



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
(AGROECOLOGIA).**



**ANÁLISE RESIDUAL DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICA E FÍSICA DO SOLO SOB PLANTAS
DE NONI**

JOSÉ WELLINGTON DE MEDEIROS ESTRELA

Bananeiras-PB

2019

JOSÉ WELLINGTON DE MEDEIROS ESTRELA

**ANÁLISE RESIDUAL DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICA E FÍSICA DO SOLO SOB PLANTAS
DE NONI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Área de concentração: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

Orientadora: Prof. Dra. Belísia Lucia Moreira Toscano Diniz

Comitê de orientação: Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias

Bananeiras-PB

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

E82a Estrela, José Wellington de Medeiros.
Análise Residual de Adubação Orgânica nas
Características Química e Física do Solo Sob Plantas de
noni / José Wellington de Medeiros Estrela. - João
Pessoa, 2019.
49 f.

Orientação: Belisia Lucia Moreira Toscano Diniz.
Coorientação: José Lucínio de Oliveira Freire, Bruno de
Oliveira Dias.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Resíduo. 2. Fertilidade. 3. Cinzas Vegetais. 4.
Matéria Orgânica. I. Diniz, Belisia Lucia Moreira
Toscano. II. Freire, José Lucínio de Oliveira. III.
Dias, Bruno de Oliveira. IV. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

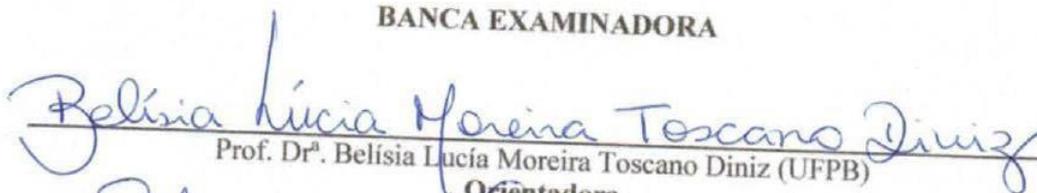
ANÁLISE RESIDUAL DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NAS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICA E FÍSICA DO SOLO SOB PLANTAS DE NONI

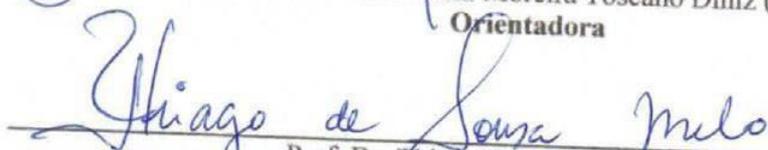
JOSÉ WELLINGTON DE MEDEIROS ESTRELA

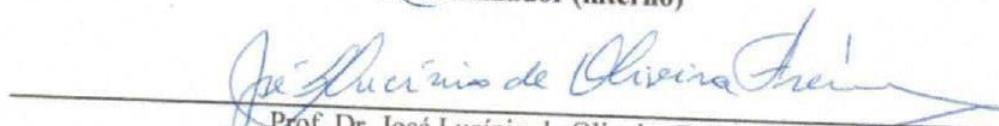
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Dissertação aprovada em 27 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr^a. Belisia Lucia Moreira Toscano Diniz (UFPB)
Orientadora


Prof. Dr. Thiago de Sousa Melo (UFPB)
1º Examinador (interno)


Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire (IFPB)
2º Examinador (externo)

*Aos meus pais **Maria das Graças de Medeiros Estrela e Francisco dos Santos Estrela**, por toda inspiração e norteio da minha vida.*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção, direcionamento e oportunidades concedidas e por toda força que a mim foi dada.

Aos meus pais, Maria das Graças de Medeiros Estrela e Francisco dos Santos Estrela por todo incentivo e apoio.

Aos meus irmãos e (a), Amanda de Medeiros Estrela, Francisco dos Santos Estrela Junior, Ananda Jessica de Medeiros Estrela, Andressa Kelly de Medeiros Estrela e Fabiana Estrela da Silva por fazerem parte da minha vida, colaborando com meu crescimento profissional.

À minha avó paterna Julia Lopes dos Santos (*in memoriam*) por tudo que representou não só para mim, mas para toda minha família. Sua garra e perseverança estarão sempre em nossas memórias.

Ao meu avô materno Severino Zacarias de Medeiros pela sua grande ajuda e colaboração.

Aos meus avôs Brasiliano Estrela (*in memoriam*) e Maria das Neves dos Santos, (*in memoriam*) que infelizmente não estão mais nesse mundo. Saudades eternas!

À minha tia Maria de Fatima de Medeiros por ser exemplo de força e coragem.

À minha orientadora, a professora Dr^a Belísia Lucía Moreira Toscano Diniz pelas oportunidades a mim conferidas e também por seu esforço e paciência em repassar seus conhecimentos. Meu muito obrigado!

Aos meus coorientadores, os professores José Lucínio de Oliveira Freire e Bruno de Oliveira Dias, por suas contribuições.

Á Fábio Fernandes de Araújo pela implatação do experimento.

Ao professor Lourival Ferreira Calvalcante por suas colaborações na implatação da área experimental.

A minha amiga Elisângela de Freitas Mariano por nossa parceria durante este período de nossas vidas. Meus sinceros agradecimentos!

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

A todos que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) PPGCAG.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram com a construção deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
CAPÍTULO I.....	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
Avaliação química do solo.....	20
3.2 Avaliação física do solo.....	31
4 CONCLUSÕES	34
5 REFERÊNCIAS.....	35
CAPÍTULO II.....	38
ABSTRACT.....	39
1 INTRODUÇÃO.....	40
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
Altura da planta.....	43
Diâmetro do caule.....	45
Comprimento dos frutos.....	46
Clorofila total.....	47
4 CONCLUSÕES	48
5 REFERÊNCIAS.....	49

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resultado das análises químicas do solo nas profundidades analisadas.....	13
Tabela 2: Valores médios de precipitação pluviométrica mensal, temperatura e umidade relativa do Ar durante a condução do experimento inicial	14
Tabela 3: Valores médios de precipitação pluviométrica mensal, temperatura e umidade relativa do Ar durante a condução do experimento.....	14
Tabela 4. Caracterização química da cinza vegetal	15
Tabela 5. Análises químicas do esterco bovino e das folhas de bananeira	16
Tabela 6. Resumo da análise de variância das características químicas (pH, MO, P, K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) do solo com uso ou não de esterco bovino (EB), cobertura morta (CM) e doses de cinzas (DC).....	20
Tabela 7. Resumo da análise de variância das características químicas (pH, MO, P, K ⁺ , Ca ²⁺ e SB) em função das doses de cinzas (DC).....	21
Tabela 8. Resumo da análise de variância das características químicas (Na, SB, H ⁺ , Al ³⁺ , Al ³⁺ , CTC, v) do solo, com uso ou não de esterco bovino (EB), cobertura morta (CM) e doses de cinzas (DC).....	24
Tabela 9. Desdobramento da interação tripla na característica química Na (cmol _c dm ⁻³) no esterco bovino (EB) em cada combinação de níveis da cobertura morta (CM) e níveis de cinzas (NC).....	25
Tabela 10. Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de cinzas (DC) sem e com esterco bovino (EB) e cobertura morta (CM) na característica química Na (cmol _c dm ⁻³)	26
Tabela 11. Resumo da análise de variância do desdobramento da cobertura morta (CM) dentro de cada dose de cinzas (DC) na característica química Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	27
Tabela 12. Resumo da análise de variância do desdobramento do esterco bovino (EB) dentro de cada dose de cinzas (DC) nas características químicas de H ⁺ +Al ³⁺ , CTC e v	29
Tabela 13. Resumo da análise de variância das características físicas do solo.....	32

CAPÍTULO II

Tabela 1. Resumo da análise variância para as variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento dos frutos, clorofila total, Massa e diâmetro dos frutos.....	43
Tabela 2. Análise geral da variável altura da planta	44
Tabela 3. Resultados dos valores da variável diâmetro de caule.....	45
Tabela 4. Valores médios da variável Comprimento dos frutos (cm).....	46
Tabela 5. Resultados dos valores da variável Clorofila Total	47

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Área de Aplicação das cinzas vegetais.....	15
Figura 2. Limpeza da area experimental.....	16
Figura 3. Valores médios de pH (a), MO (b), P (c), K ⁺ (d), Ca ²⁺ (e) e SB (f) em função das doses de cinza	22
Figura 4. Valores médios de Na em função das doses de cinzas, sem e com cobertura morta, sem e com esterco bovino	26
Figura 5. Valores médios de Mg ²⁺ sem (□) e com (■) cobertura morta e doses de cinzas (DC)	28
Figura 6. Valores médios de H ⁺ +Al ³⁺ (a), CTC (b) e v (c) sem (□) e com (■) esterco bovino e doses de cinzas (DC).....	30
Figura 7. Valores médio de (a), MO (b), Ca ²⁺ (c), Mg ²⁺ (d), SB do solo sem e com esterco bovino.....	31
Figura 8. Valores médio de DS do solo sem e com esterco bovino	33

CAPÍTULO II

Figura 1: Medição da massa dos frutos.....	42
Figura 2: Medição do diâmetro dos frutos.....	42

CAPÍTULO I

ESTRELA, José Wellington de Medeiros, Universidade Federal da Paraíba, fevereiro de 2019. **Análise residual de adubação orgânica nas características química e física do solo sob plantas de noni.** Orientadora: Prof. Dra. Belísia Lucia Moreira Toscano Diniz.

RESUMO

A utilização de adubações orgânicas no solo possibilita a melhora de sua fertilidade e uma positiva alteração na população de microorganismos, evitando o uso de fertilizantes químicos e o encarecimento da produção. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual da cinza vegetal, esterco bovino e cobertura morta, sob as características químicas e físicas do solo em plantas de noni após dois anos do cultivo inicial. Foram utilizados 20 tratamentos na condução do experimento, referente a cinco doses de cinzas (0; 0,9; 4,4; 7,8; 11,33 kg planta⁻¹), com e sem cobertura morta oriunda das folhas de bananeira, sem e com 1,4 kg planta⁻¹ de esterco bovino. A área experimental possui dimensões de 40 m x 70 m. Está localizada no Setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, município de Bananeiras, PB. No ano de 2016, a mesma recebeu a aplicação dos tratamentos acima mencionados. No mês de maio de 2018, foi realizada a coleta do solo para avaliarmos os efeitos residuais dos tratamentos nas propriedades edáficas (química e física). Foram realizadas as seguintes análises químicas pH, P, K⁺, Na⁺, H⁺+Al³⁺, Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, MO, SB, CTC, e V% do solo e físicas densidade do solo e de partículas, porosidade total, condutividade elétrica e textura. A aplicação de cinzas vegetais elevou o pH do solo e os teores de P, K⁺ e Ca²⁺, evidenciando que a utilização desta adubação pode suprir a deficiência destes nutrientes e que seu efeito no solo é duradouro. A adubação com esterco bovino elevou o teor de matéria orgânica, soma de base e cálcio. A utilização da cobertura morta com a palhada da bananeira não influenciaram as propriedades químicas do solo. O esterco bovino proporcionou a diminuição da densidade do solo.

Palavras-chave: Resíduo, fertilidade, cinzas vegetais, matéria orgânica.

ESTRELA, José Wellington de Medeiros, Federal University of Paraíba, February, 2019.
Residual analysis of organic fertilization on the chemical and physical characteristics of soil under noni plants. Advisor: Prof. Dra. Belísia Lucia Moreira Toscano Diniz.

ABSTRACT

The use of organic fertilizers in the soil enables the improvement of its fertility and a positive change in the population of microorganisms, avoiding the use of chemical fertilizers and making production more expensive. The objective of this work was to evaluate the residual effect of the vegetal ash, bovine manure and mulching, under the chemical and physical characteristics of the soil in noni plants after two years of the initial cultivation. Twenty treatments were used to conduct the experiment, with five doses of ash (0, 0.9, 4.4, 7.8, 11.33 kg plant⁻¹), with and without dead cover from banana leaves, without and with 1.4 kg plant⁻¹ of bovine manure. The experimental area has dimensions of 40 m x 70 m. It is located in the Agricultural Sector of the Center for Human, Social and Agrarian Sciences, Campus III, Federal University of Paraíba, municipality of Bananeiras, PB. In the year 2016, it received the application of the above mentioned treatments. In May 2018, the soil was collected to evaluate the residual effects of treatments on edaphic properties (chemical and physical). The following chemical analyzes were performed: pH, P, K⁺, Na⁺, H⁺, Al³⁺, Al³⁺, Ca²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, MO, SB, CTC, and V% of soil and physical soil and particle density, total porosity, electrical conductivity and texture. The application of vegetal ashes increased the pH of the soil and the levels of P, K⁺ and Ca²⁺, evidencing that the utilization of this fertilization can overcome the deficiency of these nutrients and that their effect on the soil is long lasting. Fertilization with bovine manure increased the content of organic matter, sum of base and calcium. The use of mulch with banana straw did not influence the chemical properties of the soil. Bovine manure provided a decrease in soil bulk density.

Key words: Residue, fertility, plant ash, organic matter.

1 INTRODUÇÃO

O noni (*Morinda citrifolia* L.) pertence à família das *Rubiaceae*, tem origem no sudoeste da Ásia, o seu cultivo e consumo têm aumentado rapidamente em todas as regiões do mundo, inclusive no Brasil (Pimentel *et al.* 2016).

O observado avanço no cultivo desta planta dar-se pelo interesse e uso popular do mesmo, devido ao aumento das diversas informações sobre a sua capacidade de cura de várias enfermidades, inclusive o câncer. Alguns pesquisadores chegam a afirmar que o fruto alcança mais de 120 problemas de saúde que podem ser tratados, e até curados, com a planta e seus extratos (Rodriguez, 2004). Costa *et al.*, (2013) afirmam que o noni, têm recebido cada vez mais espaço, tanto pela procura de benefícios que os mesmos possam oferecer, como pela busca por diferentes tipos de fontes alimentares.

De acordo com Silva (2010) o noni é cultivado nos mais variados tipos de solos e sobrevive em habitats sob estresses, como terrenos rochosos, arenosos, solos costeiros e vulcânicos. Embora possa tolerar a saturação dos solos, em termos hídricos cresce e produz, mas preferencialmente em solos com adequada capacidade de drenagem (Araújo, 2017).

O solo é um organismo vivo essencial para a vida na terra e seu uso indiscriminado, sem respeito à sua aptidão, potencialidades e limitações, tem resultado em degradação anual de vários hectares de terras produtivas, acarretando em graves problemas ambientais, como assoreamento dos mananciais, eutrofização das águas, desertificação, dentre outros, trazendo consequências econômicas e sociais, sendo seu manejo e preservação essenciais para manutenção da vida na terra (Arruda, 2016).

Os sistemas de cultivo agrícola são grandes responsáveis por esta degradação, devido serem caracterizados pela contínua retirada da produção sem práticas que reponham os nutrientes retirados pelas plantas, o que causa deterioração das características físicas, químicas e biológicas dos solos em decorrência da redução dos teores de matéria orgânica e dos nutrientes (Perez-Marin *et al.*, 2006).

Tendo em vista estes problemas e a crescente pressão antrópica sobre o ambiente, para produções de alimentos e extração de matérias primas necessárias às atividades humanas, há necessidade de se estabelecer métodos de uso da adubação orgânica e seu tempo de efeito no solo, para com isso acompanhar os resultados dessas atividades, sobretudo sobre o solo, um dos recursos ambientais pouco renováveis, prevenindo assim a sua degradação e favorecendo o seu manejo de forma sustentável.

O monitoramento da qualidade de um solo fertilizado com adubação orgânica é de extrema importância, pois pode permitir a identificação de resultados positivos em termos de fertilização e qualidade de produção, o que colabora com o avanço de métodos não degradantes e conseqüentemente a mudança do uso do solo, substituindo práticas convencionais de manejo (Arruda, 2016).

Uma prática comumente adotada para aumentar a produtividade das culturas é o uso do esterco como adubo orgânico para o suprimento de N e P nos solos (Menezes & Silva, 2008); sendo um produto facilmente encontrado em determinadas regiões, devido à grande disponibilidade de esterco nas propriedades rurais dos agricultores que criam animais, diminuindo custos de produção.

Zimmermann e Frey (2002) mencionam que a utilização de cinza de origem vegetal pode diminuir a necessidade do uso de fertilizantes comerciais, o que contribui com a redução da acidificação do solo e aumento do fornecimento de cálcio. A aplicação da cinza vegetal em plantios visa o aumento dos nutrientes que foram perdidos, através de métodos de práticas convencionais.

A utilização de restos vegetais na cobertura edáfica mantém o solo mais úmido e com menor temperatura, e após a mineralização também melhora as características físicas e biológicas do solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes do solo, principalmente de nitrogênio (Souto, 2014).

Dentre os materiais para a formação da cobertura morta a utilização da palha da bananeira (*Musa spp*) apresenta-se como uma alternativa para proteção do solo, ao mesmo tempo em que representa uma excelente fonte de matéria orgânica, através dos resíduos constituídos por toda a planta após a colheita do cacho, pelas folhas secas provenientes das desfolhas e pelo rizoma e raízes que se decompõem no solo (Borges e Souza, 1998), estimulando a proliferação de microrganismos, melhorando a aeração e a estrutura do mesmo (Borges et al., 1997). Segundo Borges e Souza (1998), a bananeira é uma planta que restitui ao solo grande parte dos nutrientes extraídos pela cultura por meio de sua massa vegetativa, uma vez que 66% dessa biomassa retornam ao solo na forma de pseudocaules e folhas.

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito residual do esterco bovino, cinza vegetal e a cobertura morta, nas características químicas e físicas do solo sob plantas de noni após dois anos da adubação inicial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre o período de março a setembro de 2018, através de coleta e análises de solos em um experimento instalado, em 2016, com cultivo de noni (*Morinda citrifolia L*) e adição de adubações orgânicas, localizado no Setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, município de Bananeiras, PB, com área experimental de dimensões 40 m x 70 m, equivalendo a uma área de 2.800 m².

O município está localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Brejo Paraibano, posicionado geograficamente pelos pontos das coordenadas geográficas de 6°46' de latitude sul e 35°38' de longitude a Oeste do Meridiano de Greenwich, com 552 m de altitude.

O solo do experimento, de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2013) foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico, no ano de 2016 anteriormente a instalação do experimento Araújo (2016) realizou a coleta de amostras simples do solo nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm, transformadas em duas amostras compostas de solo, para fins de análises química, como verificado na Tabela 1, empregando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

Tabela 1. Resultado das análises químicas do solo nas profundidades analisadas

PH H ₂ O(1:2,5)	P	K⁺	Na⁺	H⁺+Al³⁺	Al³⁺	Ca⁺²	Mg⁺²	SB	CTC	V	m	M.O.	
	mg dm ⁻³Cmol dm ⁻³ ..								6_-		g Kg	
0-20 cm	6,06	37,53	0,10	0,09	5,28	0,10	2,00	0,70	2,89	8,17	35,37	3,35	31,09
21-40	5,60	14,97	0,05	0,09	6,11	0,30	1,60	0,60	2,34	8,44	27,72	11,37	20,35

Fonte: Araujo, (2016)

Durante a condução do experimento inicial Araújo (2016) verificou que o período chuvoso ocorre de abril a agosto e o seco de setembro a março, tendo verificado uma precipitação de 444 mm acumulada durante a fase de condução do experimento com valores máximos nos meses de abril e maio (Tabela 2). Os valores de temperatura média obtidos durante o período de avaliação foram respectivamente de 23,6°C.

Tabela 2: Valores médios de precipitação pluviométrica mensal, temperatura e umidade relativa do Ar durante a condução do experimento inicial. Bananeiras-PB 2016

Meses	Temperatura do ar (° C)			Precipitação Pluviométrica mm	UR (%)
	Mínima	Média	Máxima		
Abril	21,17	25,23	29,30	182,0	87,63
Maio	20,74	24,84	28,94	120,5	89,17
Junho	19,27	22,72	26,17	58,60	85,71
Julho	18,26	22,97	27,68	27,20	83,51
Agosto	18,42	23,31	28,19	20,80	79,42
Sentembro	18,73	22,85	26,96	34,90	78,27

UR: Umidade relative do Ar

Durante o período de coleta para avaliação do efeito residual dos tratamentos nas características químicas e físicas do solo, a precipitação acumulada foi de 849,5 mm com valores maximos nos meses de Março e Abril (tabela 3) e valores de temperatura média de 24,13°C (tabela 3).

Tabela 3: Valores médios de precipitação pluviométrica mensal, temperatura e umidade relativa do Ar durante a condução do experimento. Bananeiras-PB 2018

Meses	Temperatura do ar (° C)			Precipitação Pluviométrica mm	UR (%)
	Mínima	Média	Máxima		
Março	20,70	24,55	28,39	259,4	88,82
Abril	20,98	24,17	27,37	266,2	85,23
Maio	19,99	23,17	26,35	109,9	89,11
Junho	20,73	24,95	29,16	94,6	85,55
Julho	20,23	23,81	27,4	74,4	89,89
Agosto	19,77	23,89	28	25,4	81,55
Sentembro	20,43	24,33	28,23	19,6	81,23

UR: Umidade relativa do Ar

O trabalho foi conduzido em delineamento em blocos casualizados adotando-se o esquema fatorial 5 x 2 x 2, referente a cinco doses de adubação com cinza vegetal equivalente as doses de (0; 0,9; 4,4; 7,8; 11,33 kg de cinza planta⁻¹), correspondendo ao valor que o solo possuía antes da aplicação dos tratamentos, sem e com (1,4 kg planta⁻¹) de esterco bovino e com e sem cobertura morta (bananeira), em três repetições e duas plantas por parcela,

totalizando 20 tratamentos o que corresponde a 120 berços para avaliação em blocos casualizado, as fontes de adubação estudadas foram: 1- Cinza vegetal; 2- Esterco Bovino; 3- Cobertura morta (Folha da bananeira). As cinzas vegetais utilizada na adubação como fonte de potássio, foram adquiridas junto aos donos de padarias das cidades paraibanas de Solânea, Bananeiras e Belém, onde sua composição pode ser conferida na Tabela 4.

Tabela 4. Caracterização química da cinza vegetal

pH H ₂ O(1:2,5)	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	m	M.O. g kg
				cmol dm ⁻³					
12,76	13,45	0,76	26,09	0	0	1,2	0,7	0	11,4

Fonte: Araujo, (2016)

As cinzas vegetais foram aplicadas duas vezes no ano de 2016, a primeira no dia 30 de março e a segunda 30 dias após. Sendo aplicadas em uma faixa de 60 cm de distância da projeção da copa, na parte superficial do solo (Figura 1). A cobertura morta feita com folha desidratada de bananeira (*Musa* spp) foi aplicada na área de projeção da copa das plantas com espessura de oito cm (Figura 4) utilizando 1,370 kg de biomassa por planta, totalizando uma quantidade de 42 kg de biomassa nas 60 plantas com a cobertura morta.



Figura 1: Área de aplicação das cinzas vegetais e cobertura vegetal. Fonte: Araújo, (2016)

O esterco bovino foi aplicado no ano de 2016 com o total de 84 kg em 60 plantas correspondendo a 50% com e 50% sem esterco bovino. Antes da aplicação do esterco bovino e da cobertura morta, os mesmos foram caracterizados quimicamente antes de serem aplicados, conforme (Tabela 5).

Tabela 5. Análises químicas do esterco bovino e das folhas de bananeira

IDENT.	C/N	N	g kg ⁻¹	
			P	K
Esterco bovino	19/1	15,40	3,40	3,65
Cobertura vegetal	28/1	19,60	0,99	12,05

Fonte: Araújo, (2016)

Limpeza da área experimental e coleta do solo

Antes da coleta dos solos para fins de análises químicas e físicas foi realizada a limpeza da área experimental (Figura 2).



Figura 2: Limpeza da área experimental.

As amostras de solos foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade, na área de projeção da copa das plantas. Em seguida foram transformadas em amostras compostas por tratamento, totalizando 60 amostras para serem analisadas, as mesmas foram secas á sombra e levadas ao laboratório de Solos, localizado no Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, para a realização das análises química e físicas, empregando a metodologia descrita por (Embrapa, 2011).

Variáveis químicas avaliadas

Análise de pH

A análise de medição do potencial hidrogeniônico foi realizada eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo: líquido (água, KCl).

Fósforo (P)

A determinação do teor de P foi obtida através da fração do teor total de fósforo no solo, correspondente ao teor utilizado pelas plantas. Formação de complexo fósforo-molibdico de cor azul obtido após redução do molibdato com ácido ascórbico e determinação por EAM.

Cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+) e potássio (K^+)

O cálcio e magnésio solúveis foram determinados pelo AAS e o sódio e potássio pelo fotômetro de chama nos extratos diluídos.

Acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$)

A determinação da acidez potencial foi realizada a partir da extração da acidez do solo com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado volumetricamente com solução de NaOH em presença de fenolftaleína como indicador.

Capacidade de troca de cátions (CTC)

A CTC do solo foi determinada pelo método do HCL 0,05 M onde foi pesado 10 g de solo, colocado em erlenmeyer de 200 mL e adicionado 100 mL da solução de ácido clorídrico $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

Soma de bases (SB)

A soma de bases do solo foi representada a partir da soma dos teores de cátions permutáveis com excessão do H^+ e Al^{3+}

Saturação por bases (V%)

A saturação por bases foi determinada (V%) através da soma das bases trocáveis expressa em porcentagem da capacidade de troca de cátions.

Matéria orgânica (MO)

A matéria orgânica do solo foi determinada utilizando um conjunto de peneira com malha de diâmetro: 1,00 mm e pesado 0,500 g de solo em Erlenmeyer, adicionado dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e o H + Al extraído com solução de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, ajustada a pH 7 na proporção 1:15.

Variáveis físicas avaliadas

Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada a partir do método da proveta, onde a massa do solo compactado completa o volume de uma proveta de 100 mL. Foi realizada a pesagem de uma proveta de 100 mL, com aproximação de 0,5 a 1 g, inserindo o solo aos poucos e compactando o mesmo batendo a proveta 10 vezes sobre uma superfície plana de borracha até que o nível da amostra completou o aferimento da proveta.

Densidade de partículas

Para a determinação da densidade de partículas foi utilizado o método do volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa.

Porosidade total

Esta variável foi determinada a partir do volume de poros totais do solo ocupado por água.

As variáveis estudadas foram analisadas utilizando-se o modelo estatístico, em delineamento em blocos casualizado, com esquema fatorial (5x2x2).

Seguindo o modelo matemático abaixo:

$$Y_{ijkm} = \mu + O_i + C_j + N_k + a OC_{ij} + Q ON_{ik} + CN_{jk} + OCN_{ijk} + b_1 A_j - A + b_2 A_j^2 - A + S_{ijkm}$$

Em que:

Y_{ijkm} = valor observado para a variável resposta relacionada ao i -ésimo nível dos aducação orgânica, com j -ésimo nível da cobertura morta e k -ésimo nível níveis de cinzas na m -ésima repetição;

μ = média geral do experimento;

O_i = efeito da aducação orgânica i ;

C_j = efeito da cobertura morta j ;

N_k = efeito dos níveis de cinzas k ;

(OC_{ij}) = efeito da interação da aducação orgânica i com a cobertura morta j ;

(ON_{ik}) = efeito da interação da aducação orgânica i com os níveis de cinzas k ;

(CN_{jk}) = efeito da interação da cobertura morta j com os níveis de cinzas k ;

(OCN_{ijk}) = efeito da interação da aducação orgânica i com a cobertura morta j e com os os níveis de cinzas k ;

b_1 = coeficiente linear de regressão variável y , em função dos níveis de cinzas;

b_2 = coeficiente quadrático de regressão variável y , em função dos níveis de cinzas;

ε_{ijkm} = erro experimental associado a cada observação.

Foi utilizado o teste Hartley para verificar a homogeneidade de variâncias. Resultando a hipótese de igualdade dos tratamentos previamente mencionados, foi aplicado o teste F para analisar diferença entre as médias. Para descrever o efeito dos níveis de adubação, procedeu-se a análise de regressão, obtendo-se a curva que melhor descrevesse o comportamento dos dados. A análise estatística foi realizada mediante o uso do software estatístico R versão 3.4.1 (R Core Team, 2017), adotando o nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo dos resultados obtidos com as análises química do solo referentes às variáveis de pH, MO, P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ estão apresentados na Tabela 6, observa-se que houve influência da utilização de esterco bovino na matéria orgânica (MO), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Com relação à cobertura morta, verifica-se que não houve efeito significativo para as mesmas variáveis. Constatou-se que com aplicação das doses de cinza apenas para a variável Mg não houve significância. Constatou-se também que houve interação entre os fatores cobertura morta x níveis de cinzas apenas para a variável Mg.

Tabela 6. Resumo da análise de variância das características químicas (pH, MO, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) do solo com uso ou não de esterco bovino (EB), cobertura morta (CM) e doses de cinzas.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		pH H ₂ O	MO -g kg ⁻¹ -	P -----mg dm ³ -----	K ⁺	Ca ²⁺ --cmol _c dm ⁻³ --	Mg ²⁺
Bloco	2	0,324*	13,955 ^{ns}	31.329,6**	4561,35*	0,995**	0,370 ^{ns}
Esterco bovino (EB)	1	0,098 ^{ns}	1096,971*	2.581,6 ^{ns}	527,12 ^{ns}	0,888*	1,441**
Cobertura morta (CM)	1	0,002 ^{ns}	38,888 ^{ns}	3,9 ^{ns}	579,21 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Doses de cinzas (DC)	4	6,851*	77,987*	68.661,2*	5419,01*	6,477*	0,265 ^{ns}
Interação EB x CM	1	0,0003 ^{ns}	8,116 ^{ns}	2.913,5 ^{ns}	0 ^{ns}	0,121 ^{ns}	0,504 ^{ns}
Interação EB x DC	4	0,412 ^{ns}	23,179 ^{ns}	4.749,6 ^{ns}	373,82 ^{ns}	0,183 ^{ns}	0,168 ^{ns}
Interação CM x DC	4	0,125 ^{ns}	6,530 ^{ns}	278,9 ^{ns}	85,92 ^{ns}	0,109 ^{ns}	0,570*
Interação EB x CM x DC	4	0,819 ^{ns}	24,156 ^{ns}	4.265,5 ^{ns}	249,23 ^{ns}	0,167 ^{ns}	0,215 ^{ns}
Resíduo	38	0,088	21,279	2.705,1	231,44	0,168	0,192
CV (%)		34,4	6,85	0,97	3,72	20,61	19,93

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a p<0,0001, p<0,01 e p<0,05.

Avaliação química do solo

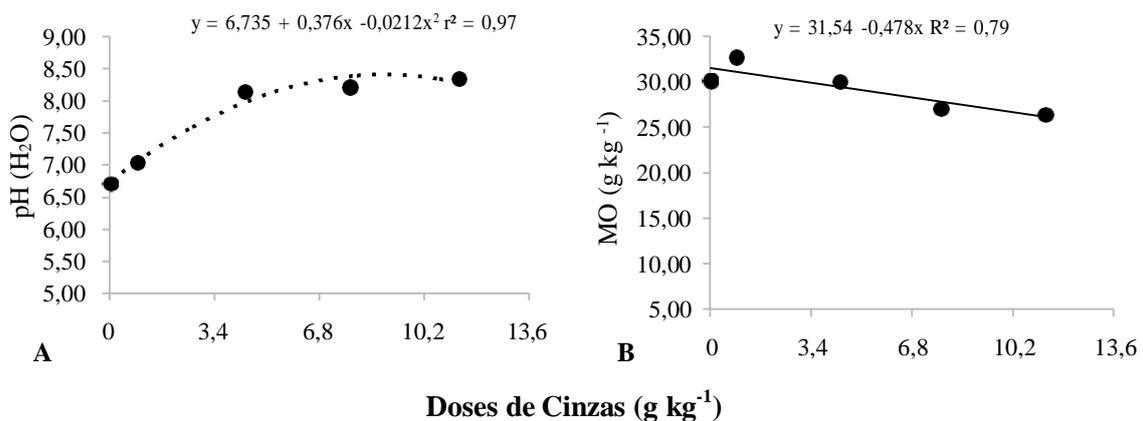
Verifica-se na Tabela 7 que a aplicação das doses de cinza foram significativas para a variável pH, sendo o maior valor encontrado quando se aplica a regressão linear (Figura 3). Com relação à variável MO houve efeito não significativo pela regressão quadrática, os valores de P e K obtiveram resultados significativos, o que também ocorreu com as variáveis Ca e SB.

Tabela 7. Resumo da análise de variância das características químicas (pH, MO, P, K⁺, Ca²⁺e SB) em função das doses de cinzas (DC)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		pH H ₂ O	MO -g kg ⁻¹ -	P -----mg dm ³ -----		Ca ²⁺ --cmol _c dm ⁻³ --	SB
Doses de Cinzas (DC)	4	6,851*	77,987*	68.661,2*	5419,01*	6,477*	9,502*
Regressão Linear	1	22,095*	246,81**	227.136,7*	17.296,71*	16,12*	30,49*
Regressão Quadrática	1	0,347*	1,36 ^{ns}	33.615,9**	2.791,19**	5,71*	4,97**

ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

A utilização da cinza vegetal elevou o pH do solo em todas as doses que foram aplicadas, como também os valores das variáveis P, K⁺, Ca²⁺ e SB, com relação aos valores de MO foi observado efeito decrescente em relação as doses de cinzas (Figura 3). Esta elevação do pH pode ser explicada devido ao alto pH das cinzas vegetais que foram inseridas como adubação o que pode ser observado na Tabela 4 (12,76) e devido à grande concentração de sódio, potássio, Cálcio e magnésio que a mesma apresentava (Tabela 4) esse aumento de pH também pode ser atribuído á liberação de carbonato de potássio pela reação da cinza no solo. O carbonato de potássio representa mais da metade da parte solúvel das cinzas (Rigau, 1960). Isso mostra que as doses crescentes de cinzas aplicadas certamente continuaram reagindo com o solo.



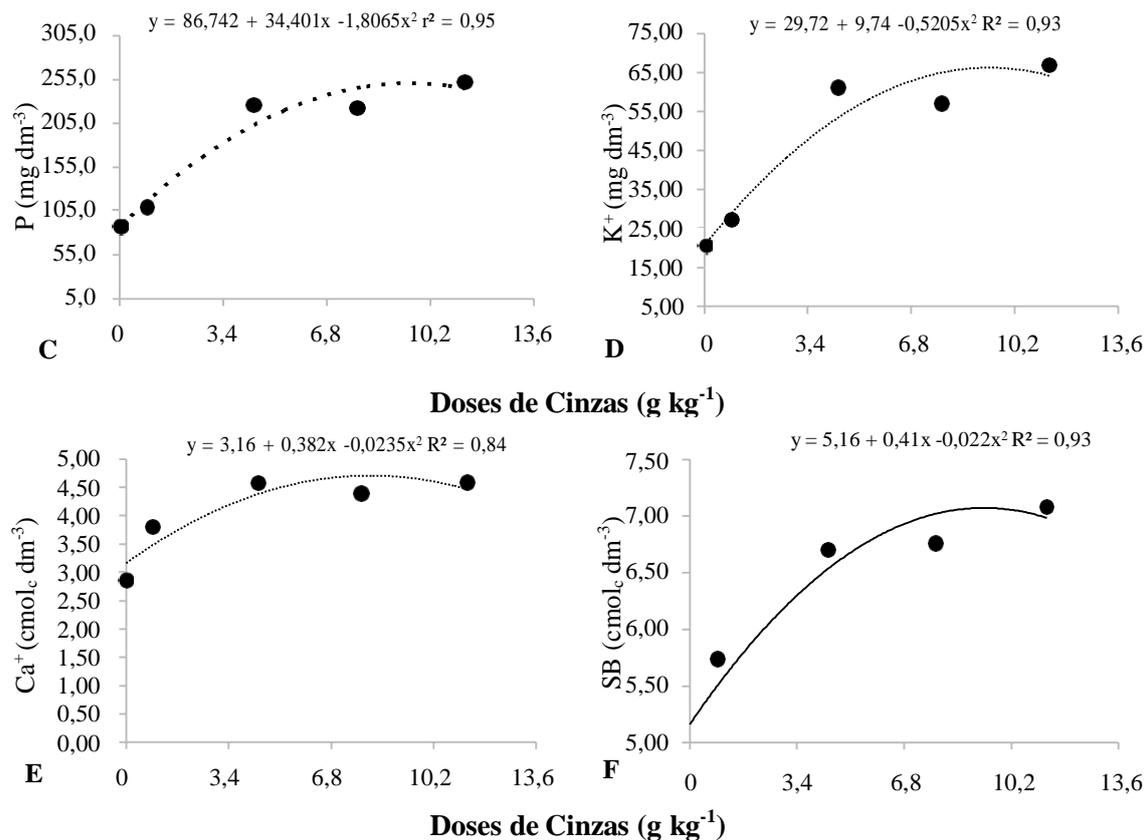


Figura 3. Valores médios de pH (a), MO (b), P (c), K (d), Ca (e) e SB (f) em função das doses de cinza.

Os tratamentos que apresentavam a dose de cinzas zero, foram os únicos que apresentaram seus valores de pH mantidos em uma faixa de 6 a 6,5, sendo observado que a dose de 8,9kg de cinza vegetal aplicada ao solo obteve o maior valor de pH. Com relação a variável P o maior teor deste nutriente foi observado na aplicação de 9,5kg de cinza. Para a variável Ca²⁺ constatou-se que a aplicação de 8,13kg obteve o maior valor deste nutriente no solo. A elevação do valor do pH, dos teores de Ca, K e P, além da redução do teor de Al trocável e da acidez potencial (H+Al) de um Cambissolo Húmico em resposta à aplicação de doses da cinza (0, 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹) também foram verificados por Maeda, Silva e Cardoso (2008). O aumento do teor de K da camada 0-20 cm (média das camadas 0-10 e 10-20 cm) foi de aproximadamente 240%, passando de 0,09 cmolc dm⁻³ (35,19 mg dm⁻³) para 0,22 cmolc dm⁻³ (86 mg dm⁻³), pela aplicação de apenas 10 t ha⁻¹.

O efeito dos adubos orgânicos de elevar o valor de pH também foi verificado por Yagi et al. (2003), A cinza de biomassa aplicada a um solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico promoveu grande elevação do valor de pH e dos teores de K, Ca e Mg trocáveis e P disponível e a redução do Al trocável, em amostras de solo incubadas sob condições controladas em laboratório (GONÇALVES; MORO, 1995).

Diferentemente dos resultados encontrados para a variável pH do presente trabalho Silva et al. (2009) verificaram que a aplicação de doses de cinza de biomassa (0, 3, 6, 12, 18 e 24 t ha⁻¹) em um Cambissolo Húmico (com 342 g kg⁻¹ de argila) e em um Nitossolo Hálico (300 g kg⁻¹ de argila) não alterou o pH dos solos após 90 dias de incubação, porém, houve aumento linear nos teores de Ca, Mg e K e quadrático no teor de P em resposta à aplicação das doses, evidenciando que as cinzas de origem vegetal podem ser usadas como fonte desses elementos.

De acordo com Santos *et al.*, 1995 as cinzas apresentam, em sua composição química, nutrientes, além de bases que apresentam a capacidade de neutralizar a acidez do solo. Desse modo, tendo tanto efeito fertilizante como corretivo do solo (Darolt *et al.*, 1993).

Segundo Nkana et al. (1998), a utilização de cinzas tem um grande potencial de contribuir com a elevação do pH e redução do Al, como também de fornecer importantes nutrientes às plantas, principalmente P e K.

Com relação ao teor de matéria orgânica observa-se (figura 3) que houve um decréscimo nas concentrações deste material no solo, isso pode ser explicado devido ao tempo de aplicação das doses de cinzas no solo, demonstrando que a decomposição deste material é relativamente rápida, uma justificativa apresentada para esse resultado é a de que o aumento no pH causado pela cinza estimulou a atividade dos microrganismos do solo ali presentes o que colabora com a decomposição do material.

Diversos autores afirmam que o aumento do pH favorece a atividade microbiana, contribuindo com a decomposição deste material (CATTELAN; VIDOR, 1990; ERNANI; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 1998; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Segundo Bellote et al. (1998), a aplicação de resíduos da celulose e de cinza de caldeiras aumenta a atividade biológica do solo, acelerando a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutriente.

Verifica-se na Tabela 8 o resumo da análise de variância para as variáveis Na, SB, H+Al, CTC, v. Pode-se notar que houve efeito significativo para as variáveis sódio (Na), soma de base (SB), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), capacidade de troca de cátions (CTC), e índice de saturação por base (v) com uso de esterco bovino, diferentemente da utilização ou não da cobertura morta, onde não houve efeito para nenhuma das variáveis. A interação esterco bovino e cobertura morta ocorreu para acidez potencial nos valores de (H⁺+Al³⁺) e saturação por bases (v), sendo que a interação esterco bovino e doses de cinza não foi significativa para (Na), (SB) e (CTC) o que pode ser observado também para cobertura morta e níveis de cinza, sendo que nessa interação não houve efeito para nenhuma das variáveis. Para a variável (Na) ocorreu uma interação tripla do esterco bovino, cobertura morta e níveis de cinza.

Tabela 8. Resumo da análise de variância das características químicas (Na, SB, H+Al CTC, V) do solo, com uso ou não de esterco bovino (EB), cobertura morta (CM) e níveis de cinzas.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				V %
		Na	SB	H ⁺ Al ³⁺ -----cmol _c dm ⁻³ -----	CTC	
Bloco	2	0,013 [*]	0,203 ^{ns}	0,875 ^{ns}	0,956 ^{ns}	60,211 ^{ns}
Esterco bovino (EB)	1	0,026 ^{**}	3,685 ^{**}	13,113 [*]	2,873 [*]	1290,292 [*]
Cobertura morta (CM)	1	0,004 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,307 ^{ns}	0,379 ^{ns}	12,458 ^{ns}
Doses de cinzas (DC)	4	0,034 [*]	9,502 [*]	19,465 [*]	2,622 ^{**}	2218,115 [*]
Interação EB x CM	1	0,0005 ^{ns}	1,069 ^{ns}	3,051 [*]	0,509 ^{ns}	484,618 ^{**}
Interação EB x DC	4	0,006 ^{ns}	0,755 ^{ns}	2,365 ^{**}	2,305 ^{**}	158,855 [*]
Interação CM x DC	4	0,004 ^{ns}	0,513 ^{ns}	0,139 ^{ns}	0,351 ^{ns}	18,112 ^{ns}
Interação EB x CM x DC	4	0,008 [*]	0,397 ^{ns}	0,357 ^{ns}	1,198 ^{ns}	19,675 ^{ns}
Resíduo	38	0,003	0,353	0,600	0,574	43,351
CV (%)		17,84	19,05	18,05	20,11	3,74

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0$

Freitas et al. (2008) testando esterco bovino, cama de aviário, composto e adubo químico, verificaram crescimento nos teores de P, K, Ca, Mg e matéria orgânica, na CTC e na saturação por bases, com a utilização dos adubos orgânicos. O que pode explicar os elevados valores encontrado neste trabalho para o índice de saturação por base (v) com a utilização das doses de cinza e esterco bovino. Esse aumento de MO tem um importante papel na produtividade, pois atua como reserva de nutrientes (Zech et al., 1997).

De acordo com Altieri (2002) a matéria orgânica aumenta a CTC, que auxilia no estoque de nutrientes disponíveis e os protege da lixiviação, sendo importante a forma de incorporação desta matéria orgânica no solo e seu pH.

Para Guariz et al. (2009), a incorporação das cinzas pode promover mudanças nas características do solo, como elevação nos níveis de pH e nos teores de Ca, Mg, B, Mn, CTC, além de elevar a saturação por bases e atuar na redução dos níveis de Al e Fe

Efeito da interação tripla do esterco bovino, cobertura morta e níveis de cinzas para variável sódio (Na).

Ao observar a Tabela 9 nota-se que sem a presença da cobertura morta, esterco bovino e cinzas no nível de 7,8 os valores diferem estatisticamente, diferentemente da utilização ou não de cobertura morta, esterco bovino e presença dos níveis de cinza onde os resultados não diferem entre si em nenhum dos níveis estudados. Isso pode ser explicado devido a utilização de adubação orgânica conseguir diminuir os teores de Sódio presente no solo e consequentemente sua acidificação, uma vez que os valores observados no presente trabalho demonstram que a maioria dos

tratamentos com a presença da adubação obtêm os menores valores de Sódio. Embora estes sejam não significativos. Estudos comprovam que a composição química das cinzas apresenta nutrientes capazes de neutralizar a acidez do solo (SANTOS et al., 1995). Portanto há efeito corretivo e fertilizante do solo (DAROLT et al., 1993).

Tabela 9. Desdobramento da interação tripla na característica química Na ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no esterco bovino (EB) na ausência e presença de cobertura morta (CM) e níveis de cinzas (NC)

Esterco Bovino (g kg^{-1})	Cobertura Morta									
	Sem					Com				
	0	0,9	4,4	7,8	11,33	0	0,9	4,4	7,8	11,33
Sem	0,03a	0,05a	0,17a	0,23a	0,17a	0,04a	0,04a	0,08a	0,10a	0,16a
Com 1,4	0,04a	0,04a	0,13a	0,10b	0,24a	0,06a	0,04a	0,10a	0,09a	0,08a

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de F ($p < 0,05$).

Bonfim-Silva et al. (2011a), estudando a cinza vegetal como corretivo do solo e fertilizante para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu observaram que a utilização desse resíduo pode contribuir para a fertilidade do solo, principalmente em solos tropicais e de baixa fertilidade.

Os resultados referentes aos desdobramentos dos níveis de cinza dentro da presença e ausência de esterco bovino (EB) e cobertura morta (CM) na característica química Na ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) estão representados na Tabela 10. Para a interação tripla EB x CM x DC houve efeito significativo na ausência da cobertura morta e esterco bovino nas duas regressões lineares Figura 4 e quadráticas, enquanto que com a presença da cobertura e ausência do esterco o efeito foi observado apenas na regressão linear, resultado semelhante quando se utiliza esterco bovino e o não uso de cobertura morta, diferentemente da utilização da cobertura onde resultados foram não significativos.

Tabela 10. Resumo da análise de variância do desdobramento das doses de cinzas (DC) dentro da presença e ausência de esterco bovino (EB) e cobertura morta (CM) na característica química Na (cmol_c dm⁻³)

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios
Interação EB x CM x DC	4	0,008*
Esterco Bovino (sem)		
Cobertura Morta (sem)	4	0,022**
Regressão Linear	1	0,06**
Regressão Quadrática	1	0,28**
Cobertura Morta (com)	4	0,021**
Regressão Linear	1	0,06**
Regressão Quadrática	1	0,003 ^{ns}
Esterco Bovino (1,4 g kg ⁻¹)		
Cobertura Morta (sem)	4	0,007*
Regressão Linear	1	0,03**
Regressão Quadrática	1	0,0002 ^{ns}
Cobertura Morta (com)	4	0,002 ^{ns}
Regressão Linear	1	-
Regressão Quadrática	1	-

ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Ocorreram efeitos lineares nos teores de sódio no solo nas interações com as doses de cinza nos tratamentos com esterco bovino e sem, com cobertura (CESC) e sem esterco bovino e com cobertura, bem como efeitos quadráticos nas demais interações (Figura 4).

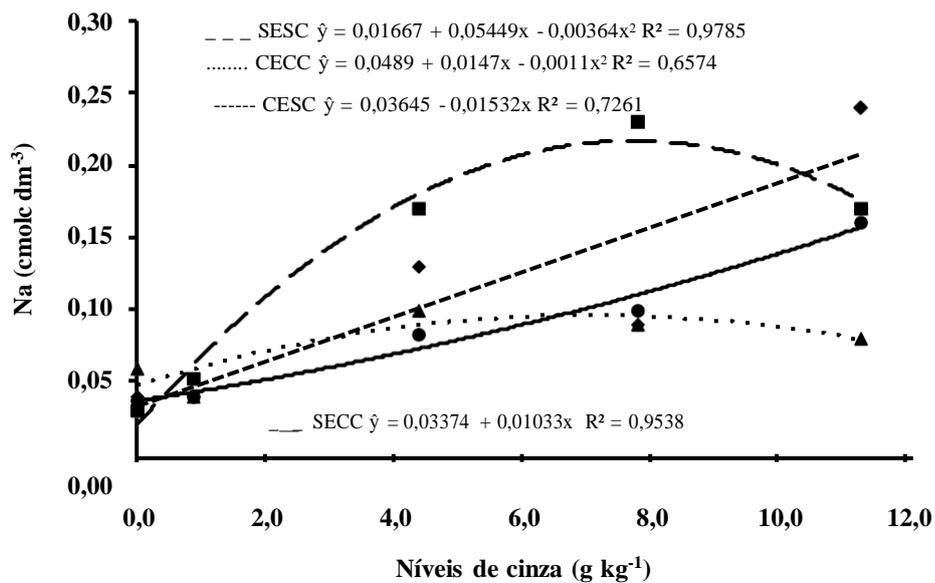


Figura 4. Valores médios de Na em função das doses de cinzas, com e sem cobertura morta, e sem e com 1,4 de esterco bovino.

Os teores de sódio no solo foram reduzidos em 0,015 e 0,010 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ a cada aumento linear no nível de cinza aplicado à cultura nos tratamentos com esterco e sem cobertura e tratamentos sem esterco e com cobertura, respectivamente.

Nos solos dos tratamentos sem esterco bovino e sem cobertura, à dose máxima de 7,6 g kg^{-1} de cinza se observaram teores de sódio no solo de 0,22 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, ao passo que, nos solos dos tratamentos com esterco bovino e com cobertura, foram obtidos teores deste elemento no solo de 0,06 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ com a dose máxima de cinza de 6,7 g kg^{-1} aplicada ao noni.

Efeito da interação da cobertura morta dentro de cada dose de cinzas para variável Magnésio (Mg).

A Tabela 11 apresenta o resumo da análise de variância dos desdobramentos da cobertura morta dentro dos níveis de cinza para os resultados de magnésio (Mg). A interação apresentou resultado não significativo quando não se utilizou cobertura morta, sendo que a utilização da cobertura provocou efeito significativo na regressão linear Figura 5.

Tabela 11. Resumo da análise de variância do desdobramento da cobertura morta (CM) dentro de cada dose de cinzas (DC) para a característica química Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios
Interação CM x DC	4	0,570*
Cobertura Morta (sem)	4	0,131 ^{ns}
Regressão Linear	1	-
Regressão Quadrática	1	-
Cobertura Morta (com)	4	0,704**
Regressão Linear	1	1,034*
Regressão Quadrática	1	0,429 ^{ns}

ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

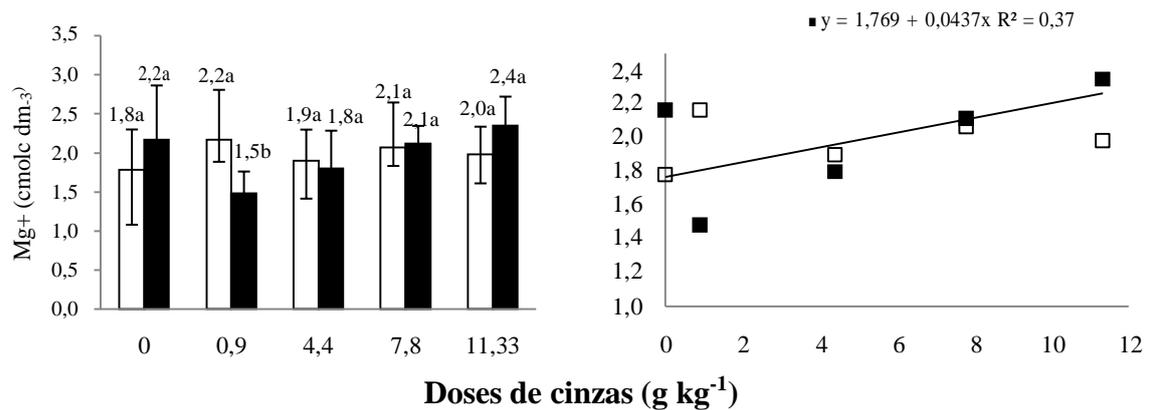


Figura 5. Valores médios de Mg^{2+} em função da ausência (□) e presença (■) de cobertura morta e doses de cinzas.

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferem de acordo com o teste de F ($p < 0,05$).

Pelos dados apresentados na Figura 5 observa-se que apenas a utilização da cinza vegetal no nível 0,9 e a ausência da cobertura morta diferem estatisticamente pelo teste F ($p < 0,05$). Maeda, Silva e Cardoso (2008) verificaram que a cinza vegetal além de elevar o pH do solo, eleva os teores de Mg do solo, esses resultados comprovam que a adição de cinzas melhora a microbiologia do solo e os teores de matéria orgânica o que afeta positivamente a disponibilidade de nutrientes como o Mg.

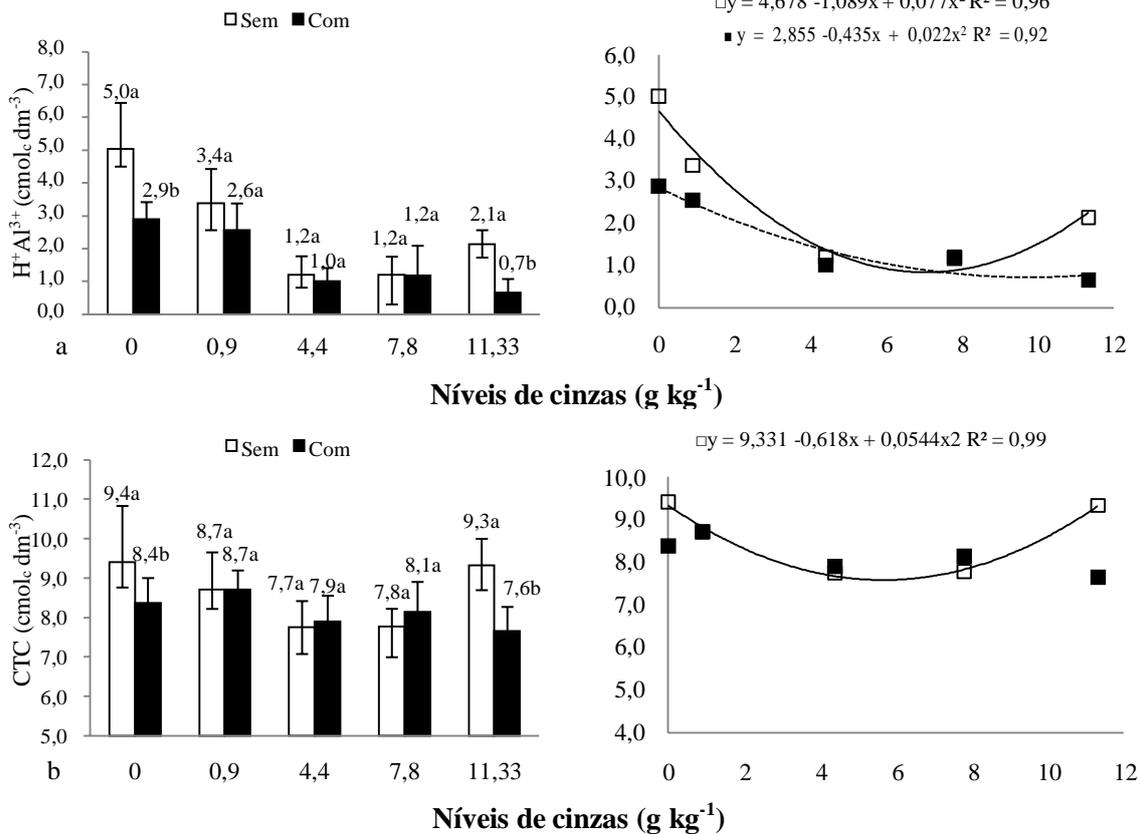
Efeito da interação do esterco bovino dentro de cada dose de cinzas nas variáveis $H^+ + Al^{3+}$, CTC e v.

As variáveis $H^+ + Al^{3+}$, CTC e v podem ser observadas na Tabela 12 e Figura 6. Com relação ao $H^+ + Al^{3+}$ observa-se que a interação EB x DC foi significativa a $p < 0,01$ quando não se utilizou esterco bovino, houve efeito nas regressões linear e quadráticas sendo ambas significativas a $p < 0,05$, quando se utilizou o esterco os resultados também foram significativos nas duas regressões para esta variável. Houve efeito significativo para a CTC ($p < 0,01$) na interação EB x DC, na ausência do esterco a correlação foi significativa a $p < 0,01$ pela regressão quadrática, na presença do esterco não houve significância. Para a variável v houve efeito significativo na ausência e presença do esterco bovino, sendo que na regressão quadrática com a utilização do esterco o efeito significativo foi a $p < 0,01$.

Tabela 12. Resumo da análise de variância do desdobramento do esterco bovino (EB) dentro de cada dose de níveis de cinzas (DC) nas características químicas de H^+Al^{3+} , CTC e v.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		H^+Al^{3+}	CTC	V
		----- $cmol_c dm^{-3}$ -----		%
Interação EB x DC	4	2,365**	2,305**	158,855*
Esterco Bovino (sem)	4	15,90*	3,90*	1493,54*
Regressão Linear	1	30,27*	0,17 ^{ns}	3.403,54*
Regressão Quadrática	1	30,83*	15,26**	2.781,29*
Esterco Bovino (Com)	4	5,93*	1,03 ^{ns}	783,43*
Regressão Linear	1	19,49*	-	2.588,11*
Regressão Quadrática	1	2,54*	-	357,81**

ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.



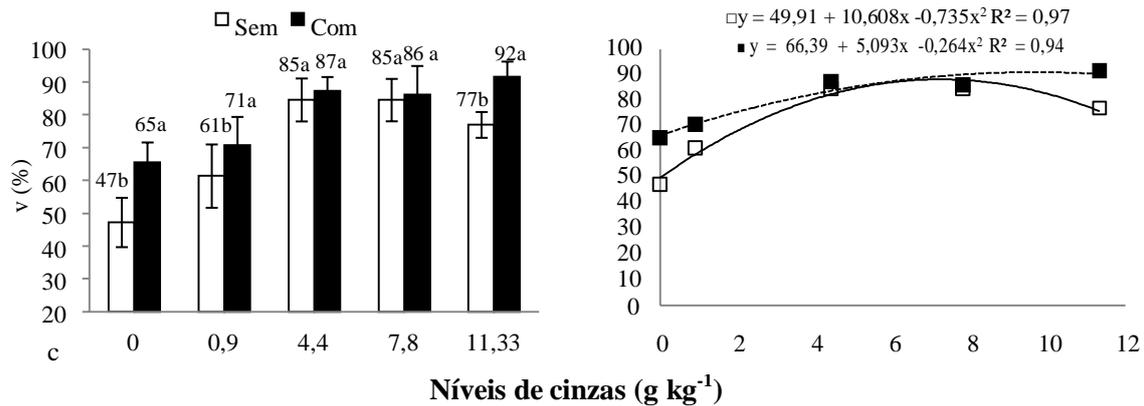


Figura 6. Valores médios de H^+Al^{3+} (a), CTC (b) e v (c) em função da ausência (□) e presença (■) do esterco bovino e doses de cinzas.

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferem de acordo com o teste de F ($p < 0,05$).

Observa-se na Figura 6 que na ausência do esterco bovino nas doses 0 e 11,33 de cinza, mostraram os maiores valores de acidez potencial $H^+ + Al^{3+}$ onde diferiram estatisticamente pelo teste F, demonstrando que quando se utilizou o esterco bovino e as doses crescentes de cinzas houve uma diminuição da acidez potencial. De acordo com Gullón (2004), as cinzas vegetais podem ser alternativas de correção de acidez do solo proporcionando resultados similares ao do calcário. Alguns autores relatam que a adição de cinzas, de resíduos vegetais e de esterco de animais podem propiciar a redução do alumínio e melhorar as propriedades químicas dos solos, (MATERECHERA; MKHABELA, 2002; NKANA et al., 2002; FERREIRA et al., 2012), essas adubações conseguem também elevar os teores de MOS no solo e conseqüentemente nutrientes como potássio e cálcio, como observado no presente trabalho.

Prado *et al.* (2002), ao avaliar o efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira, observaram que a aplicação de cinza promoveu a neutralização da acidez do solo, independentemente da aplicação prévia de calcário, de forma que houve redução linear na concentração de $H^+ + Al^{3+}$. Resultado semelhante foi observado para a variável CTC

Com relação ao índice de saturação por base (v) os maiores valores foram observados nos tratamentos com presença de esterco bovino e nos níveis 0,9 e 11,33 de cinza vegetal, mostrando que este tipo de adubação melhora a fertilidade e neutraliza os elementos causadores da acidez do solo. Para Guariz et al. (2009), a incorporação das cinzas pode promover mudanças nas características do solo, dentre elas a elevação do índice de saturação por bases e atuar na redução dos níveis de Al e Fe.

A presença do esterco bovino elevou os teores de matéria orgânica, cálcio e soma de

base do solo (Figura 7). O aumento do teor da matéria orgânica do solo causa, entre outros efeitos, o aumento do pH, assim como a complexação e a precipitação do alumínio da solução do solo (Mello & Vitti, 2002). Com a aplicação de esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi, Artur et al. (2007), relataram que a menor dose de esterco bovino (101 kg dm^{-3}) foi suficiente para elevar o pH e os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio a valores altos, conforme as classes de fertilidade para esses atributos em uso no Estado de São Paulo (RAIJ, 1991), resultado este diferente do encontrado neste trabalho para a variável magnésio ao fazerem uso de vermicomposto de esterco bovino Caetano e Carvalho (2006) verificaram que os teores de cálcio e magnésio aumentaram significativamente e o teor de alumínio foi reduzido significativamente, resultados semelhantes aos observados no presente trabalho.

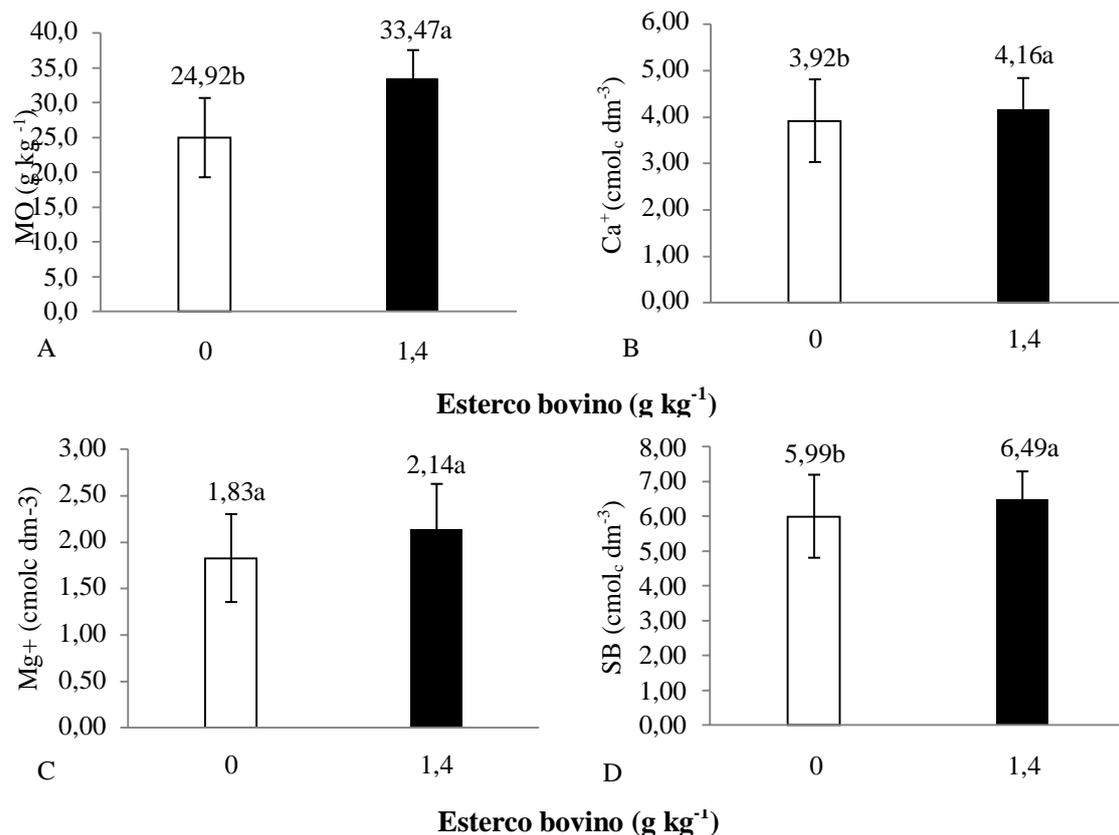


Figura 7. Valores médio de (a), MO (b), Ca⁺ (c), Mg (d), SB do solo em função da ausência e presença de esterco bovino.

3.2 Avaliação física do solo

Na Tabela 13 está demonstrado o resumo dos resultados das análises de variâncias para as variáveis densidade de partículas (DP), densidade do solo (DS), porosidade total (PT), condutividade elétrica (CE) e classe textural (areia, silte e argila) do solo.

Tabela 13. Resumo da análise de variância das características físicas (DP, DS, PT, CE, CLASSE TEXTURAL) do solo com uso ou não de esterco bovino (EB), cobertura morta (CM) e doses de cinzas (DC).

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios						
		DP g/cm ³	DS g/cm ³	PT %	CE dS/m	AREIA %	SILTE %	ARGILA %
Bloco	2	0,02246 ^{ns}	0,00568 ^{ns}	12,484 ^{ns}	0,00684 ^{ns}	47,209 ^{ns}	10,044 ^{ns}	42,421 ^{ns}
Esterco bovino (EB)	1	0,00504 ^{ns}	0,02017*	14,921 ^{ns}	0,00541 ^{ns}	3,825 ^{ns}	1,209 ^{ns}	9,656 ^{ns}
Cobertura morta (CM)	1	0,00793 ^{ns}	0,006 ^{ns}	3,466 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,5396 ^{ns}	0,125 ^{ns}	0,117 ^{ns}
Níveis de cinzas (DC)	4	0,00099 ^{ns}	0,00459 ^{ns}	9,431 ^{ns}	0,04507 ^{ns}	0,9073 ^{ns}	12,092 ^{ns}	9,006 ^{ns}
Interação EB x CM	1	0,00504 ^{ns}	0,00054 ^{ns}	0,907 ^{ns}	0,00121 ^{ns}	0,0968 ^{ns}	0,874 ^{ns}	1,432 ^{ns}
Interação EB x DC	4	0,00349 ^{ns}	0,0245 ^{ns}	7,333 ^{ns}	0,00124 ^{ns}	13,854 ^{ns}	2,936 ^{ns}	5,954 ^{ns}
Interação CM x DC	4	0,0024 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	1,914 ^{ns}	0,00118 ^{ns}	10,625 ^{ns}	2,782 ^{ns}	4,167 ^{ns}
Interação EB x CM x DC	4	0,00291 ^{ns}	0,00056 ^{ns}	2,154 ^{ns}	0,00296 ^{ns}	9,169 ^{ns}	2,966 ^{ns}	5,244 ^{ns}
Resíduo	38	0,0028 ^{ns}	0,00175 ^{ns}	4,465 ^{ns}	0,00169 ^{ns}	9,958 ^{ns}	3,902 ^{ns}	6,766 ^{ns}
CV (%)		20,82%	18,5%	5,38%	19,12%	4,21%	4,98%	15,78%

CV: coeficiente de variação; ns, * respectivamente não significativos e significativos $p < 0,05$.

Pelo resumo da análise de variância demonstrado na tabela 13, podemos verificar que houve influência do esterco bovino na variável densidade do solo (DS). Com relação as demais variáveis, observa-se efeito não significativos, verificando que não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados.

Para a textura do solo este resultado pode ser explicado devido à classe textural de um solo ser uma característica que varia muito pouco ao longo do tempo. A alteração pode ocorrer apenas se houver mudança da composição do solo por meio de erosão ou processos de intemperismo, que ocorrem em um período de tempo muito longo. Portanto a utilização de adubações alternativas em um solo influencia muito pouco a sua textura.

A variável densidade de partículas (DP) segundo Reinert e Reichert (2006), não varia com o manejo do solo, depende primariamente da composição química e composição mineralógica do solo. Com relação condutividade elétrica (CE) depende em larga escala da solução eletrolítica existente no solo e dos minerais do solo que aparecem como isolantes. Para MENEZES e SALCEDO (2007) a adubação orgânica com resíduo de origem animal é uma opção viável para melhorar não apenas as propriedades químicas, mas também as propriedades físicas do solo, apesar do presente trabalho evidenciar apenas significância com a utilização de esterco bovino na densidade do solo.

Na Figura 8 observar-se que a utilização do esterco bovino diminuiu os valores da densidade do solo, diferindo estatisticamente dos tratamentos que não receberam este tipo de adubação. Para KIEHL (1985) a matéria orgânica consegue reduzir a densidade aparente do solo, devido seu efeito na estruturação do solo, aumentando o espaço poroso e tornando-o menos denso. Amendola (2017) afirma que a formação de agregados no solo tem a capacidade de diminuir a sua densidade, em contrapartida o elevado teor de MOS contribui para a formação dos agregados no solo, o que explica o resultado desta pesquisa já que o esterco bovino é uma grande fonte de matéria orgânica e mesmo tendo sua aplicação no solo a mais de dois anos conseguiu diminuir consideravelmente a densidade, corroborando que a contínua adição desta adubação pode melhorar a qualidade do solo. Para Andreola et., 2000 o esterco apresenta interações benéficas com os microorganismos no solo, diminuindo sua densidade, melhorando os agregados, sua capacidade de infiltração de água, a areação facilitando a penetração radicular.

Segundo BRADY & WEIL (2013) a matéria orgânica pode ser removida do solo na forma de CO₂ produzido pela respiração dos micro-organismos, sendo então, necessárias repetidas adições para manter o teor de matéria orgânica no ambiente edáfico. Demonstrando que quanto mais rico for o solo em MOS menos denso será, principalmente nas camadas iniciais, devido à atividade biológica está concentrada nas primeiras camadas do solo, principalmente na profundidade entre 1 a 30 cm Araujo e Monteiro (2007).

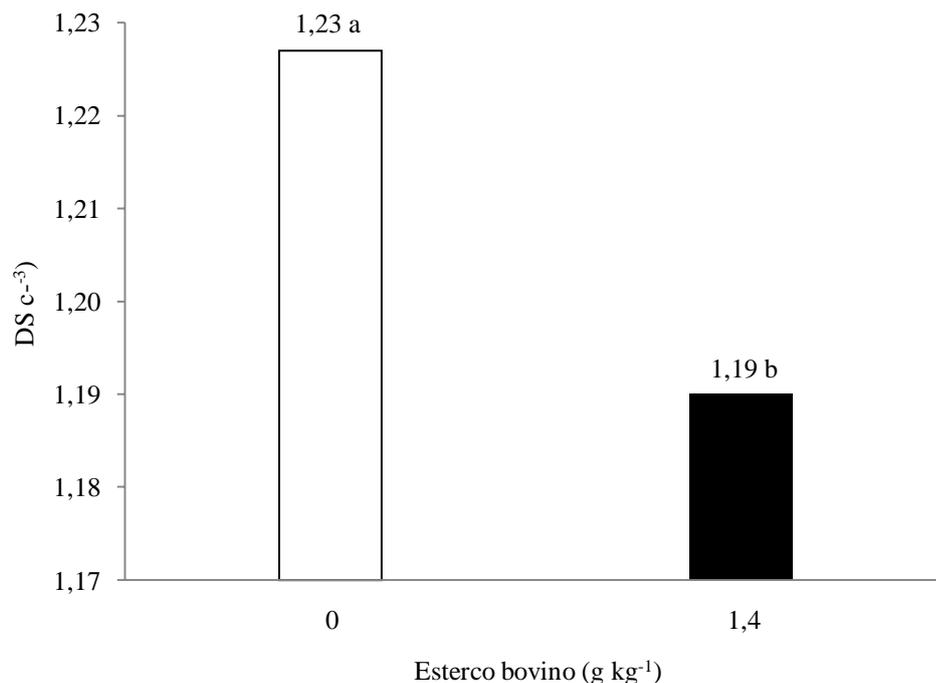


Figura 8. Valores médio de DS do solo em função da ausência e presença de esterco bovino.

4 CONCLUSÕES

A aplicação de cinzas vegetais elevou o pH do solo e os teores de Fosforo, Potássio e Cálcio;

A adubação com esterco bovino elevou o teor de matéria orgânica, soma de base e Cálcio;

A cobertura morta com a palhada da bananeira não influenciou as propriedades químicas do solo;

O esterco bovino proporcionou a melhoria da qualidade do solo, através da diminuição de sua densidade.

5 REFERÊNCIAS

- ARAUJO, F.F. Crescimento, produção e qualidade do noni no solo sob cultivo não convencional. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em tecnologia agroalimentar), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras.
- AMENDOLA, Danilo Furlan. Caracterização da matéria orgânica do solo e sua influência nas propriedades físico-químicas no sistema Latosso-Gleissolo. 2017. 102 f. Dissertação(Mestrado em Geociência e meio Ambiente)- Universidade Estadual Paulista, Julio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2017.
- ARRUDA, J.A.; ESTRELA, J. W. M.; FREIRE, J. L. O.; SANTOS, S. J. A.; fósforo remanescente em solos do Seridó Paraibano, **Principia**, v. 1, n.35,p.42-49,2017.DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n35p42-49>.
- ALTIERI, M. Agricultura tradicional. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 78-236.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; CARVALHO, E. M. S. Effect of composted textile sludge on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea. *Bioresource Technology*, Londres, v. 97, p. 1028-1032, 2007
- ARTUR, A. G.et al. Esterco bovino e calcário para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.
- ANDREOLA, F.et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista brasileira de ciência do solo**. Campinas, v. 24, n.4 p. 867-874, 200
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Alteração de propriedades físicas do solo sob diferentes coberturas vegetais no cultivo da bananeira. Fortaleza, CE. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 1998a., Fortaleza. Resumos... p.93.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; ALVES, E. J. Coberturas vegetais do solo: efeito sobre suas propriedades químicas e o desenvolvimento vegetativo da bananeira – primeiro ciclo. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1997.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. C. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 37, p. 99-106, jul./dez. 1998.
- COSTA, Adriana Barbosa *et al.* (2013). Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p.345-354.
- CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p.1150-1155, 2006.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 133-142, 1990.

DAROLT, M.R. *et al.* (1993). Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivos de solo na cultura da alface. **Hortic.Bras.**, Brasília, v. 11, p. 38-40.

Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2009). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 627 p

ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; OLIVEIRA, L. C. Increase of grain and green matter of corn by liming. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 275-280, abr./jun. 1998.

FREITAS, L. M. S.; ROCHA, M. S.; FREITAS, G. B.; BARROS, J. N. G.; RESENDE, L. A.; MENDES, B. O. T.; LIU, I. M.; LIU, Y. ; MATTOS, U. J. M.; BARRELLA, T. P. Produção de goiabeira (*Psidium Guajava*) Cv. Paluma em função de diferentes adubações orgânicas. In: **XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**. Anais...Vitória/ES, 2008.

FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, p.228-236, 2012.

GONÇALVES, J. L. M.; MORO, L. Uso da “cinza” de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. IPEF, Piracicaba, n. 48/49, p. 28-37, 1995.

GULLÓN, F. S. **Aplicación de cenizas de biomasa arborea como fertilizante y encalante de plantaciones forestales en Galicia**. 2004. total de páginas. Tese Doutorado. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela. 2001.

GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. H. S.; CAMPANHARO, W. A.; RODRIGUES, B. P. **Uso de cinzas de fornos de cerâmica como fonte de nutrientes para aproveitamento na agricultura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 1., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2009. 1 CD-ROM.

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**, v.12, p.251-257, 2008.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO. I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.*, v.11, n.4, p.361- 367, 2007. doi: 10.1590/S1415-43662007000400003.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *pinus taeda* a aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. *Pesquisa florestal brasileira*, colombo, n 56. p 43-52, 2008.

Pimentel, D. D. *et al.* (2016). Uso de Noni por pacientes oncológicos. **Revista saúde e ciência**, v. 5, n. 1, p. 37-44.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 625 p.

KIEHL, Edmar J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985.

MATERECHERA, S. A; MKHABELA, T. S. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. *Bioresource Technology*, Essex, v.85, p.9-16, 2002.

NKANA, J.C.V.; DEMEYER, A; VERLOO, M.G. Effect of wood ash application on soil solution chemistry of tropical acid soils: incubation study. **Bioresource Technology**, Essex, v.85, p.323-325, 2002.

SILVA, João José Mendes. (2010). **Adubação orgânica e mineral de noni: desempenho agrônômico, nutrição da planta, qualidade de fruto e de suco**. 2010. 123 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PEREZ-MARIN, A. M.; Menezes, R. S. C.; Silva, E. D.; Sampaio E. V. S. B. **Efeito da *Gliricídia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistemas agroflorestalno agreste paraibano**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.555-564, 2006

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1991. 343.

Rainert, D. J.; Reichert, J. M. 2006. Propiedades físicas do solo: Santa Maria. Departamento de Solos, UFSM, 18 p.

Informação Agrícola, 1963. 19 p. RIGAU, A. Los Abonos - Su preparación y empleo. 2a.ed., Barcelona.

SOUTO, A. G. de L. (2014). **Crescimento, nutrição e produção de noni em latossolo amarelo distrófico sob diferentes manejos**. Areia. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

SANTOS, J.A.G. *et al.* (1995). **Avaliação do potencial corretivo da cinza, oriunda de biomassa vegetal, comparada ao calcário**. In: congresso brasileiro de ciência do solo, 25. 1995, Viçosa. Resumos Expandidos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, p.1148-115.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do planalto catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria, Curitiba**, v. 10, n. 6, p. 475-482, nov./dez. 2009.

YAGI, R. *et al.* Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 549-557, 2003.

ZIMMERMANN, S.; FREY, B. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology & Biochemistry*, p. 1-11, 2002.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, n. 79, p. 117-161, 1997.

CAPITULO II

INFLUÊNCIA DE ADUBAÇÕES ALTERNATIVAS NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO NONI

ESTRELA, José Wellington de Medeiros, Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro, 2019.

Influência de adubações alternativas no desenvolvimento e produção do noni.

Orientadora: Prof. Dra. Belísia Lucia Moreira Toscano Diniz.

RESUMO

O consumo do noni (*Morinda citrifolia* Linn) tem crescido consideravelmente no Brasil, tanto por sua utilização na medicina popular, como por ser uma rica fonte alimentar. O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos residuais de adubações alternativas na produção e qualidade do noni. O experimento foi conduzido no Setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, município de Bananeiras, PB, em blocos casualizados e esquema fatorial 5 x 2 x 2 com cinco doses de cinzas vegetais, sem e com esterco bovino e sem e com cobertura morta. Foram coletados frutos mensalmente durante os meses de fevereiro e junho de 2018, e a medição das plantas para analisar a massa, comprimento e diâmetro dos frutos e altura e diâmetro das plantas. O efeito residual da cobertura morta e esterco bovino influenciaram significativamente o tamanho dos frutos. A cobertura morta com a palhada da bananeira estimula a produção de clorofila nas plantas.

Palavras- chave: fonte alimentar, efeito residual, cobertura morta, *Morinda citrifolia*

ESTRELA, José Wellington de Medeiros, Federal University of Paraíba, February, 2019.
Influence of alternative fertilizers on the development and production noni. Advisor:
Prof. Dra. Belísia Lucia Moreira Toscano Diniz.

ABSTRACT

The consumption of noni (*Morinda citrifolia* Linn) has grown considerably in Brazil, both for its use in folk medicine and for being a rich food source. The objective of this study was to evaluate the residual effects of alternative fertilizers on noni production and quality. The experiment was conducted in the Agricultural Sector of the Center of Human, Social and Agrarian Sciences, Campus III, Federal University of Paraíba, municipality of Bananeiras, PB, in randomized blocks and 5 x 2 x 2 factorial scheme with five doses of plant ashes, without and with bovine manure and without and with mulching. Fruits were collected monthly during the months of February and June of 2018, and the plants were measured to analyze the mass, length and diameter of the fruits and height and diameter of the plants. The residual effect of mulch and cattle manure significantly influenced fruit size. The mulch with banana tree straw stimulates chlorophyll production in plants.

Key words: food source, residual effect, mulch, *Morinda citrifolia*

1 INTRODUÇÃO

A *morinda citrifolia* L. (Noni) é uma planta considerada exótica que pode medir de 03 a 10 metros de comprimento e pertence à família Rubiaceae (NELSON, 2001; NUNES, 2009). O gênero desta planta é derivado de duas palavras em latim, morus (amora) e indicus (Índia), devido à semelhança do fruto Noni com a amora verdadeira (*Morus alba*) (CORREIA et al., 2011). Tradicionalmente o noni é usado há mais de 2.000 anos pelos polinésios. O fruto é rico em vitaminas, proteínas, minerais, alcaloides e proxeronina. Segundo pesquisas realizadas por Chan Blanco *et al.* (2006)

Alguns estudos afirmam que a planta foi catalogada pelo pesquisador Linnaeus a bastante tempo, sendo que a mesma foi mantida relativamente em sigilo durante cerca 200 anos. No ano de 2005 aproximadamente, a divulgação sobre o Noni atingiu proporções globais, passando a ser conhecida por todo o mundo (NELSON e ELEVITCH, 2006). Todas as partes da planta, principalmente o fruto, são utilizadas como alimento e por supostas propriedades medicinais. Folhas, frutos, caule e raiz são processados e comercializados em forma de cápsulas, chás, suco (sendo essa a formulação predominante) (FRANCHI et al., 2013).

Na cultura desta rubiácea há indícios científicos sobre a utilização de adubações orgânicas, sendo que estudos sobre a influência destes materiais no estado nutricional e produção das plantas ainda são escarços na literatura. Segundo Sousa *et al.* (2010) o desconhecimento da fertilidade do solo cultivado e, principalmente, da exigência nutricional da planta leva a práticas de manejo inadequadas que podem comprometer o crescimento, a produção e qualidade dos seus frutos.

Ao incorporar ao solo materiais orgânicos isso faz com que haja uma alteração positiva na população dos microrganismos e na disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente nitrogênio (Severino *et al.*, 2004).

A ação da matéria orgânica pode ser utilizada para complementar o equilíbrio nutricional e reduzir os custos de produção com aquisição de fertilizantes minerais (Silva *et al.*, 2011).

Com isso, objetivou-se avaliar a influência da cobertura morta, esterco bovino e cinza vegetal no desenvolvimento, estado nutricional e produção dos frutos de noni.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre o período de fevereiro a junho de 2018, através de coleta dos frutos e medição das plantas, em um experimento instalado, em 2016, com cultivo de noni e adição de adubações orgânicas, localizado no Setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus III, da Universidade Federal da Paraíba, município de Bananeiras, PB, com área experimental de dimensões 40 m x 70 m, equivalendo a uma área de 2.800 m².

O município está localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Brejo Paraibano, posicionado geograficamente pelos pontos das coordenadas geográficas de 6°46' de latitude sul e 35°38' de longitude a Oeste do Meridiano de Greenwich, com 552 m de altitude.

O solo do experimento, de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2013) foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico.

O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados com 3 repetições e os tratamentos no esquema fatorial 5 x 2 x 2, sendo cinco doses de cinzas (0; 0,9; 4,4; 7,8; 11,33 kg planta⁻¹), sem e com (1,4) de esterco bovino e sem e com cobertura morta (palhada da bananeira) Totalizaram-se 20 tratamentos para avaliação.

Variáveis avaliadas

Avaliação de crescimento das plantas

O crescimento das plantas foi avaliado através da medição da altura e diâmetro do caule da planta, com o auxílio de uma régua de 3 m de comprimento e uma suta mattax com resolução de 800 mm (paquímetro). Essas avaliações foram realizadas durante os meses de fevereiro e junho de 2018 no início de cada mês, onde eram mensurados a altura e diâmetro nas 120 plantas.

Para a obtermos os valores do diâmetro do caule a suta mattax (paquímetro) era posicionada sempre a 5 cm do solo e na mesma posição para evitar interferência nos valores.

O mesmo procedimento foi realizado para obtenção da altura das plantas onde a régua era sempre posicionada acima do solo medindo-se até a última gema apical da planta.

Massa e diâmetro dos frutos

Para obtenção da massa e diâmetro dos frutos, os mesmos foram colhidos durante os meses de fevereiro e junho em estado de maturação e levados ao Laboratório de Agroecologia do Campus III da UFPB, para as determinações de: massa, comprimento e diâmetro dos frutos. Para a obtenção da massa (g) dos frutos utilizou-se uma balança semi-analítica da marca Marte modelo UX4200H e para a análise de comprimento e diâmetro foi utilizado um paquímetro Inox digital.



Figura 1: Medição da Massa dos frutos



Figura 2: Medição do diâmetro dos frutos

Produção dos frutos

Para avaliação da produção dos frutos de noni foram colhidos, contados (NF) e obtida a massa (MF) em balança de precisão de 0,1 g para a obtenção da produção por planta (PP) e produtividade (PRO) adotando as expressões

$$PP \text{ (kg planta}^{-1}\text{)} = NF \times MF$$

$$PRO \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = PP \times \text{plantas por hectare}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias referentes à cobertura morta foram comparadas pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade que é conclusivo para os dois fatores, e os referentes às doses de cinza foram avaliados pela análise de regressão empregando o software SAS (2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão representados os valores do resumo da análise de variância para as variáveis: altura de planta, diâmetro de caule, comprimento dos frutos, clorofila total, massa e diâmetro dos frutos.

Tabela 1. Resumo da análise variância.

FV	GL	A.P	D.C	Quadrados Médios			N.F	D.F
				COM	C.T	M.A		
Cob.	1	0,17 ^{ns}	8,999*	11,43 ^{ns}	19,233**	742,01 ^{ns}	1,8375 ^{ns}	262,1 ^{ns}
Est.	1	0,014 ^{ns}	2,051 ^{ns}	38,11*	0,264 ^{ns}	4150,0 ^{ns}	3,037 ^{ns}	368,1 ^{ns}
Dose	4	0,073 ^{ns}	2,011 ^{ns}	3,366 ^{ns}	5,023 ^{ns}	1048,2 ^{ns}	2,660 ^{ns}	306,9 ^{ns}
Cob.X Est.	1	0,050 ^{ns}	3,314 ^{ns}	22,91*	0,0,13 ^{ns}	660,01 ^{ns}	0,204 ^{ns}	36,19 ^{ns}
Cob. X Dose	4	0,171 ^{ns}	1,756 ^{ns}	0,661 ^{ns}	7,389*	1090,3 ^{ns}	3,118 ^{ns}	133,9 ^{ns}
Est. X Dose	4	0,155 ^{ns}	3,301 ^{ns}	0,599 ^{ns}	1,123 ^{ns}	1527,6 ^{ns}	1,381 ^{ns}	237,6 ^{ns}
Cob. X Est. X Dose	4	0,170 ^{ns}	5,310*	3,002 ^{ns}	2,129 ^{ns}	14,62,1 ^{ns}	0,214 ^{ns}	63,57 ^{ns}
CV (%)		14,45%	16,26%	1,57%	4,96%	2,56%	22,75%	27,58%

A.P (altura de planta); D.C (diâmetro do caule); COM (comprimento dos frutos) C.T (clorofila total); M.A (massa); N.F(número de frutos) D.F(diâmetro); QM (quadrado médio); F (valor de F).

Ao observarmos o resumo da análise de variância podemos verificar que houve influência da cobertura na variável diâmetro do caule e clorofila total. Com relação ao esterco bovino houve significância para os valores de comprimento dos frutos e uma interação entre a cobertura morta e o esterco bovino. Constatou-se também que houve interação significativa entre os fatores cobertura x esterco x doses de cinzas apenas para a variável diâmetro do caule.

Altura da planta

Os resultados dos valores da variável altura da planta podem ser observados na tabela 2, onde os tratamentos não apresentaram influência dos fatores cobertura morta, esterco bovino e doses de cinzas.

Tabela 2. Análise geral da variável altura da planta

Cobertura	Doses de Cinza				
	0	0,9	4,4	7,8	11,33
Esterco					
Sem	2,73	2,85	2,83	3,17	2,85
Com	2,40	2,95	2,73	2,73	2,60
Sem	2,65	2,80	2,78	3,09	2,73
1,4	2,45	2,85	2,68	2,72	2,65

*Valores médios da altura das plantas em função das doses de cinzas, sem e 1,4 de esterco bovino e sem e com cobertura morta.

Na tabela 2 observar-se que os tratamentos que não apresentavam a utilização da cobertura morta obtiveram médias superiores aos tratamentos com o uso da cobertura morta. Tanto as doses de cinzas como a presença do esterco bovino não influenciaram na altura das plantas. As plantas com os tratamentos com cobertura apresentaram médias que variaram entre 2,40 e 2,73 m de altura, enquanto que as plantas sem cobertura variaram entre 2,73 e 3,17 m, evidenciando que o efeito residual da palhada da bananeira não interfere na altura das plantas, sendo muito importante quando aplicada inicialmente, Araújo, 2017 verificou que a aplicação inicial da cobertura morta com a palhada da bananeira apresentou médias superiores em comparação com a não utilização onde variaram entre 2,25 e 2,30 m de altura com o uso da cobertura.

Resultados semelhantes foi verificado por Cazetta et al. (2008) onde ao estudar o efeito da sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto de arroz, afirmam que a altura de plantas não foi influenciada pelas culturas de cobertura antecessoras à cultura do arroz. Já na safra seguinte, no arroz após cultivo anterior do sorgo a altura das plantas foi menor; a maior altura foi proporcionada onde houve o cultivo anterior de guandu.

Souto (2014) encontrou resultados diferentes dos encontrados no presente trabalho, o mesmo verificou que o esterco de bovino aplicado ao solo afetou positivamente o crescimento das plantas, tanto no solo com e sem cobertura morta.

Diâmetro do caule

A tabela 3 apresenta os resultados dos valores dos tratamentos com as 5 doses de cinzas vegetais , com e sem cobertura morta e sem e com (1,4 kg) esterco bovino , referentes a variável diâmetro de caule.

Tabela 3. Resultados dos valores da variável diâmetro de caule.

Cobertura	Doses de Cinza				
	0	0,9	4,4	7,8	11,33
Esterco					
Sem	7,36 aA	8,33 aA	8,55aA	8,60 aA	8,77 aA
Com	8,65 aA	7,31aAB	7,43aA	8,08 aA	8,78 aA
Sem	8,65 aA	7,89 aA	7,49aA	8,08 aA	8,75 aA
1,4	8,70 aA	4,85 bB	8,25aA	8,98 aA	7,97 aA

*Valores médios do diâmetro do caule em função das doses de cinzas, sem e com cobertura morta e sem e 1,4 de esterco bovino.

Ao avaliar a Tabela 3 pode-se notar que os tratamentos que apresentavam a dose de 0,9 kg de cinzas com cobertura e com esterco obtiveram os menores valores de diâmetro de caule, com médias de 4,85 e 7,31 respectivamente. Para os demais tratamentos podemos observar que não houve diferença estatística ($p > 0,05$), porém, todas as doses de cinzas apresentaram um efeito positivo nos tratamentos com cobertura e com esterco, apresentando médias que variaram entre 8,65 e 8,98.

Segundo Silva *et al.* (2011) esse resultado positivo das cinzas vegetais pode ser explicado devido ao fato de que as cinzas vegetais que são utilizadas na agricultura como adubo do solo, contêm nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio que influenciam diretamente no desenvolvimento e crescimento das plantas.

Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Souto (2014) que ao estudar crescimento, nutrição e produção de noni em latossolo amarelo distrófico sob diferentes manejos, observou que a associação de cobertura morta, esterco de bovino e doses de potássio elevaram o diâmetro caulinar das plantas de noni.

Noce *et al.* (2008) observou que ao utilizar palhada de gramíneas forrageiras como cobertura do solo, o diâmetro de colmo das plantas de milho, na colheita, desenvolvidas na

cobertura de milho, foi inferior em relação às desenvolvidas nas coberturas de sorgo e braquiária.

Comprimentos dos frutos

Para a variável comprimento dos frutos houve efeito de interação entre a cobertura morta e o esterco bovino, onde ocorreu diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos com e sem a cobertura, com o não uso do esterco bovino, enquanto que os tratamentos com esterco bovino não apresentaram diferença com e sem a cobertura morta. O tratamento sem a cobertura e sem o esterco apresentaram os maiores resultados quando comparado com os demais tratamentos obtendo média de 75,7 cm, enquanto que o tratamento sem cobertura na presença do esterco obteve a menor média de 72,3 cm (Tabela 17).

Tabela 4. Valores médios da variável Comprimento dos frutos (cm)

Cobertura	Esterco	
	Sem	Com
Sem	75,7 Aa	72,3 Ba
Com	72,5 Ab	73,6 Aa

*Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem ($P>0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem ($P>0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey.

Os valores de comprimento dos frutos encontrados no presente trabalho encontram-se inferiores aos encontrados por Beltrão *et al.*, (2014) que ao avaliar o comprimento do fruto de noni em diferentes estágios de maturação encontrou valores de 75,90 para os frutos verdes, 98,90 para os frutos de vez e 122,20 cm para os frutos maduros. Valores semelhantes foram encontrados por Nery *et al.* (2013) 83,76; 91,76 e 116,76 cm respectivamente.

Clorofila total

Tabela 5. Resultados dos valores da variável Clorofila Total

Cobertura	Doses de Cinza				
	0	0,9	4,4	7,8	11,33
Sem	59,17 aA	57,93 aA	61,09 aA	60,06 aA	60,02 aA
Com	57,95 aAB	56,98 bB	57,55 bAB	59,88 aA	57,15 bB

*Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem ($P>0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem ($P>0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey.

Verifica-se na tabela 5 que os tratamentos com a utilização da cobertura morta nas doses de cinza 0 e 7,8 kg obtiveram os maiores valores, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, resultado semelhante aos valores dos tratamentos sem cobertura. Moreira (2013) ao realizar o acompanhamento de mudas de *Morinda citrifolia* cultivadas em campo submetidas a diferentes tipos de adubações, afirma que as plantas adubadas apresentam um maior potencial fotossintético em relação às plantas que não receberam nenhum tipo de adubação.

Os benefícios trazidos pelas coberturas mortas resultaram, principalmente, da liberação de matéria orgânica e conseqüentemente à disponibilização de nitrogênio para a cultura. O aumento da disponibilidade de nitrogênio provoca o aumento do teor de clorofila nas plantas (Soratto et al., 2004).

Megda e Monteiro (2010) observaram que a cinza propiciou melhor aproveitamento do nitrogênio, o que pode estar associado ao fornecimento de potássio e magnésio por esse resíduo, uma vez que existe uma relação nitrogênio: potássio preconizado em 3:1, sendo que o magnésio é componente central da molécula de clorofila.

4 CONCLUSÕES

A utilização da cobertura morta, esterco bovino e cinzas vegetais não influenciaram na altura das plantas;

O efeito residual da cobertura morta e do esterco bovino influenciou significativamente o tamanho dos frutos;

A cobertura morta com a palhada da bananeira estimula a produção de clorofila nas plantas.

5 REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, F.A.S.; SOUZA, K.P; SILVA, J. M. Caracterização de noni (*Morinda Citrifolia* L). *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 11, n. 1, p. 38-44, jan. / jun. 2014.
- CHAN-BLANCO, Y. *et al.* (2006). The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 645–654.
- CORREIA, Antônia Alaís da Silva *et al.* (2011). Caracterização química e físicoquímica da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 609-615.
- CAZETTA, Disnei Amélio *et al.* (2008). Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p.471-479.
- Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2013). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p.
- FRANCHI, L. P.; GUIMARÃES, N. N.; ANDRADE, L. R.; ANDRADE, H. R.; LEHMANN, M.; DIHL, R. R.; CUNHA, K. S. Antimutagenic and antirecombinagenic activities of Noni fruit juice in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 585-594, 2013.
- MEGDA, M. M.; Monteiro, F. A. (2010). Nitrogen and potassium supply and the morphogenic and productive characteristics of marandu palisadegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1666-1675.
- NELSON, S. C. Noni cultivation in Hawaii. **College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR)**. Hawaii, v. 4, p. 1-4, Março, 2001.
- NELSON, S. C.; ELEVICHTH, C.R. Noni the complete guide for consumers and growers, Halualoa. Hawaii: Permanent Agriculture Resources, Abril, 2006.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M., NETO, A. J. L., DINIZ, A. A.; SILVA, J. J. M.; BREHM, M. A.S. Formação de mudas de Noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino no solo. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal. v. 6, n. 2, p. 451-463, maio/ago, 2009.
- SOUZA, A. E. C. *et al.* (2010). Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, v. 30, v.2, p.271-278.
- SEVERINO, Liv Soares *et al.* (2004). Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p.1519-1528.
- SILVA, João José Mendes, *et al.* (2011). Macro e micronutrientes no solo, folhas e frutos de noni (*Morinda citrifolia*) EM SÃO LUÍS - MA. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 5, p.123-133.

