferentes leguminosas como adubo verde não foi capaz de proporcionar alteração significativa nos teores das clorofilas *a*, *b* e total, o que pode indicar que absorção de nitrogênio e magnésio, elementos constituintes da molécula de clorofila, ocorreu de forma semelhante pelas plantas de milho. Além da disponibilidade de N no solo, outros fatores como local, cultivar, nível de outros nutrientes, disponibilidade de luz, ataque de insetos, estresse hídrico, densidade e agrotóxicos podem interferir no índice de clorofila presente na folha (ARGENTA et al., 2004).

Tabela 5. Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha⁻¹) para o índice de clorofilas na folha, teor de nitrogênio foliar e proteína bruta da folha do milho.

VAR	0			20			40			CV (%)
	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	
CL a	43,87 a	44,07 a	43,84 a	42,73 a	44,12 a	43,96 a	43,14 a	43,90 a	44,07 a	2,01
CL b	20,67 a	22,50 a	21,03 a	20,10 a	20,65 a	21,22 a	22,05 a	19,49 a	22,69 a	6,64
CL T	64,54 a	66,57 a	64,87 a	62,83 a	64,77 a	65,18 a	65,19 a	63,39 a	66,76 a	2,93
Rz a/b	2,13 a	1,96 a	2,09 a	2,13 a	2,14 a	2,07 a	1,97 ab	2,26 a	1,94 b	5,84
N	27,2 a	27,57 a	26,30 a	26,83 a	26,83 a	27,80 a	28,53 a	25,70 a	27,47 a	4,86
PB	170,0 a	167,8 a	164,4 a	167,6 a	169,7 a	173,5 a	178,3 a	161,1 a	171,7 a	4,49

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. VAR (variável), CROT (crotalária), GUAD (guandu), MAC (macassar) CL a (clorofila a); CL b (clorofila b); CL T (clorofila total); Rz a/b (Razão a/b); N - Teor de nitrogênio (g kg⁻¹); PB - Proteína bruta (g kg⁻¹).

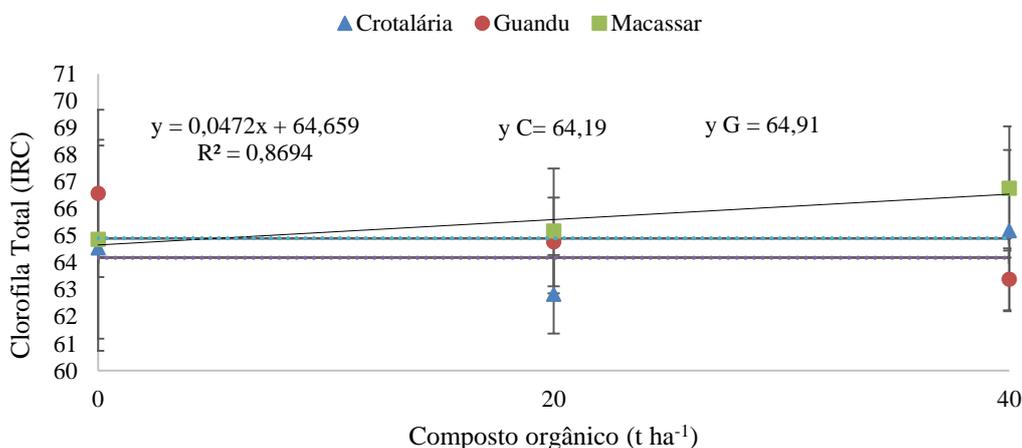
Embora não havendo diferença significativa no teor clorofila total, os valores observados estão acima daqueles encontrados por Argenta et al. (1999) que foram de 60±2, enquanto neste trabalho, o menor valor foi de 66,83. Segundo Argenta et al. (2003) teores de clorofila total acima de 58 no estágio de espigamento é indicativo de quantidade adequada de N na folha de milho.

O teor de nitrogênio total na folha e proteína bruta não diferiram ($p > 0,05$) entre as leguminosas dentro de cada quantidade de composto. Porém, em todas os tratamentos observou-se que as plantas se encontravam dentro do nível ideal de nitrogênio, que segundo Raij et al. (1996) situa-se na faixa entre (27,5 – 32,5 g kg⁻¹). Os valores de teor nitrogênio encontrados nas folhas de milho foram semelhantes a que Keppes et al. (2013) quando as plantas de milho foram adubadas com crotalária que variaram de 25,3 a 26,3 g kg⁻¹. Assis et al. (2014) trabalhando com esse mesmo híbrido, utilizando adubação química obtiveram teor de proteína bruta de 142,2 g kg⁻¹, valor este bem abaixo do encontrado neste trabalho. Contudo, estes realizaram as análises quando as plantas se encontravam no estágio de grão leitoso, onde já é esperado menores valores que no estágio de floração, pois já houve uma redistribuição dos fotoassimilados da folha para o grão.

Por meio da Figura 8, verifica-se que houve diferença significativa para o índice relativo de clorofila total, onde nas folhas de plantas de milho adubadas com o adubo verde feijão macassar, constatou-se aumento linear do teor de clorofila total a medida que se elevaram as quantidades de composto. Já nas folhas obtidas de plantas de milho

adubadas com as leguminosas crotalária e feijão guandu anão, o referido teor não foi influenciado pelas quantidades do composto orgânico.

Figura 8. Relação entre as quantidades de composto orgânico e a clorofila total.



Provavelmente, o composto orgânico aliado ao adubo verde feijão macassar, por meio da decomposição, tenha disponibilizado os elementos nitrogênio e magnésio com o incremento nas quantidades do composto possibilitando a obtenção de maior índice relativo de clorofila na quantidade de 40 t ha⁻¹ do composto orgânico. Os valores médios de índice de clorofila obtidos em folhas de planta de milho adubadas com feijão guandu (IRC 68,909) e crotalária (68,188) em função das quantidades de composto, se assemelharam com os encontrados por Kappes et al. (2013) utilizando doses crescentes de N químico sintético e crotalária como cobertura vegetal cujos valores variaram de 60,5 a 68,2.

Na Tabela 6, encontram-se os dados obtidos em plantas de milho que foram adubadas com adubo verde (crotalária, guandu anão e macassar) e as devidas quantidades de composto orgânico, comparados com plantas que foram cultivadas com emprego de adubo mineral. Observa-se, que apenas a clorofila *a* avaliada em folhas de plantas adubadas com o adubo verde crotalária na quantidade de 20 t ha⁻¹ de composto orgânico foi inferior ao índice de clorofila *a* encontrada nas folhas de milho oriundas de plantas cultivadas com adubo mineral. Não havendo diferença estatística quando comparados os índices de clorofila *a*, *b*, total, relação clorofila *a/b*, N e PB, com aqueles obtidos de plantas sob adubação mineral. Estes resultados indicam que os adubos orgânicos utilizados neste ensaio possibilitam a obtenção de plantas de milho tão vigorosas quanto as manejadas empregando adubo mineral.

Tabela 6. Comparação entre o tratamento químico com as leguminosas e as quantidades de composto orgânico.

TRAT	Cl a	Cl b	Cl Total	R a/b	N	PB
QUIMICO	45,36	21,76	68,61	2,09	27,55	172,30
CROT+D 0	43,87 ^{ns}	20,67 ^{ns}	67,54 ^{ns}	2,13 ^{ns}	27,20 ^{ns}	170,00 ^{ns}
CROT+D 20	42,73*	20,10 ^{ns}	66,83 ^{ns}	2,13 ^{ns}	26,83 ^{ns}	167,63 ^{ns}
CROT+D 40	43,14 ^{ns}	22,05 ^{ns}	70,19 ^{ns}	1,97 ^{ns}	28,53 ^{ns}	178,33 ^{ns}
GUANDU+D 0	44,07 ^{ns}	22,50 ^{ns}	69,57 ^{ns}	1,96 ^{ns}	27,57 ^{ns}	167,87 ^{ns}
GUANDU+D 20	44,62 ^{ns}	21,01 ^{ns}	69,13 ^{ns}	2,13 ^{ns}	26,90 ^{ns}	171,35 ^{ns}
GUANDU+D 40	43,51 ^{ns}	19,73 ^{ns}	67,74 ^{ns}	2,21 ^{ns}	27,30 ^{ns}	171,30 ^{ns}
MACASSAR+D 0	43,73 ^{ns}	20,75 ^{ns}	66,98 ^{ns}	2,12 ^{ns}	26,65 ^{ns}	166,65 ^{ns}
MACASSAR+D 20	43,37 ^{ns}	21,04 ^{ns}	67,90 ^{ns}	2,06 ^{ns}	28,10 ^{ns}	175,50 ^{ns}
MACASSAR+D 40	43,82 ^{ns}	22,63 ^{ns}	70,94 ^{ns}	1,94 ^{ns}	27,90 ^{ns}	174,50 ^{ns}
DMS	2,15	3,43	4,91	0,29	3,21	18,52

Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. *significativo; ns não significativo. CL a - clorofila a; CL b - clorofila b; CL T - clorofila total; Rz a/b - Razão a/b; N - Teor de nitrogênio (g kg⁻¹); PB - Proteína bruta (g kg⁻¹).

Conforme pode ser observado na Tabela 7, a adubação com as diferentes leguminosas dentro de cada quantidade de composto, não resultou em diferenças estatísticas com relação a altura das plantas e diâmetro do colmo. Provavelmente, as melhorias proporcionadas ao solo pela adição de matéria orgânica e liberação de nutrientes após decomposição das leguminosas não foram suficientes para imprimir na cultura do milho alterações significativas no seu crescimento. Os resultados de altura de planta variaram de 2,31 – 2,47, o que é característica da cultivar plantas com altura média de 2,40 m, os valores encontrados neste trabalho foram próximos aos encontrados por Carvalho et al. (2004b), cuja variação foi 1,97 – 2,04, que também trabalharam com adubos verdes feijão guandu e crotalária. Já com relação ao diâmetro do colmo, de forma semelhante Kappes et al. (2013) não observaram diferença significativa na variável diâmetro do colmo, quando utilizaram os adubos verdes crotalária e milho em dois anos agrícolas.

Tabela 7. Comparação entre as leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha⁻¹).

VAR	0			20			40			CV (%)
	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	
ALT	2,31 a	2,38 a	2,41 a	2,33 a	2,45 a	2,47 a	2,40 a	2,38 a	2,46 a	4,51
DC	24,48 a	23,70 a	24,33 a	25,93 a	25,86 a	25,65 a	25,49 a	25,31 a	25,74 a	5,14
AF	5945,7 a	5698,7 a	5319,7 a	5875,2 a	6141,7 a	7013,6 a	6252,3 ab	5122,9 b	6626,9 a	9,17
MS	190,50 b	246,95 ab	261,67 a	265,47 a	281,15 a	314,83 a	221,41 b	301,50 a	299,50 a	10,92

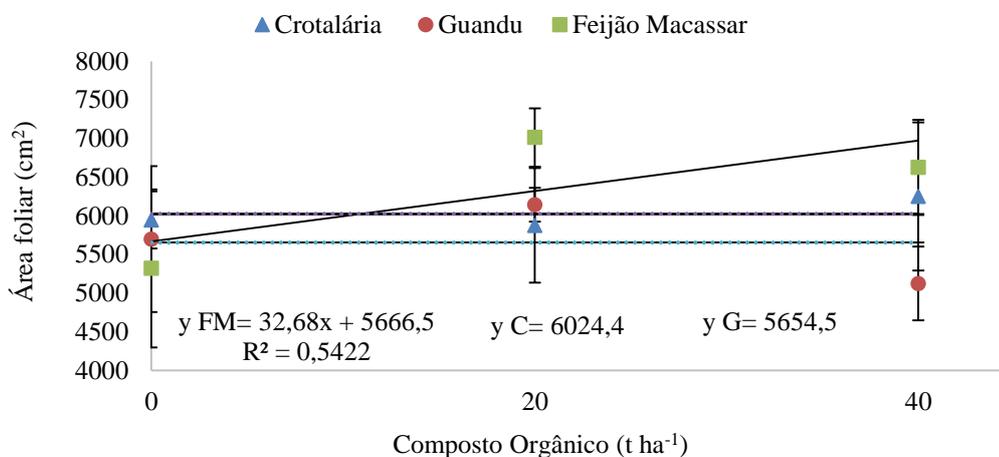
Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. VAR (variável), CROT (crotalária), GUAD (guandu), MAC (macassar); ALT – altura (cm); DC - diâmetro do colmo (mm); AF - área foliar (cm²) e MS - massa seca parte aérea (g).

A área foliar das plantas de milho que foram adubadas com adubo verde feijão macassar só diferiu daquelas adubadas com feijão guandu na quantidade de 40 t ha⁻¹. Uma vez que apenas na maior quantidade de composto orgânico houve diferenciação entre os adubos verdes estudados, pode-se inferir que houve influência do composto orgânico sobre essa variável de crescimento, sobretudo quando combinado com o adubo verde feijão macassar, que proporcionou plantas de milho com maior área foliar. Mata et al. (2010) também verificaram influência significativa na área foliar de plantas de milho em função da aplicação de esterco bovino.

A massa seca da parte aérea das plantas de milho foi influenciada significativamente pelo emprego do adubo verde feijão macassar, favorecendo maiores valores tanto na ausência de composto quanto na quantidade de 40 t ha⁻¹ (Tabela 6). Em ambas situações, o referido adubo verde só proporcionou acréscimo significativo às plantas de milho quando estas foram adubadas com crotalária, portanto não diferindo da matéria seca obtidas por plantas de milho adubadas com feijão guandu anão. Wang et al. (2013) em seus ensaios verificou que as parcelas não fertilizadas tiveram menor quantidade de biomassa ao longo do seu ciclo.

A temperatura e a radiação solar está diretamente ligada ao acúmulo de fitomassa seca (ASSIS et al., 2006), o que pode ter contribuído no incremento da matéria seca. A área foliar está diretamente ligada a matéria seca, pois a medida que aumenta a área foliar também aumentará a interceptação da radiação solar, que culminará com incremento na massa seca.

Para a variável área foliar, conforme a Figura 9, as quantidades do composto orgânico, onde houve a incorporação do adubo verde feijão macassar, proporcionaram aumento linear na área foliar, sendo na quantidade de 40 t ha⁻¹ observadas plantas de milho com maior área. As quantidades de composto aplicadas onde se adubou com crotalária e guandu os dados da referida variável não se ajustaram ao modelo de regressão polinomial linear. Semelhantemente, Cancelier et al. (2010) obtiveram maior área foliar fazendo uso da dose de 40 t ha⁻¹ de esterco (4909 cm²), do que as doses de 0 e 20 t ha⁻¹, porém com valores abaixo dos obtidos neste estudo.

Figura 9. Relação entre as quantidades de composto orgânico e a área foliar.

Na Tabela 8, encontra-se a comparação entre tratamentos orgânicos (quantidades de composto e adubos verdes) e o tratamento químico mineral, pode-se observar que não houve diferença significativa na altura de planta, massa seca da parte aérea e área foliar em plantas de milho adubadas tanto com adubos orgânicos quanto com químico mineral, apenas o diâmetro do colmo de plantas de milho adubadas com o adubo químico mineral foi superior ($p > 0,05$) aquelas cultivadas com os adubos verde feijão guandu e feijão macassar na quantidade 0.

Tabela 8. Comparação do tratamento químico com as leguminosas em cada quantidade de composto orgânico.

TRAT	ALT	DC	MS	AF
QUIMICO	2,42	27,57	324,00	7194,23
CROT+D 0	2,31 ^{ns}	24,48 ^{ns}	190,50 ^{ns}	5945,73 ^{ns}
CROT+D 20	2,33 ^{ns}	25,93 ^{ns}	265,47 ^{ns}	5875,23 ^{ns}
CROT+D 40	2,40 ^{ns}	25,49 ^{ns}	221,41 ^{ns}	6252,33 ^{ns}
GUANDU+D 0	2,38 ^{ns}	23,70*	246,95 ^{ns}	5698,76 ^{ns}
GUANDU+D 20	2,45 ^{ns}	25,86 ^{ns}	281,15 ^{ns}	6141,74 ^{ns}
GUANDU+D 40	2,38 ^{ns}	25,31 ^{ns}	301,50 ^{ns}	5122,97 ^{ns}
MACASSAR+D 0	2,41 ^{ns}	24,33*	261,67 ^{ns}	5319,75 ^{ns}
MACASSAR+D 20	2,47 ^{ns}	25,65 ^{ns}	314,83 ^{ns}	7013,64 ^{ns}
MACASSAR+D 40	2,46 ^{ns}	25,74 ^{ns}	299,50 ^{ns}	6626,95 ^{ns}
DMS	0,263	3,17	71,92	1365,1

Pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. ALT - altura de planta (cm); DC - diâmetro do colmo (mm); MS - massa seca da parte aérea (g) e AF - área foliar (cm²) *significativo; ns não significativo.

Doan et al. (2015) observaram maiores valores de biomassa do milho, quando estes foram cultivados com composto orgânico do que com fertilizante mineral, no qual

houve um decréscimo ao longo dos três anos de cultivo, sendo 0,26, 0,14 e 0,15 kg m⁻² respectivamente. Já no manejo orgânico obtiveram 0,31, 0,18 e 0,29 kg m⁻² respectivamente.

Os valores referentes a altura de inserção da primeira espiga, número de espigas por planta, comprimento da espiga e diâmetro médio da espiga podem ser observados na Tabela 9. Nesta é possível observar que a altura de inserção da primeira espiga não diferiu ($p > 0,05$). Da mesma forma Carvalho et al. (2004b) utilizando adubos verdes, entre eles feijão guandu e crotalária, não encontraram diferença significativa em relação a altura de inserção da primeira espiga, em dois anos de cultivo, onde obtiveram 1,06 – 1,12 m para o feijão guandu e 1,10 – 1,16 m para a crotalária. De forma geral, as plantas de milho manejadas neste experimento alcançaram altura de inserção de espiga superior a estes, variando de 1,10 – 1,20 m, porém inferior as características da cultivar, a qual atinge 1,40m. Contudo, não é interessante por ocasião da colheita, pois plantas muito altas quebram e acamam com maior facilidade, o que ocasiona dificuldades durante a colheita.

Tabela 9. Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha⁻¹).

VAR	0			20			40			CV (%)
	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	
IE	110,2 a	115,7 a	123 a	112,4 a	113,9 a	127,4 a	121,2 a	113,8 a	123,9 a	8,99
NE	1,46 a	1,51 a	1,33 a	1,51 ab	1,76 a	1,47 b	1,5 a	1,5 a	1,63 a	8,65
CE	20,08 a	19,95 a	19,69 a	20,41 a	20,35 a	20,26 a	22,91 a	20,45 a	20,98 a	7,17
DME	24,48 a	23,7 a	24,33 a	25,93 a	25,86 a	25,65 a	25,49 b	25,31 b	25,74 a	2,60

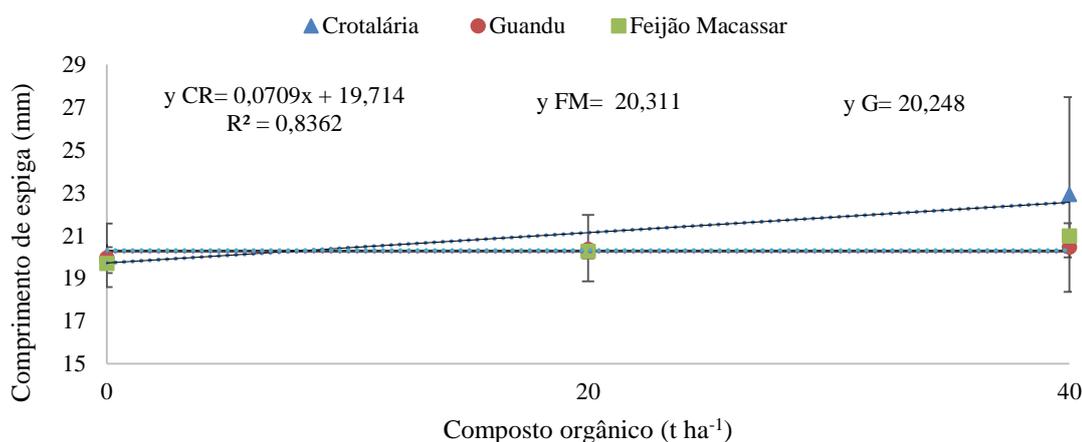
Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. VAR (variável), CROT (crotalária), GUAD (guandu), MAC (macassar); IE - inserção da primeira espiga (cm); NE (nº de espigas); CE - comprimento de espiga (cm) e DME - diâmetro médio da espiga (mm).

Para o número de espigas, houve diferença estatística entre as leguminosas utilizadas como adubo verde na quantidade de 20 t ha⁻¹, onde a leguminosa que proporcionou as plantas de milho maior número de espigas foi o feijão guandu anão, porém diferiu apenas do feijão macassar. Já a crotalária proporcionou quantidade de espiga que não diferiu ($p > 0,05$) nem do adubo verde feijão macassar nem guandu.

Ainda na Tabela 9, pode-se observar que não houve diferença estatística para a variável comprimento médio de espiga em função do emprego das leguminosas, porém em relação ao diâmetro médio, as espigas colhidas de planta de milho adubadas com adubo verde feijão macassar na quantidade de 40 t ha⁻¹ obtiveram maior valor.

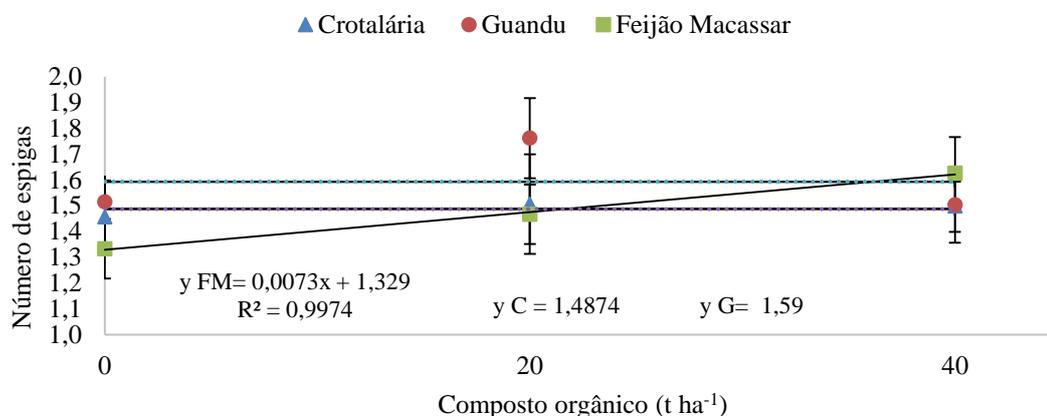
Avaliando o efeito das quantidades de composto em cada leguminosa (Figura 10), constata-se que quanto maior a quantidade do composto, maior o comprimento da espiga, sobretudo quando as espigas foram colhidas em plantas de milho adubadas com crotalária. O mesmo resultado não ocorreu quando as quantidades foram estudadas dentro dos adubos verde feijão guandu anão e macassar, não sendo observado efeito do composto orgânico no comprimento da espiga. Os valores médios encontrados para já referida variável foram de 20,248 e 20,311 cm, em função das quantidades do composto na presença de guandu e feijão macassar, respectivamente. Ohland et al. (2005) trabalhando com adubação verde (ervilhaca e nabo forrageiro) não obtiveram diferença significativa para a característica comprimento de espiga, alcançando valores médios de 19,7 cm, valores estes ainda inferiores ao encontrados neste trabalho.

Figura 10. Relação entre as quantidades de composto orgânico e o comprimento da espiga.



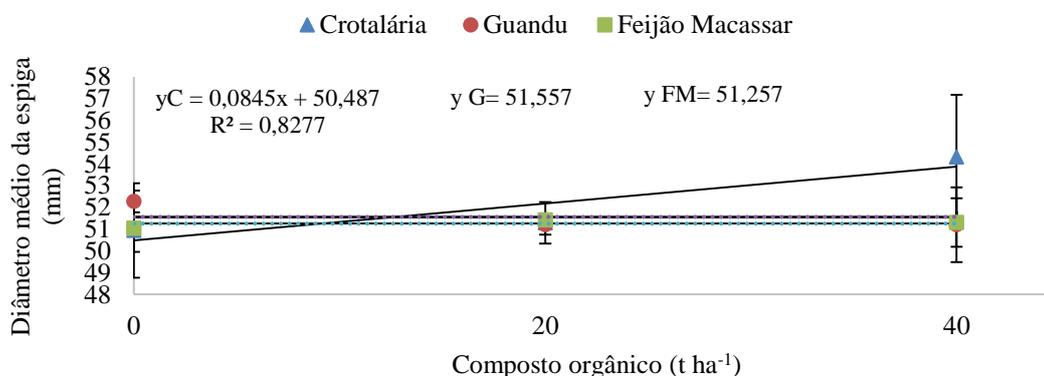
Observando a Figura 11, percebe-se que há um aumento linear do número de espiga oriundas de plantas de milho adubadas com quantidades de composto orgânico associadas ao adubo verde feijão macassar, pois a medida que se elevaram as quantidades de composto houve resposta positiva com relação ao número de espigas. Porém, quando foi analisado considerando as quantidades de composto dentro dos adubos verde crotalária e feijão guandu anão, os dados referente a variável estudada não se ajustaram a modelo de regressão polinomial linear, sendo obtida número médio de espigas de 1,48 e 1,59 para os respectivos adubos verde. Souza et al. (2015) em seus ensaios observaram maior quantidade de espigas, produtividade e peso médio, quando as plantas de milho foram submetidas a adubação verde (crotalária e tremoço branco) e composto orgânico.

Figura 11. Relação entre as quantidades de composto orgânico e o número de espigas.



Na figura 12 é possível verificar a relação entre o diâmetro das espigas e as quantidades de composto orgânico, sobretudo quando as plantas de milho foram adubadas com crotalária havendo incremento no diâmetro com o aumento das quantidades de composto. Ohland et al. (2005) trabalhando com adubação verde (ervilhaca e nabo forrageiro) obtiveram diferença significativa para a característica diâmetro da espiga, alcançando valores de 50,2 mm, ainda abaixo dos encontrados neste estudo. Característica essa, que determina o potencial produtivo, pois segundo os mesmos, o diâmetro da espiga é influenciado pelas características genéticas e está diretamente relacionado com enchimento de grãos e número de fileiras de grãos.

Figura 12. Relação entre as quantidades de composto orgânico e o diâmetro médio da espiga.



Na Tabela 10, nota-se que as variáveis altura de inserção da primeira espiga, número de espigas, comprimento de espiga e diâmetro médio de espiga, não apresentaram diferença estatística com relação ao químico.

Tabela 10. Comparação do tratamento químico com as leguminosas em cada quantidade de composto orgânico.

TRAT	IE	NE	CE	DME
QUIMICO	120,59	1,53	21,68	52,32
CROT+D 0	110,22 ^{ns}	1,46 ^{ns}	20,08 ^{ns}	50,93 ^{ns}
CROT+D 20	112,46 ^{ns}	1,51 ^{ns}	20,41 ^{ns}	51,29 ^{ns}
CROT+D 40	121,26 ^{ns}	1,50 ^{ns}	22,91 ^{ns}	54,31 ^{ns}
GUANDU+D 0	115,70 ^{ns}	1,51 ^{ns}	19,95 ^{ns}	52,27 ^{ns}
GUANDU+D 20	113,95 ^{ns}	1,76 ^{ns}	20,35 ^{ns}	51,20 ^{ns}
GUANDU+D 40	113,89 ^{ns}	1,50 ^{ns}	20,45 ^{ns}	51,20 ^{ns}
MACASSAR+D 0	123,00 ^{ns}	1,33 ^{ns}	19,69 ^{ns}	51,04 ^{ns}
MACASSAR+D 20	127,41 ^{ns}	1,47 ^{ns}	20,26 ^{ns}	51,43 ^{ns}
MACASSAR+D 40	123,91 ^{ns}	1,63 ^{ns}	20,98 ^{ns}	51,30 ^{ns}
DMS	25,85	0,32	3,60	3,26

Pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. IE (inserção da primeira espiga/cm); NE (n° de espigas); CE - comprimento de espiga (cm) e DME - diâmetro médio da espiga (mm). *significativo; ns não significativo.

Pela Tabela 11, verificam-se os resultados da adubação das plantas de milho com adubos verdes e composto orgânico nas variáveis número de fileiras, número de grãos por fileiras, número de grãos, massa de 1000 grãos e produtividade. O número de fileiras, número de grãos por fileira e número de grãos, não apresentaram diferença significativa entre as espigas de milho colhidas de plantas adubadas com as diferentes leguminosas. Da mesma forma Kappes et al. (2013) para a variável, número de fileiras de grãos, utilizando adubos verdes e doses de N em cobertura, não observaram diferença estatística, o que leva a inferir que esta variável está mais ligada a característica genética do que a práticas de manejo.

Tabela 11. Comparação das leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico (0, 20 e 40 t ha⁻¹).

VAR	0			20			40			CV (%)
	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	
NF	1,46 a	1,51 a	1,33 a	1,51 a	1,76 a	1,47 a	1,5 a	1,5 a	1,63 a	3,59
NGF	33,73 a	34,77 a	34,02 a	34,19 a	35,62 a	35,53 a	34,45 a	34,94 a	36,38 a	4,42
NG	506,4 a	504,9 a	498,8 a	499,4 a	500,6 a	523,7 a	527,2 a	525,0 a	515,9 a	4,64
M1000G	360,8 a	366,4 a	372,1 a	397,8 a	391,2 a	368,1 a	380,6 a	367,0 a	408,1 a	5,87
PRODT	15,5 a	15,9 a	14,1 a	15,2 a	17,5 a	16,3 a	15,8 a	15,1 a	17,7 a	8,88

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. VAR (variável), CROT (crotalaria), GUAD (guandu), MAC (macassar), NF (n° de fileiras), NG (n° de grãos), NGF (n° de grãos/fileira); M1000G - massa de 1000 grãos (g); PRODT - produtividade (t ha⁻¹).

A massa de 1000 grãos não foi influenciada ($p > 0,05$) em função da adubação verde com as leguminosas dentro de cada quantidade de composto.

Os valores de massa de 1000 grãos deste trabalho, independente da leguminosa utilizada, foram superiores aos obtidos por Ohland et al. (2005) quando este utilizou a

adubação verde, ervilhaca peluda e nabo forrageiro, seus resultados variaram entre 353 e 332,9 g mil grãos⁻¹.

Com relação à produtividade de milho, não houve diferença significativa em função do adubo verde crotalária, feijão guandu anão e feijão macassar (Tabela 9).

Yang et al. (2015) também não observaram efeitos significativos, no começo dos ensaios com trigo e milho na China, quando utilizaram materiais orgânicos, onde estes relatam que pode ter sido devido a imobilização dos nutrientes pelos microrganismos e por o mesmo possuir liberação lenta. Onde ao logo do tempo, ambos os rendimentos de trigo e milho foram se tornando significativos.

Erhart et al. (2005) em seus ensaios na Áustria, também observaram que a resposta inicial a compostagem foi baixa, aumentando ao longo do tempo. E que solos com alta fertilidade respondem menos a aplicação do composto. De tal forma, que nos primeiros quatro anos, os rendimentos do controle (sem fertilizantes), se igualava ou mesmo ultrapassava os rendimentos médios dos demais tratamentos, pois, o composto orgânico é uma fonte de liberação lenta e constante de nitrogênio.

Efthimiadou et al. (2009) constataram que os adubos orgânicos afetaram a produtividade, crescimento e índice de clorofila em plantas de milho doce, sendo o de impacto mais expressivo o estrume de vaca. Sendo os menores índices encontrados no tratamento controle.

Ambrosano et al. (2009) verificaram que em ambos os solos estudados, os que foram submetidos a adubação verde continha concentração de N maior do que aqueles sem. E que a mucuna-preta incorporada apresentou níveis de N maiores quando comparados aos da crotalária. Sendo a decomposição das leguminosas maior em solos de textura média. Mais de 20% do N disponibilizado pela adubação verde foi absorvido pelas plantas de milho, sendo a maior parte perdida, sugerindo uma mineralização, desta forma a adubação verde proporcionou efeitos positivos para a cultura do milho, bem como qualquer outra cultura posterior, por apresentar um efeito residual nos solos.

Ambrosano et al. (2003) relataram que resíduos de feijão comum adicionados ao solo, promoveu a imobilização do nitrogênio inorgânico e que os adubos verdes incorporados foram mais mineralizados, impedindo a mineralização do nitrogênio orgânico nativo, sendo a imobilização maior nas primeiras semanas de incorporação, liberando recentemente o nitrogênio.

Oliveira et al. (2013) chegaram a conclusão em seus ensaios que os maiores índices de produtividade de milho, maiores valores de acúmulo de matéria seca pelas folhas, colmo, espigas e maior índice de área foliar, foram alcançadas quando estes foram cultivados sobre a palhada de feijão comum.

De acordo com a Figura 13, as plantas de milho adubadas com quantidades crescentes de composto orgânico na presença de feijão macassar alcançaram produtividades correspondentes ao incremento das quantidades de composto, sendo a de 40 t ha⁻¹ a que ocasionou maiores valores. Já quando a produtividade foi avaliada em plantas de milho cultivadas em função das quantidades do composto e dos adubos verde crotalária e o feijão guandu não pode ser expressada por modelo de regressão polinomial. A produtividade média obtida a partir do emprego do composto orgânico foi, respectivamente para crotalária e guandu, de 15,497 e 16,187 t ha⁻¹. Diferindo de Carvalho et al. (2004b), que obtiveram produtividade de milho com utilização da crotalária na ordem de 7,5 t ha⁻¹ no primeiro ano de cultivo e 4,37 t ha⁻¹ no segundo ano, valores estes bem abaixo dos encontrados neste trabalho. Amaral Filho et al. (2005) observaram um aumento linear no número de grãos por espiga, na massa de 1000 grãos e na produtividade de milho, com o aumento das doses de N em cobertura.

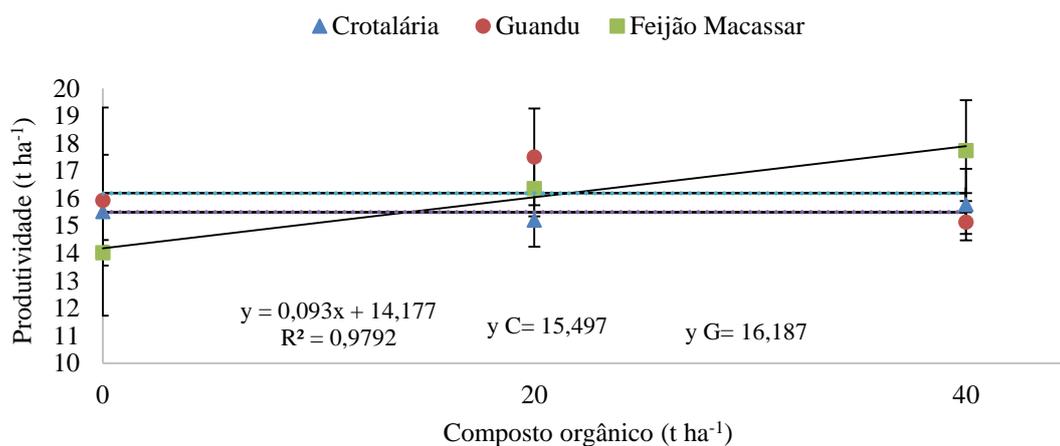
Fabunmi & Agbonlahor (2012) também obtiveram maiores produtividades de milho, quando submetidos a adubação verde, por meio da leguminosa feijão macassar. As produtividades alcançadas neste trabalho, foram superiores as médias do estado de Pernambuco e as médias Nacionais, que foram de 0,5 t ha⁻¹ e 5 t ha⁻¹ respectivamente na safra de 2014/2015 (Conab, 2015).

Silva et al. (2008) trabalhando com milho irrigado, submetido a adubação verde e doses de N mineral, na região do Rio Grande do Sul atingiram valores máximos de 13,4 t ha⁻¹, quando estas foram cultivadas em sucessão a aveia-branca na maior dose de N de 180 kg ha⁻¹. Já, neste estudo a produtividade variou de 14,1 até 17,7 t ha⁻¹.

As elevadas produtividades alcançadas verificadas no presente estudo podem está relacionadas entre outros fatores a temperatura registrada durante o ciclo do milho que foi adequada para um melhor desenvolvimento deste, pois com as temperaturas médias noturnas inferiores a 24°C, há uma diminuição da respiração celular, ocasionando um maior acúmulo de fotoassimilados, contribuindo positivamente com a fase de enchimento de grãos (GALVÃO et al., 2015).

Segundo Assis et al. (2006) a produtividade potencial de plantas de milho, depende das características genéticas da cultivar, temperatura e radiação solar. Como no decorrer do desenvolvimento do milho não ocorreram limitações térmicas, isso pode ter contribuído para que as plantas atingissem estas produtividades.

Figura 13. Relação entre as quantidades de composto orgânico e a produtividade do milho.



Na Tabela 12, apenas a variável produtividade alcançou valores inferior estatisticamente em relação a adubação química mineral quando as plantas de milho foram adubadas com o adubo verde feijão macassar na quantidade 0. Nas demais comparações, não houve diferença significativa entre os fertilizantes minerais e orgânicos.

Silva et al. (2007) utilizando por quatro anos consecutivos aplicação de composto orgânico na cultura do milho, obtiveram boas produtividades, independente da população, sendo estas superiores à 8 t ha⁻¹. Observaram que o uso contínuo da adubação organomineral, por vários anos, resulta em aumentos significativos de produção. Yang et al. (2015) ao longo de seus ensaios (33 anos), observaram que houve uma diminuição na produção de trigo em Tianjin, quando fizeram uso exclusivo de fertilizantes inorgânicos, entretanto, houve um aumento considerável na produção quando este foi aplicado junto com esterco.

Taheri et al., (2012) não encontraram diferença significativa na produtividade da batata submetido a composto e esterco animal, o que pode ter ocorrido devido ao solo ser

pobre em matéria orgânica, de modo que a aplicação não influenciou a produtividade. Embora, esta aplicação tenha melhorado características físicas do solo ao longo do tempo.

Tabela 12. Comparação do tratamento químico com a leguminosas nas diferentes quantidades de composto orgânico.

TRAT	NF	NG	NGF	1000G	PRODUT
QUIMICO	15,27	535,60	35,07	410,77	17,8
CROT+D 0	15,07 ^{ns}	506,47 ^{ns}	33,73 ^{ns}	360,80 ^{ns}	15,5 ^{ns}
CROT+D 20	14,63 ^{ns}	499,49 ^{ns}	34,19 ^{ns}	397,83 ^{ns}	15,2 ^{ns}
CROT+D 40	15,27 ^{ns}	527,28 ^{ns}	34,45 ^{ns}	380,67 ^{ns}	15,8 ^{ns}
GUANDU+D 0	14,47 ^{ns}	504,93 ^{ns}	34,77 ^{ns}	366,43 ^{ns}	15,9 ^{ns}
GUANDU+D 20	14,24 ^{ns}	500,67 ^{ns}	35,62 ^{ns}	391,23 ^{ns}	17,5 ^{ns}
GUANDU+D 40	15,07 ^{ns}	525,03 ^{ns}	34,94 ^{ns}	367,07 ^{ns}	15,1 ^{ns}
MACASSAR+D 0	14,67 ^{ns}	498,87 ^{ns}	34,02 ^{ns}	372,17 ^{ns}	14,1*
MACASSAR+D 20	14,87 ^{ns}	523,77 ^{ns}	35,53 ^{ns}	368,17 ^{ns}	16,3 ^{ns}
MACASSAR+D 40	14,27 ^{ns}	515,90 ^{ns}	36,38 ^{ns}	408,17 ^{ns}	17,7 ^{ns}
DMS	1,29	57,98	3,74	54,57	3,5

Pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. NF (n° de fileiras); NG (n° de grãos); NGF (n° de grãos/fileira); M1000G - massa de 1000 grãos (g); PRODT - produtividade (t ha⁻¹). *significativo; ns não significativo.

Na Tabela 13, tem-se o resultado do carbono orgânico total e a matéria orgânica do solo, onde ambas não foram influenciadas pelo emprego das leguminosas utilizadas como adubo verde, dentro de cada quantidade de composto. Como este trabalho só foi realizado em um ano agrícola os efeitos podem não ser assim tão evidentes em curto prazo.

Tabela 13. Carbono orgânico total e matéria orgânico do solo após colheita do milho, submetidos a adubação verde e a diferentes quantidades de composto (0,20 e 40 t ha⁻¹).

VAR	0			20			40			CV (%)
	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	CROT	GUAD	MAC	
COT	9,90 a	10,66 a	12,19 a	9,41 a	11,44 a	14,34 a	11,03 a	13,49 a	15,43 a	27,56
MOS	17,07 a	18,38 a	19,01 a	16,22 a	19,72 a	24,72 a	21,01 a	23,26 a	26,60 a	27,56

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. VAR (variável), CROT (crotalaria), GUAD (guandu), MAC (macassar); COT - carbono orgânico total (g de C kg⁻¹ de solo); MOS - Matéria orgânica do solo (g de C kg⁻¹ de solo).

Na Tabela 14, pode-se observar que não houve diferença significativa para o carbono orgânico total e a matéria orgânica do solo em função do tratamento químico e o orgânico (quantidades de composto orgânico e adubos verdes). Corroborando com este trabalho, Souza & Guimarães (2013) não observaram diferenças significativas no teor de matéria orgânica do solo, com a utilização destas leguminosas em pré-cultivo e que

possivelmente ocorra devido ao curto espaço de tempo de cultivo (2 anos). Já Silva et al. (2013) verificaram aumento linear na matéria orgânica do solo, utilizando composto orgânico com biomassa de gliricídea (*Gliricidia sepium*) na sua composição.

O baixo resultado da crotalária também pode ser devido a sua decomposição mais lenta, por esta apresentar um alto teor de lignina (SILVA et al., 2003). Pois, durante a colheita do milho ainda foi observado restos de caule da crotalária sobre o solo, o que significa que este ainda não havia terminado seu ciclo de decomposição. Talvez devido ao curto período experimental (quatro meses), pois da mesma forma Pereira et al. (2011), relata que faz-se necessário vários ciclos para que a adubação verde vinhesse expressar resultados significativos, para suceder maior acúmulo de nutrientes e matéria orgânica no solo.

Menezes & Silva (2008) observaram que aplicando esterco associado a adubação verde (crotalária), elevou-se significativamente os teores de carbono orgânico do solo e de outros nutrientes na camada de 0-20cm de profundidade. Já a adubação verde (crotalária) de forma isolada, não mostrou efeito positivo nas características químicas do solo, estes efeitos foram avaliados anualmente no decorrer de seis anos.

Além disso, a adubação orgânica é mais eficiente que os fertilizantes químicos no acúmulo de carbono orgânico no solo e no sequestro de carbono (GONG et al., 2009).

A disponibilidade de N orgânico, que pode ser por meio de diferentes fontes, a depender da composição química, também podem ser influenciadas pela umidade do solo e temperatura (AGEHARA & WARNCKE, 2005).

Tabela 14. Comparação do tratamento químico com as leguminosas dentro de cada quantidade de composto orgânico.

TRAT	COT	MOS
QUIMICO	12,81	22,09
CROT+D 0	9,90 ^{ns}	17,07 ^{ns}
CROT+D 20	9,41 ^{ns}	16,22 ^{ns}
CROT+D 40	11,03 ^{ns}	19,01 ^{ns}
GUANDU+D 0	10,66 ^{ns}	18,38 ^{ns}
GUANDU+D 20	13,75 ^{ns}	23,70 ^{ns}
GUANDU+D 40	14,85 ^{ns}	25,60 ^{ns}
MACASSAR+D 0	11,11 ^{ns}	19,15 ^{ns}
MACASSAR+D 20	13,11 ^{ns}	22,61 ^{ns}
MACASSAR+D 40	15,94 ^{ns}	27,48 ^{ns}
DMS	8,11	13,98

Pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. COT (carbono orgânico total) e MOS(matéria orgânica do solo) *significativo; ns não significativo.

4. CONCLUSÕES

A técnica de adubação verde aliada a utilização do composto orgânico pode substituir a adubação química, sem que haja danos a produtividade de milho.

O composto orgânico associado ao adubo verde feijão macassar proporciona maior produtividade do milho do que com o adubo verde crotalária e com o adubo verde feijão guandu anão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEHARA, S.; WARNCKE, D. D. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. **Soil Science Society of America Journal**, 69 (2005), pp. 1844–1855.

ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 5, p. 1017-1022, 2010.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:467-473, 2005.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; MURAOKA, T. Nitrogen mineralization in soils amended with sunnhemp, velvet bean and common bean residues. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.133-137, Jan./Mar. 2003.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, L. A; MURAOKA, ROSSI, F. 15N-labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. **Scientia Agricola**, v.68, n.3, p.361-368, 2011.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A.; MURAOKA, T.; GUIRADO, N.; ROSSI, F. Nitrogen supply to maize from sunn hemp and velvet bean green manures. **Scientia Agricola**, 66: 386-394. 2009.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio na planta de milho no espigamento. **Resumos**. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE: MILHO & FEIJÃO, 2, 1999, Lages: UDESC/EPAGRI, 1999. p.44-49.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.109-119, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1379-1387, 2004.

ASSOCIATION OF OFICIAL AND AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the association, 12° ed. Washington, DC, 1975. 1094p.

ASSIS, F. B.; BASSO, F. C.; LARA, E. C.; RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FERNADES, L. O.; RABELO, C. H. S.; REIS, R. A. Caracterização agrônômica e

bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2869-2882, 2014.

ASSIS, J. P.; DOURADO-NETO, D. REICHARDT, K.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Dados climáticos simulados e produtividade potencial do milho. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.731-737, maio 2006.

BARBOSA, F. R.; SILVA, C. S. B.; CARVALHO, G. K. L. Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas. **Embrapa Semi-Árido**, 2006.

BERTRAN, E.; SORT, X.; SOLIVA, M.; TRILLAS, I. Composting winery waste: sludges and grape stalks. **Bioresource Technology**, Essex, v.95, p.203-208, 2004.

BRASIL. Lei Federal nº. 10.831, de 23 de dezembro 2003. **Dispõe sobre a Produção Orgânica de Alimentos e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, n. 250, p.8.

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

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F. G.; ADORIAN, G. C.; RODRIGUES, H. V. M. Influencia da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.5, p. 25 – 32. Dezembro de 2010.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004a.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 47-53, 2004b.

CASTRO, A. M. C; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônômico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, v.1, n.2, p.35-44, 2008.

CAVALCANTI, F. J. A.; SANTOS, J. C. P.; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L.; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUZA, A. R.; MESSIAS, A. S.; FARIAS, C. M. B.; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ª Ed.** Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA, 2008. 212 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra 2014/ 2015**. Acesso em 04 de junho de 2015. Online disponível em www.conab.gov.br.

DOAN, T. T.; HENRY-DES-TUREAUX, T.; RUMPEL, C.; JANEAU, J-L.; JOUQUET, P. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. **Science of the Total Environment** 514 (2015) 147–154.

EFTHIMIADOU, A.; BILALIS, D.; KARKANIS, A.; FROUD-WILLIAMS, B.; ELEFTHEROCHORINOS, I. Effects of Cultural System (Organic and Conventional) on Growth, Photosynthesis and Yield Components of Sweet Corn (*Zea mays* L.) under Semi-Arid Environment. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, 2009, 104-111.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

ERHART, E.; HARTL, W.; PUTZ, B. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. **European Journal of Agronomy**, 23 (2005), p. 305–314.

EVANYLO, G.; SHERONY, C.; SPARGO, J.; STARNER, D.; BROSIUS, M.; HAERING, K. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 127 (2008) 50–58.

FABUNMI, T. O.; AGBONLAHOR, M. U. The economics of maize production under different cowpea-based green manure practices in the derived savanna zone of nigeria. **Journal of Organic Systems**, 7(2), 2012

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de Milho**. 2º ed. Piracicaba. 2004. 360p.

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

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio a colheita**. Viçosa, MG: ed. UFV, 2015. 351p.

GIOLA, P.; BASSO, B.; PRUNEDDU, G.; GIUNTA, F.; JONES, J.W. Impact of manure and slurry applications on soil nitrate in a maize-triticale rotation: field study and long term simulation analysis. **European Journal of Agronomy** 38, 43–53, 2012.

GONG, W.; YAN, X-Y.; WANG, J-Y.; HU, T-X.; GONG, Y-B. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools under a wheat–maize cropping system in North China Plain. **Plant Soil** (2009) 314:67–76.

INSTITUTO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA (INMET). **Estação Automática: Garanhuns-A322 [online]**. 2015. Disponível em: www.inmet.gov.br/. Acesso em: 28 maio de 2015.

KAPPES, C; ARF, O; ANDRADE, J. A. C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:1310-1321, 2013.

MAPA/Agrofit, 2014. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons!/ap_produto_form_detalhe_cons?p_id_produto_formulado_tecnico=5144&p_tipo_janela=NEW>. Acesso em: 21 de novembro de 2014.

MATA, J. F.; SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Production of hybrid corn under doses of bovine manure. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v3, n 3 Set.- Dez. 2010.

MELO, L.C.A.; SILVA, C.A.; DIAS, B.O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.101-110, 2008.

MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.3, p.251- 257, 2008.

MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O. **Clima e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: Sagra; 1986.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; PORTES, T. A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 239-246, 2013.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C.; MARCHETTI, M.E. & GONÇALVES, M.C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência Agrotecnica**, 29:538-544, 2005.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Embrapa / C.N.P.M.S – Sete Lagoas, MG, 2006 (Circular Técnica 75)**.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, p.191-200, 2011.

POUDEL, D. D.; HORWATH, W. R.; LANINI, W. T.; TEMPLE, S. R.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 90 (2002) 125–137.

PREVIERO, C. A. **Receita de plantas com propriedades inseticidas no controle de pragas**. Palmas: CEULP/ULBRA, 2010.32p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, **Instituto Agrônomo de Campinas**, 1996. p.60-61. (**Boletim**, 100)

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; NETO, E. B.; 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**, v.15, n.8, p.788–793, 2011.

SAKAI, R. H.; AMBROSANO, E. J.; NEGRINI, A. C. A.; TRIVELIN, P. C. O.; SCHAMMASS, E. A.; MELO, P. C. T. N transfer from green manures to lettuce in an intercropping cultivation system. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 679-686, 2011.

SANTOS, H.G.; CARVALHO JÚNIOR, W.; DART, R.O. ÁNGLIO, M.L.D.; SOUSA, J.S.; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A.L.S.; OLIVEIRA, A.P. **O Novo Mapa de Solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67p.

SOUZA, J. L. **Agricultura Orgânica** – tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. v.1, EMCAPA, Domingos Martins – ES, 179p., 1998.

SOUZA J. L.; GUIMARÃES G. P. Alterações químicas promovidas pelo pré-cultivo de *Crotalaria juncea*, associada à adubação com compostos orgânicos de diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2., p 1-8, 2013.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P.; FAVARATO, L. F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. **Horticultura Brasileira** 33: 019-026. 2015.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G. ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, 2007.

SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 81-87, 2003.

SILVA, V. M.; RIBEIRO, P. H.; RABELO, A. F.; SOUZA, J. L. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Agroecologia** 8: 187-198. 2013.

TAHERI, N.; SHARIF-ABAD, H. H.; YOUSEFI, K.; ROHOLLA-MOUSAVI, S. Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition** 2012, 12 (4), 705-714

VARGAS, V. P; SANGOI, L; ERNANI, P. R; SIEGA, E; CARNIEL, G; FERREIRA, M. A. Os atributos nas folhas são mais eficientes que o N mineral no solo para avaliar a disponibilidade desse nutriente para o milho. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p.245-255, 2012.

WANG, J.; WANG, Z.; MAO, H.; ZHAO, H.; HUANG, D. Increasing Se concentration in maize grain with soil- or foliar-applied selenite on the Loess Plateau in China. **Field Crops Research** 150 (2013) 83–90.

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

YANG, J.; GAO, W. REN, S. Long-term effects of combined application of chemical nitrogen with organic materials on crop yields, soil organic carbon and total nitrogen in fluvo-aquic soil. **Soil and Tillage Research**, China. Volume 151, 2015, Pages 67-74.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.