



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL DE NONI: DESEMPENHO
AGRONÔMICO, NUTRIÇÃO DA PLANTA, QUALIDADE DE FRUTO E DE
SUCO

João José Mendes Silva

AREIA - PB
JULHO - 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOÃO JOSÉ MENDES SILVA

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL DE NONI: DESEMPENHO
AGRONÔMICO, NUTRIÇÃO DA PLANTA, QUALIDADE DE FRUTO E DE
SUCO

AREIA - PB
JULHO - 2010

JOÃO JOSÉ MENDES SILVA

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL DE NONI: DESEMPENHO
AGRONÔMICO, NUTRIÇÃO DA PLANTA, QUALIDADE DE FRUTO E DE
SUCO

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

CCA/UFPB

Profª. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

CCA/UFPB

Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins

CCA/UEMA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Agronomia”. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

AREIA - PB

JULHO – 2010

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB. Bibliotecária: Elisabete
Sirino da Silva CRB-4/905

S586c Silva, João José Mendes.

Adubação orgânica e mineral de noni: desempenho agrônômico, nutrição
da planta, qualidade de fruto e de suco / João José Mendes Silva- Areia:
UFPB/CCA, 2010.

104f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

Bibliografia.

Orientador: Lourival Ferreira Cavalcante

1. Solo-adubação orgânica 2 . Solo-adubação mineral 3 . Planta-nutrição
4. Noni- cultivo 5. Noni- produção 6. Suco de Noni-qualidade I. Cavalcante,
Lourival Ferreira (Orientador) III. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.89:581.13

JOÃO JOSÉ MENDES SILVA

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL DE NONI: DESEMPENHO
AGRONÔMICO, NUTRIÇÃO DA PLANTA, QUALIDADE DE FRUTO E DE
SUCO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
UFPB – Orientador

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo
UEMA– Examinador

Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante
UFPI - Examinador

Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
UFPB – Examinador

Prof^ª. Dra. Silvanda de Melo Silva
UFPB – Examinadora

AREIA - PB

JULHO - 2010

A DEUS

Pelo propósito de acrescentar suas ricas bênçãos em minha vida para a conquista de mais uma vitória profissional.

À Minha Família

Que a todo o momento acreditou que a minha jornada não seria fácil, mas não impossível de ser alcançada, suportando minha ausência e dando-me forças para ser um vencedor.

À minha mãe Joana Mendes Silva, pelo brilhante despertar e luta desde os meus primeiros passos para seguir aprendendo o significado da vida.

Às minhas irmãs, Josimar Mendes Silva, Josi Maria Mendes Silva e Ondina Maria Mendes Silva, pelo carinho, incentivo e força constante para minha luta ao longo dessa jornada.

Aos meus filhos, Cristiano Sousa Silva, Milena Sousa Silva e Leonardo Sousa Silva, que foram minha maior motivação para que eu vencesse mais essa batalha.

À Teodomira (Teo), pela sinceridade do seu amor em minha vida e fã número um para que chegasse à vitória transpondo todas as barreiras encontradas.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que abençoou este trabalho, garantindo que eu tivesse vida, tempo, saúde, coragem e sabedoria para chegar ao final dessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, que sempre demonstrou acreditar no meu trabalho, onde esteve sempre presente a tirar minhas dúvidas, pela orientação sábia e pelo excelente convívio ao longo deste desafio.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual do Maranhão e à Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de ingressar no Doutorado Interinstitucional-DINTER, através do Programa de Pós-Graduação celebrado entre as duas instituições de ensino superior.

Aos professores do CCA/UFPB, Ademar, Albericio, Ivandro, Jacob, Leonaldo, Lourival, Luciana e Valter, pela dedicação às disciplinas ministradas.

À professora Dra. Ríselane de Lucena Alcântara Bruno, por sua amizade, e participação na criação do DINTER.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/CCA/UFPB. Ao coordenador Dr. Ademar Pereira de Oliveira, a Eliane e a todos os funcionários que fazem parte do PPGA.

Ao Coordenador do DINTER/UEMA, Dr. José Ribamar Gusmão Araújo, pelo empenho e dedicação frente a essa nova proposta.

Ao Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola/UEMA, Prof. José Geraldo Bogéa Góes Fonseca, pela amizade e compreensão durante meu período de afastamento.

Aos professores e amigos de trabalho, Conceição, Ana Araújo, Sandra Sá, Gama, Ronaldo e Emanuel, pela grande contribuição prestada durante minha ausência.

Ao Dr. Mácio Farias de Moura, por suas importantes orientações na realização da análise estatística deste trabalho.

A todos meus inseparáveis amigos do DINTER em Agronomia 2007: Ariadne, Cristina, Josilda, Juliane, Mário Mesquita, Nóbrega, Sirino e Solon, pela constante luta confiança e perseverança transferida de um para o outro em prol do nosso objetivo.

A todos que de alguma forma ajudaram e vivenciaram este trabalho.

“Deus disse: Que a terra produza todo tipo de vegetais, isto é, plantas que dêem sementes e árvores que dêem frutos, e assim se fez.”

Gênesis 1, 11

ÍNDICE

Assunto	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Origem e Distribuição Geográfica do Noni	3
2.2. Caracterização botânica	4
2.3. Exigências Edáficas, Climáticas e Nutricionais	8
2.4. Qualidade do Fruto e do Suco de Noni	11
2.5. Propriedades Fitoterápicas do Noni	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização, Período de Execução, Clima e Solo	18
3.2. Delineamento Experimental e Condução do Experimento	21
3.2.1 Adubação orgânica e mineral do solo	21
3.3 Variáveis Avaliadas	23
3.3.1. No solo	23
3.3.2. Nas plantas	23
3.3.3. Nos frutos	24
3.3.4. No suco	26
3.4. Avaliação Estatística	27
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	29
4.1. Avaliação da Fertilidade do Solo	29

4.2. Desenvolvimento e Produção das Plantas.....	45
4.3. Qualidade Pós-Colheita dos Frutos.....	51
4.4. Avaliação do Suco de Noni.....	52
4.5. Composição Mineral das Folhas de Noni.....	59
4.5.1. Teores foliares de macronutrientes, micronutrientes e sódio.....	59
5. CONCLUSÕES.....	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

LISTA DE TABELAS

Assunto	Página
Tabela 1 Alguns nomes populares do noni divulgados no mundo.....	5
Tabela 2 Caracterização física do solo da área experimental, em diferentes profundidades. São Luís-MA, 2010.....	20
Tabela 3 Caracterização quanto à fertilidade do solo da área experimental, em diferentes profundidades. São Luís-MA,, 2010.....	20
Tabela 4 Composição da matéria orgânica quanto à fertilidade e micronutrientes. São Luís-MA, 2010.....	22
Tabela 5 Caracterização da água para fins de irrigação.....	23

ANEXOS

Tabela 1 Resumo da análise de variância, referentes ao pH, fósforo (P), enxofre (S), potássio (K^+), sódio e hidrogênio + alumínio ($H^+ + Al^{3+}$).....	96
Tabela 2 Resumo da análise de variância, referentes ao alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}), matéria orgânica (MO), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB) e capacidade de troca de catiônica (CTC).....	97
Tabela 3 Resumo da análise de variância, referentes à saturação por bases (V), boro, ferro, manganês e zinco.....	98
Tabela 4 Resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto.....	99
Tabela 5 Resumo da análise de variância da produção dos frutos de noni.....	100
Tabela 6 Resumo da análise de variância, referentes a perda de água do fruto (PA), total de perdas de massa do fruto (TPERDA), percentagem da polpa do fruto (POLPA), percentagem de sementes do fruto (SEMENTE), percentagem de suco do fruto (SUCO), comprimento do fruto (COMP) e diâmetro do fruto (DIAM).....	101
Tabela 7 Resumo da análise de variância, referente ao comprimento do fruto (COMP) e diâmetro do fruto (DIAM) na época seca e época chuvosa.....	102
Tabela 8 Resumo da análise de variância, referente ao comprimento do fruto (COMP) e diâmetro do fruto (DIAM) na época seca e época chuvosa.....	103
Tabela 9 Resumo da análise de variância, referente a qualidade do suco dos frutos de noni em função da aplicação de esterco bovino na ausência e presença de potássio.....	103
Tabela 10 Resumo da análise de variância, referentes aos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), enxofre (S) e os micronutrientes boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) na matéria seca das folhas de noni.....	104

LISTA DE FIGURAS

Assunto	Página
Figura 1 Estrutura da Xeronina.....	16
Figura 2 Localização da área experimental.....	18
Figura 3 Distribuição mensal da precipitação pluviométrica e temperatura no período de baixa precipitação de 2008 e alta precipitação de 2009, no local do experimento. São Luís, MA, 2010.....	19
Figura 4 Área experimental com plantas de noni.....	21
Figura 5 Adubação orgânica e mineral nas plantas de noni.....	22
Figura 6 Frutos de noni marcados para avaliação biométrica.....	24
Figura 7 Colheita dos frutos de noni para avaliação da produção.....	25
Figura 8 Condicionamento dos frutos de noni para extração do suco.....	26
Figura 9 Valores de pH da solução do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B) em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	29
Figura 10 Teores de matéria orgânica do solo na profundidade de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	30
Figura 11 Teores de fósforo do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	31
Figura 12 Teores de potássio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	32
Figura 13 Teores de sódio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	34
Figura 14 Teores de cálcio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	35
Figura 15 Teores de magnésio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	36
Figura 16 Valores de soma de bases do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	37

Figura 17	Teores de alumínio do solo na profundidade de 20-40 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	38
Figura 18	Valores da capacidade de troca catiônica do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	39
Figura 19	Valores da saturação de bases do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	40
Figura 20	Teores de boro do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 21-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	41
Figura 21	Teores de ferro nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	42
Figura 22	Teores de manganês do solo na profundidade de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	43
Figura 23	Teores de zinco do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 21-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	44
Figura 24	Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste principal do noni, sem (A), com 1,5% (B), 3% (C) e 4,5% (D) de esterco bovino, no período seco e chuvoso, na ausência e presença de cloreto de potássio.....	45
Figura 25	Número de frutos de noni por planta, colhidos no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	46
Figura 26	Diâmetro e comprimento de frutos de noni em duas épocas de avaliação em baixa precipitação (A e C) e alta precipitação (B e D), respectivamente, sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	47
Figura 27	Massa média de frutos de noni colhidos no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	48
Figura 28	Produção de frutos de noni por planta no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino, sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	49
Figura 29	Produtividades de noni referentes ao período de baixa precipitação (A) e de alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	50

Figura 30	Percentagens de perdas de água dos frutos de noni, durante sete dias após a colheita, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	51
Figura 31	Acidez titulável no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio aos 180 dias de fermentação.....	53
Figura 32	O pH no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio aos 180 dias de fermentação.....	54
Figura 33	Açúcares redutores no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.....	55
Figura 34	Ácido ascórbico no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.....	56
Figura 35	Teor de proteína no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino na ausência e presença de cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.....	57
Figura 36	Teor de cálcio no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.....	58
Figura 37	Teores de nitrogênio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	59
Figura 38	Teores de fósforo nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	60
Figura 39	Teores de potássio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	61
Figura 40	Teores de magnésio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	63
Figura 41	Teores de boro nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	64
Figura 42	Teores de ferro nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	65
Figura 43	Teores de manganês nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	66
Figura 44	Teores de zinco nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	67
Figura 45	Teores de sódio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.....	68

SILVA, João José Mendes. **Adubação Orgânica e Mineral de Noni: Desempenho Agrônômico, Nutrição da Planta, Qualidade de Fruto e de Suco**. Areia: 2010. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RESUMO

O noni tem sido utilizado desde a antiguidade para o tratamento de uma grande variedade de doenças tais como, alergia, artrite, asma, câncer, depressão, diabetes, digestão, hipertensão e insônia e utilizado como suplemento alimentar. Apesar dessas propriedades e da sua adaptabilidade intercontinental as informações a respeito das exigências nutricionais e do manejo da cultura ainda são muito pouco freqüentes na literatura internacional e nacional. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso da aplicação de esterco bovino e adubação mineral no crescimento, estado nutricional, produção, rendimento e qualidade do suco de noni. O experimento foi desenvolvido no período de julho de 2008 a julho de 2009, na Chácara Pau Brasil distante seis quilômetros do Centro de Ciências Agrárias da UEMA, São Luís – MA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 referentes a quatro níveis de esterco bovino sem e com cloreto de potássio, fornecidos em cobertura na área de projeção da copa em uma faixa de 60 cm de largura a partir de 40 cm do caule das plantas. Todas as plantas foram adubadas com 60 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ oriundo do superfosfato simples, sendo 30 g planta⁻¹ no início de agosto de 2008 e a outra metade no início de janeiro de 2009. A adubação nitrogenada também foi aplicada em todos os tratamentos e constou de 120 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N na forma de uréia com 44% do nutriente, em três aplicações de 40 g planta⁻¹ juntamente com o fósforo e a cada 120 dias juntamente com o potássio. O esterco bovino foi aplicado aos níveis de: 0; 1,5; 3,0; e 4,5%, tomando por base 20 cm de profundidade do solo. A adubação potássica constou da aplicação de K₂O num total de 210 g planta⁻¹ ano⁻¹ da fonte cloreto de potássio, em três aplicações de 70 g planta⁻¹. Observou-se que a interação matéria orgânica x cloreto de potássio interferiu significativamente no aumento dos teores de cálcio, magnésio, potássio, boro, ferro e zinco com maior expressão na camada superficial do solo. O noni produziu mais com adubação orgânica e cloreto de potássio, com maior viabilidade no período de alta pluviosidade, favorecendo aumento no rendimento em polpa e suco. Também foi constatado maior crescimento da planta no período de baixa pluviosidade, e efeitos significativos da interação na acumulação de macro e micronutrientes no tecido foliar das plantas e sobre os teores de proteína e cálcio na qualidade do suco.

Palavras chaves: *Morinda citrifolia* L., adubação orgânica, adubação potássica, produção, qualidade do suco.

SILVA, João José Mendes. **Organic and Mineral Fertilization of Noni: Performance Agronomy, Plant Nutrition, Quality of Fruit and juice.** Areia: 2010. 104f. Thesis (DSc. In Agronomy) – Centre of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, Areia, Brazil.

ABSTRACT

Noni fruit has been used since antiquity for treatment of many diseases such as allergy, arthritis, asthma, cancer, depression, diabetes, digestion, hypertension, and insomnia, and used as food supplement. Although these properties and its continental adaptability, information about nutrient exigency and crop management and still little frequent in the international and national scientific literature. This way, the research aimed to evaluate the use bovine manure and mineral fertilizer on growth, nutritional status, fruit production, and yield and juice quality of noni. The experiment was carried out from July 2008 to July 2009, in “Pau Brasil” farm six kilometers far from the Centre of Agrarian Sciences of UEMA, São Luis City, Maranhão State, Brazil. A randomized blocks design was used and treatments distributed in a factorial arrangement 4 x 2 referring to four levels of bovine manure with and without potassium chloride. As fertilizers were applied on the area of the canopy in a belt of 60 cm, distant 40cm from the plant stem. The bovine manure was applied at the following levels: 0; 1.5; 3.0; and 4.5%, based on 20 cm soil deep. All plants were fertilized with 60 g plant⁻¹ year⁻¹ of P₂O₅ and 120 g plant⁻¹ year⁻¹ of nitrogen. Potassium fertilizing consisted of K₂O in a total of 70 g plant⁻¹. It was observed that organic matter x potassium chloride interaction significantly influenced the contents of calcium, magnesium, potassium, boron, iron and zinc with more expression on the superficial soil layer. Noni produced more with organic fertilizer and potassium chloride, with greater viability in the period of heavy rainfall, favoring an increasing in the proportion of in pulp and juice. The study also found greater plant growth in the period of low rainfall and significant effects of macro and micronutrients in the leaf tissue of plants and on protein and calcium in juice quality.

Keywords: *Morinda citrifolia* L., organic fertilizer, potassium fertilizer, production, quality of juice

1. INTRODUÇÃO

O noni (*Morinda citrifolia* L.) pertence à família *Rubiaceae*, cresce extensivamente entre as ilhas do Pacífico e é uma das mais significantes fontes da medicina tradicional dessas comunidades. Os povos polinésios já usavam como planta medicinal há mais de 2000 anos e ainda é utilizada na medicina tradicional para diversas enfermidades tais como: alergia, artrite, asma, câncer, depressão, diabetes, digestão, hipertensão, insônia, aumento da capacidade física (Yang et al., 2010; Basar et al., 2010).

A origem da espécie *Morinda citrifolia* é atribuída à região da Micronésia conforme relatam Razafimandimbison et al. (2010). No Caribe americano ao largo da costa centro americana, existe uma área destinada a proteger uma das biodiversidades mais ricas do mundo, onde se reportam inúmeras plantas com extraordinárias propriedades curativas. O noni também é encontrado nesta área, conhecida como o Corredor Biológico Mesoamericano, com cerca de 8% da biodiversidade biológica do planeta (Solomon 1998).

O consumo mundial de plantas medicinais e seus derivados se convertem em grandes volumes de negócios, devido a muitos estudos científicos estarem confirmando as propriedades fitoterápicas e fitofármicas dessas plantas, exercendo algum tipo de ação farmacológica (Flogio et al., 2006; Simões et al., 2007). O mercado mundial de medicamentos fitoterápicos é de US\$ 43 bilhões por ano. Somente nos Estados Unidos da América, este mercado representa US\$ 5 bilhões por ano, sendo o setor de mais rápido crescimento no mercado farmacêutico (Turolla & Nascimento, 2006).

O Brasil apesar de não ter tradição no cultivo do noni apresenta grande potencial edafoclimático e com uma ampla diversidade biológica considerada a maior do mundo com cerca de 60 000 espécies de plantas, o que corresponde a 20% de toda flora do planeta e 70% de todas as espécies existentes nas grandes florestas (Cunha 2005).

No Estado do Maranhão, Brasil, a espécie *Morinda citrifolia* é de recente introdução, em destaque para sua capital São Luís, devido a sua localização geográfica, o clima e o solo dessa região favorável na amplitude requerida para desenvolvimento dessa espécie, sendo as primeiras mudas plantadas em 2005.

Um recente estudo mostra um aumento exponencial na produção e consumo do suco do noni, e considerado seguro para a população em geral (EFSA, 2009). Devido ao seu elevado potencial antioxidante, o interesse comercial tem crescido muito nos últimos anos, como prova o número de patentes registradas (Nelson & Elevitch, 2006). Somente nos

Estados Unidos foram registradas 19 patentes no órgão oficial US Patent Trademark Office desde 1976 (Surendiran & Mathivanan, 2006).

O noni é cultivado nos mais variados tipos de solos e sobrevive em habitats severos, caracterizados por terrenos rochosos, arenosos, solos costeiros e vulcânicos. Apesar de tolerar a saturação dos solos, cresce e produz mais adequadamente em solos bem drenados evidenciando que se adapta em solos ácidos e alcalinos. Apresenta também tolerância para cultivo a céu aberto ou com 80% de sombreamento, em condições de encharcamento por certo período de tempo, e muito resistente e tolerante a solos salinos chegando a se beneficiar dos minerais contidos na água do mar (Nelson, 2005). Nunes et al. (2009) ao avaliarem a formação de mudas de noni com biofertilizante bovino no solo e água salina observaram que a aplicação do biofertilizante (esterco bovino + água) proporcionou maior crescimento das plantas sob irrigação com águas salinas.

A quantidade de estudos que abordam os aspectos da adubação mineral e orgânica no solo é crescente, contudo, percebe-se a falta de informações, sobre esse assunto, em solos cultivados com noni. Nesse sentido, considerando a importância econômica do noni e que a cultura esta em expansão, estudos sobre adubação e estratégias para aprimorar as técnicas de rendimento e reduzir os custos de produção devem ser adotadas.

Tradicionalmente, as culturas vêm sendo cultivadas sob fertilização convencional, entretanto, ultimamente em função da exigência do consumidor por produtos livres de insumos sintéticos, o homem buscando alternativas dentro de uma agricultura ecológica, priorizando a qualidade do produto, amenizando o nível de contaminações do solo, água, planta, homem e todos os organismos vivos componentes dos agroecossistemas (Alves et al., 2001).

Além disso, a redução da utilização de insumos alternativos pode ser uma opção, que pode constituir uma alternativa para o produtor aumentar a rentabilidade de exploração (Mota et al., 2008). Assim nas últimas décadas, tem se aumentado consideravelmente o uso de fertilizantes orgânicos disponíveis no campo em substituição parcial e às vezes, até total aos minerais de preços elevados, dentre esses insumos orgânicos se insere o esterco bovino (Diniz, 2009), que influenciam nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Pires et al., 2008).

O trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento das plantas e dos frutos, produção, composição em macro e micronutrientes na matéria seca foliar, caracterização dos frutos e qualidade do suco no solo fertilizado com esterco bovino e adubação mineral com NPK.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e Distribuição Geográfica do Noni

Noni é o nome havaiano para o fruto da *Morinda citrifolia* L. (*Rubiaceae*), que apesar de ser a espécie mais conhecida e estudada do gênero, tem havido divergências de opiniões com referência a região de origem (Morton, 1992; McClatchey, 2002; Nelson & Elevitch, 2006). Estudos recentes sobre a sequência de DNA e análises filogenéticas com 32 acessos do gênero *Morinda*, realizados por Razafimandimbison et al. (2010) sugerem a região da Micronésia como origem do noni, com distribuição pantropical incluindo as ilhas do Pacífico, Caribe, Madagascar, atingindo parte do continente africano, indiano, australiano e da América do Sul. A ampla distribuição é atribuída em parte à dispersão trans-oceânica de suas sementes flutuantes, autopolinização e sua capacidade de produzir flores e frutos o ano todo, o que implica dizer que o noni provavelmente já estava presente na Micronésia antes da chegada dos ancestrais micronesianos do Sudoeste da Ásia há mais de 3000 anos.

A evolução do noni se deu entre as ilhas tropicais nas mediações da Nova Guiné, cujas ilhas foram criadas pela colisão da placa do Indu-Pacífico e a placa do Pacífico. Esta região do Pacífico compreende um número de países constituídos por ilhas que incluem Cook Islands, East Timor, Federated State of Micronesia, Fiji, Kiribati, Marshall Islands, Nauru, Niue, Palau, Papua New Guinea, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu e Vanuatu, com uma população coletiva de aproximadamente oito milhões de pessoas em uma área de 525 000 km² (Maccari & Mapusua, 2007).

De fato, Nelson (2005) aponta que o noni e o vulcanismo estavam indissociavelmente ligados a este breve período, pois o noni é uma das primeiras plantas que pode facilmente colonizar novos fluxos de larva. A região do mundo onde está envolvido o noni antes do contato com os seres humanos, provavelmente foram sementes transportadas por correntes oceânicas e fragmentos de plantas ejetadas pelas violentas erupções para as ilhas fragmentadas.

Embora originalmente encontrado na Micronésia e regiões vizinhas, o noni fez seu caminho para o sul do Pacífico, Tahiti e suas ilhas, oficialmente conhecido como Polinésia Francesa, localizada no Oceano Pacífico entre o Canal do Panamá e a Nova Zelândia com 118 ilhas e atóis formando cinco arquipélagos (Dunn, 2005). Há relatos de Nelson & Elevitch (2006) que o noni se estabeleceu na Polinésia Francesa a mais de 3600 anos, através das migrações da complexa cultura Lapita (Ancestrais dos polinésios), originários do arquipélago

de Bismark a noroeste da Nova Guiné, que atravessaram cerca de dois mil quilômetros de mar aberto, a bordo de canoas, para atingir as ilhas da Polinésia Ocidental de Fiji, Samoa e Tonga, onde primeiro foi desenvolvida a cultura polinésia. Havaí e Nova Zelândia foram algumas das últimas ilhas do Pacífico a serem colonizadas pelos polinésios.

Evoluindo dos seus ancestrais Lapita, os polinésios eram mestres na arte da navegação de canoas a vela denominada de “Vá a”, apesar da ausência de bússulas, instrumento de metal e escrita, mantinham rotas permanentes nas diversas ilhas do chamado Triângulo Polinésio formado pelo Havaí, Nova Zelândia e Ilha de Páscoa (Kirch, 1985). Em suas migrações entre as ilhas nessas canoas, conduziam alimentos, animais e muitas plantas que totalizavam até 70 espécies, necessários á sua sobrevivência e estabelecimento. Entre as 12 principais plantas mais conhecidas, o noni era a segunda mais importante usada como medicamento natural para o tratamento de várias doenças comuns e para a manutenção da saúde como um todo (Wang et al., 2002).

2.2. Caracterização botânica

Noni vem da família *Rubiaceae* que é a quarta maior família das angiospermas depois da *Asteraceae*, *Orchidaceae* e *Fabaceae* e compreende cerca de 650 gêneros e 13 000 espécies (Macpherson et al., 2007). A família *Rubiaceae* Juss., foi descrita primeiramente por Antoine Laurent de Jussieu em 1789, tem seu nome derivado do gênero *Rubia* L., do Latin *rubium*, relativo á tinta vermelha produzida pelas raízes de plantas deste gênero utilizadas para tingir tecidos (Pereira, 2007). O nome botânico para o gênero foi derivado de duas palavras do Latin *morus* (mulberry) e *indicus* (Indian), em referência para a similaridade do fruto para aquele do mulberry verdadeiro (*Morus alba*) da família *Moraceae*. O nome das espécies indica a semelhança da folhagem da planta com algumas espécies de citrus (Nelson, 2005).

Tabela 1. Alguns nomes populares do noni divulgados no mundo.

Nome	Origem	Fonte
Ba ji tian	China	Porcher (1995)
Baga	República Dominicana	Pierre-Noel (1971)
Bankoro	Filipinas	Quisumbing (1951)
Bumbo	África	Altschul (1973)
Cheesefruit	Austrália	Peerzada et al. (1990)
Forbidden fruit	Barbados	Gooding et al. (1965)
Kura	Fiji	Parham (1943)
Mora de la India	Cuba	Roig & Mesa (1945)
Mulberry	Ilhas Caimam	Proctor (1984)
Nhau nui	Vietnam	Petelot (1953)
Nin	Ilhas Marshall	Valentine (1999)
Nona	Malásia	Safford (1905)
Noni	Havaí, Polinésia, Porto Rico	Massai & Barrau (1956)
Nono	Tahiti	Brown (1935)
Nonu	Samoa	Safford (1905)
Urati	Ilhas Solomon	Safford (1905)

De acordo com o INBiO (1997), a classificação taxonômica do noni é descrita da seguinte forma:

- **Reino:** *Plantae*
- **Filo:** *Magnoliophyta*
- **Classe:** *Magnoliopsida*
- **Ordem:** *Rubiales*
- **Família:** *Rubiaceae*
- **Gênero:** *Morinda*
- **Espécie:** *citrifolia*
- **Nome Botânico:** *Morinda citrifolia*

A seguinte descrição botânica do gênero *Morinda* e duas espécies comuns no Havaí foram reproduzidas com autorização do Manual da Floração das Plantas do Havaí, por Wagner et al. (1999). Os botânicos reconhecem três variedades distintas de *Morinda citrifolia* com morfologias diferentes na folha e no fruto: *Morinda citrifolia* var. *citrifolia* (noni), *Morinda citrifolia* var. *bracteata* e *Morinda citrifolia* var. *Potteri*.

Morinda citrifolia var. *citrifolia* (noni) é a única variedade usada globalmente como suplemento nutricional e a variedade mais importante apresentando maior valor cultural, econômico, medicinal e também com maior distribuição entre as três variedades (Razafimandimbison et al., 2010).

Esta variedade tem sua própria morfologia diversa, frutos grandes (noni Havaiano) com folhas ovaladas, frutos pequenos (Micronesia) e com folhas estreitas elípticas. *Morinda citrifolia* var. *bracteata* tem um fruto pequeno e com brácteas inseridas na base do fruto, as folhas são maiores e muito parecidas com as da variedade *Morinda citrifolia*. *Morinda citrifolia* var. *Potteri* é ornamental, os frutos são bem menores, folhas estreitas, variegadas na cor verde e branca e distribuída através do Pacífico (Teo, 2009). As características morfológicas que unem as espécies dentro de um gênero incluem sincarpas ou capítulos que formam ovários, cálices cônicos e grãos de pólen geralmente fino e reticulado (Johansson, 1994).

Morton (1992) relata que o gênero *Morinda* é pantropical com cerca de 80 espécies. A espécie *Morinda citrifolia* é membro da família *Rubiaceae*, como também pertencem o café (*Coffea arabica* L.) e o genipapo (*Genipa americana* L.), é uma árvore ou arbusto que aos 20 anos atinge até 10 metros de altura quando alcança a fase adulta, florescendo e frutificando o ano inteiro. Seu crescimento é ereto, composto de uma ou mais hastes principais de onde se desprendem ramos angulares e glabos. Os ramos secundários com nós separados de onde emergem os racimos florais, e raiz pivotante onde se desprendem as raízes secundárias (Acosta, 2003).

O fruto é conhecido como um sincarpo, ou seja, está formado por carpelos unidos. Esta infrutescência é muito similar com a pinha (*Ananas* sp.). Os carpelos individuais possuem cinco lados visíveis na superfície do fruto, e podem ser facilmente distinguidos pelas marcas nas paredes carpelares, e cada carpelo tem um “olho”, que é a cicatriz do cálice que fica depois que a flor cai. Depois de realizada a fecundação de cada flor, o carpelo cresce de três a cinco vezes o seu tamanho e desenvolve várias sementes, e o número de sementes depende do número de carpelos (Baeza, 2008).

Os frutos são de forma globosa ou ovalada-alargada, e às vezes diformes, é bastante comum a produção de frutos duplos. Podem pesar entre 100 e 300 gramas, e cada gema axilar produz geralmente só um fruto, mas há casos de produzirem dois ou mais frutos (Acosta, 2003). O fruto tem um forte odor de ácido butírico quando maduro, os Australianos chamam o noni de fruto do queijo (Chan-Blanco et al., 2006). Para Teo (2009) o forte odor do fruto do noni desprendido durante o amadurecimento possivelmente é causado por ácidos orgânicos, principalmente os ácidos octanóico e hexanóico. A ação dos ácidos octanóico e hexanóico desprendido ao final da maturação do fruto do noni também foi observada por West et al. (2009). No fruto do noni foram identificados por Pino et al. (2009) cerca de 34 ácidos voláteis

e 26 ácidos não voláteis, sendo os principais os ácidos octanóico e hexanóico, responsáveis pelo odor pronunciado do fruto.

As flores são perfeitas, sésseis e se unem na base do capítulo. A inflorescência é formada por ovários carnosos que produzem as flores em série e dura de cinco a oito dias. A corola é de cor branca carnosa, composta de cinco lóbulos. A parte interior da corola apresenta pilosidades, enquanto a parte exterior é glabra. O cálice é composto por cinco estames ligeiramente separados na base da corola. As anteras se encontram enroscadas nos ápices dos estames onde se produz o pólen. O estigma é o órgão receptor do pólen e se encontra no interior do cálice. E o período compreendido entre a antese floral e o amadurecimento completo do fruto dura em torno de 90 a 95 dias (Nelson, 2005).

As folhas são simples e opostas com 7 a 25 cm de largura e 20 a 45 cm de comprimento. São agudas no ápice e cuneiformes na base, de cor verde escuro e glabras nas duas faces. Possui um pecíolo alado, com 1,2 a 2,0 cm de comprimento e 0,2 cm de diâmetro (Sánchez, 2001). Os principais constituintes químicos encontrados nas folhas são aminoácidos, antraquinonas, glicosídeos, compostos fenólicos, resinas, ácido ursólico, com ações terapêuticas nas desordens do açúcar e formação de coágulo no sangue, queimaduras e ferimentos na pele (Elkins, 2002).

A semente é discoidal, com quatro a nove milímetros de comprimento e revestida por uma camada de fibra de celulose impermeável extremamente resistente. Quando seca ao ar pesa cerca de um quarto de uma grama (10 kg de fruto para se obter 250 g), um fruto havaiano contém acima de 260 sementes, a coloração é marrom ou avermelhada e possui uma câmara de ar que lhe permite flutuar por muito tempo na água. Esta é uma das razões pelas quais existe uma grande propagação das plantas de noni ao redor do arquipélago polinésio (Nelson, 2005).

O caule, um dos componentes da arquitetura da copa apresenta formas que variam de uma, duas, três, quatro e até cinco hastes principais de sustentação da planta, de onde emergem os ramos angulares e reprodutivos. Estes inicialmente são herbáceos e à medida que se desenvolvem vão florescendo e adquirindo consistência lenhosa a partir da inserção no caule até ficarem completamente lenhosos. Os ramos geralmente apresentam diferentes fases na frutificação, desde a inflorescência, frutos em formação, verdes, próximos da maturação e maduros. A raiz principal é pivotante com numerosas raízes secundárias, com coloração amarela ou vermelha e hábito de crescimento semelhante ao do café e citrus (Macpherson et al., 2007).

Os constituintes químicos da folha, flor, raiz e casca da raiz do noni são descritos por Elkins (1997) pela ordem. Na folha: Aminoácidos (alanina, arginina, ácido aspártico, cisteína, cistina, glicina, ácido glutâmico, histidina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptofano, tirosina, e valina), antraquinonas, glicosídeos, componentes fenólicos, resinas, B-sitosterol e ácido ursólico. Na flor: Acacetina 7-0-D (+)-glucofiranosida; 5,7,-dimetil apigenina-4-0-8-D(+)-galactofiranosida; e 6,8,-dimetoxi-3-metil antroquinona-1-0-8-ramnosil glucofiranosida. Na raiz e casca da raiz: alizarina, antraquinonas, carbonato, clorubina, ácido rubicótrico, soranjidol, crisofanol, fósforo, magnésio, ferro, sódio, glicosida, morindadiol, morindina, resinas, rubiadina e esteróis.

2.3. Exigências Edáficas, Climáticas e Nutricionais

O noni cresce em uma grande variedade de solos e sobrevive em habitats severos, como em terrenos rochosos, arenosos, costeiros e vulcânicos. É considerado tolerante à salinidade, incluindo áreas inundadas por tsunamis, chegando a se beneficiar dos minerais contidos na água do mar (Nelson, 2005). Em regiões áridas e semiáridas também ocorrem o processo de salinização do solo devido às baixas precipitações e alta evaporação, constituindo assim alternativa para estudo da cultura do noni nessas áreas. No mundo, segundo Abdelfattah et al. (2009) a estimativa das áreas afetadas por sal chega a um bilhão de hectares, o que representa cerca de 7% da extensão da terra, e que a presença de sais no solo geralmente afeta de forma direta ou indireta o desenvolvimento e produção da maioria das culturas.

Acosta (2003) reporta que a planta do noni cresce em solos de diferentes texturas. No entanto, as plantas mais desenvolvidas e produtivas preferem solos de textura arenosa próximo do litoral. Também se estabelece em solos argilosos, ácidos e altamente saturados de Al e Fe. Os solos de textura franca são ideais para um plantio comercial de noni, já que sua estrutura porosa facilita às plantas o crescimento e desenvolvimento das raízes, armazenamento de água e nutrientes. Outros requerimentos edáficos de grande importância são a profundidade e a drenagem do solo. Quando os solos são profundos a raiz da planta cresce e penetra sem obstáculos, permitindo que a planta retire do solo os nutrientes requeridos. Enquanto a drenagem é essencial nas áreas onde o lençol se situa na superfície do solo.

Apesar de se adaptar às faixas máximas temperaturas de 32 a 38°C, e às mínimas entre 5 e 18°C, o cultivo do noni ocorre extensivamente em zonas de clima tropical (Gilani et al. 2010), e é cultivado intensivamente nas regiões costeiras do Pacífico onde o máximo

crescimento e desenvolvimento registram-se nas zonas onde as temperaturas diurnas flutuam entre 25 e 30°C. A expectativa média de produção no Havaí é de 65 t ha⁻¹ com uma variação de 114 a 227 kg ano⁻¹ por planta (Singh, 2006).

A planta do noni não reage de forma negativa à acidez e cresce em solos com pH inferior a 5,0 mas prefere a faixa de pH entre 5,5 e 6,8 (Acosta, 2003). O noni cresce, desenvolve e produz em áreas com precipitação média anual entre 250 e 4000 mm e altitude de até 800 m, cuja amplitude alcança as regiões áridas e as extremamente úmidas, no entanto, quando a precipitação ocorre com frequência para o índice mais baixo há necessidade de irrigação (Nelson & Elevitch, 2006).

Para atingir níveis elevados de produção, faz-se necessário um programa de adubação para suprir as necessidades das plantas em N, P, K, Ca, Mg e S entre os macronutrientes e Fe entre os micronutrientes (Acosta, 2003). Além da fertilização mineral, o noni responde ao emprego da matéria orgânica para complementar o equilíbrio nutricional e a redução dos custos de produção com aquisição de fertilizantes minerais. A manutenção da fertilidade do solo é a primeira condição de qualquer sistema permanente de agricultura. Os sistemas de produção de colheitas comuns provocam a perda contínua da fertilidade do solo; é, pois, imperativo, a sua contínua recuperação através da adubação e do manejo do solo (Howard, 2007).

As recomendações de manejo direcionam para práticas que favoreçam a biologia do solo, pois são os organismos os responsáveis pelas grandes transformações físicas e químicas no solo, que o habilitam exercer suas funções na natureza. Os indicadores microbiológicos refletem os processos e as transformações que estão intimamente relacionados às funções que o solo necessita exercer para ser considerado de qualidade adequada (Barrios et al., 2006; Monokrousos et al., 2006).

Goedert (2005) sugere um conjunto mínimo de indicadores ou atributos para avaliar a qualidade do solo sob uso agrícola determinados na camada superficial de Latossolos tropicais: Densidade do solo (Ds) < 1,0 g cm⁻³; Porosidade total (Pt) > 0,60 cm³cm⁻³; Grau de flocculação (Gf) > 50%; Capacidade de troca catiônica (CTC) textura arenosa > 4 cmol_c dm⁻³; Saturação por base (V) > 40%. A matéria orgânica do solo também é considerada um atributo da qualidade do solo e ambiental (Smith et al., 2000). Está envolvida e relacionada com muitas das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Portanto, é necessário conhecer o papel multifuncional que a matéria orgânica exerce no solo (Carter, 2002).

A matéria orgânica exerce influência reconhecida no comportamento dos solos, nos aspectos físicos, químicos e biológicos. Seus teores e características, resultado das taxas de

produção, alteração e decomposição de resíduos orgânicos, são dependentes de uma série de fatores, como temperatura, aeração, pH e disponibilidade de água e nutrientes (Nascimento et al., 2010). A alta produtividade das culturas ocorre quando atributos biológicos, físicos e químicos estão em boas condições (Vezzani & Mielniczuk, 2009). Portanto, os insumos podem influenciar positivamente nas propriedades edáficas (Cardozo et al., 2008; Loss et al., 2009). O uso do esterco bovino combinado com adubação mineral tem sido uma estratégia de manejo importante para melhoria da qualidade do solo (Leite et al., 2003).

Na cultura do noni a evidência científica sobre a utilização de fertilizantes orgânicos e minerais para equilíbrio do estado nutricional das plantas ainda é limitada de informações. Nesse aspecto, o uso da análise química foliar, que permite estabelecer faixas de teores dos nutrientes associados ao crescimento e à produção do noni, aliada à análise do solo, é essencial para identificar o estado nutricional da cultura e constitui uma ferramenta importante para planejar e avaliar a utilização de adubações equilibradas (Correia et al., 2001).

Devido ao noni pertencer à mesma família do café (*Rubiaceae*), permite-se comparar a amplitude máxima dos limites inferior e superior da faixa crítica dos macronutrientes recomendadas por alguns autores (Reuter & Robson, 1988; Jones Junior, 1991; Bergmann, 1992; Malavolta et al., 1993; Mills & Jones Junior, 1996; Malavolta, 1997; Matiello, 1997; Raji et al., 1997) possibilitando identificar o teor dos nutrientes no tecido foliar do cafeeiro entre 23,0 e 35,0 g kg⁻¹ de nitrogênio, 1,2 e 2,0 g kg⁻¹ de fósforo, 18,0 e 26,0 g kg⁻¹ de potássio, 7,5 e 25,0 g kg⁻¹ de cálcio, 2,5 e 5,0 g kg⁻¹ de magnésio e 0,2 e 2,0 g kg⁻¹ de enxofre.

Clemente et al. (2008) estabeleceram as faixas críticas de macronutrientes nas folhas do cafeeiro entre 19,24 e 23,16 g kg⁻¹ de nitrogênio, 1,14 e 1,21 g kg⁻¹ de fósforo, 17,39 e 19,02 g kg⁻¹ de potássio, 12,70 e 14,11 g kg⁻¹ de cálcio, 8,26 e 8,97 g kg⁻¹ de magnésio e 1,49 e 1,77 g kg⁻¹ de enxofre. O cafeeiro acumula matéria seca continuamente dos seis aos 78 meses, com demanda nutricional crescente independentemente da variação da produção (Prado & Nascimento, 2003).

Com referência à adubação orgânica e mineral para a cultura do noni, Nelson & Elevitch (2006) recomendam fontes de matéria orgânica disponível nos trópicos que incluem esterco bovino e compostagem, nas plantas jovens sem frutificação pode ser utilizada uma fertilização das fórmulas comerciais 14-14-14 ou 16-16-16. Plantas em frutificação aplicam-se 10-20-20 para estimular a floração e produção, e as plantas de noni em todas as idades respondem a aplicações de fertilizantes foliares 10-45-10 com maior concentração de fósforo, que podem também serem aplicados via fertirrigação. Pesquisas são necessárias para

desenvolver uma melhor fertilização com adição de matéria orgânica, para a produção do noni nas várias regiões dos trópicos onde o noni está estabelecido, mantendo uma microflora saudável e um agroecossistema diverso (Nelson, 2005).

2.4. Qualidade do Fruto e do suco de Noni

Cerca de 200 compostos fitoquímicos já foram identificados na planta do noni, e os principais são compostos fenólicos, ácidos orgânicos e alcalóides, incluindo flavonóides, polissacarídeos, iridoides, ligninas e triterpenóides (Yang et al., 2010). Dos compostos fenólicos os mais importantes relatados são as antraquinonas (damnacanthal, morindona, morindina) e também alcubina, asperulosido e escopoletina (Wang & Su, 2001).

Os principais ácidos orgânicos (caprólico e caprílico) foram identificados por Dittimar (1993), enquanto a xeronina é o principal alcalóide do fruto do noni (Heinicke, 1985). Dos 34 ácidos voláteis identificados no fruto maduro do noni por Pino et al. (2009), foram obtidos $3,06 \text{ g kg}^{-1}$ do ácido octanoico e $0,33 \text{ g kg}^{-1}$ do ácido hexanoico. Além de alcoóis (3-methyl-3-buten-1-ol), ésteres (methyl octanoate, methyl decanoate), ketones (2-heptanone), e lactones [(E)-6-dodeceno- γ -lactone] (Farine et al., 1996).

Atualmente, a literatura científica publicada com referência às propriedades químicas e nutricionais do suco do noni é muito limitada, principalmente sobre o modo de processamento. O pequeno número de artigos publicados é desproporcional com a grande popularidade do suco do noni devido aos seus atributos benéficos para a saúde (Giselle, 2007). O fruto é composto por 90% de água, e muitos dos seus componentes da matéria seca são de sólidos solúveis, fibras dietéticas e proteínas. A composição protéica no suco de noni corresponde a aproximadamente 11,3% da matéria seca. Enquanto os minerais correspondem a 8,4% da matéria seca, e se constituem principalmente de potássio, cálcio, fósforo e traços de selênio (Chunhieng, 2003).

O suco do noni é processado por uma variedade de métodos, pode ser fermentado, não fermentado ou prensado depois de colhido e selecionado. O processo de fermentação ocorre dentro de um período que varia de dois a seis meses, e devem-se preferir frutos despulpados a frutos inteiros para se obter maior rendimento de suco. A média de rendimento é de 65% para frutos despulpados e de 48% para frutos inteiros (Newton, 2003). O processo da fermentação é realizado de forma anaeróbica conforme apresentada através da seguinte reação química:



A reação ocorre com a degradação do carboidrato por uma sequência de enzimas para produção do ácido pirúvico. O produto final é o dióxido de carbono, ácido lático e outros ácidos orgânicos juntos com uma pequena quantidade de energia. O ácido lático do açúcar produzido pelas bactérias durante a fermentação, é que causa a redução do pH para aproximadamente 3,5 ou menos, e dá proteção contra organismos indesejáveis que não toleram o ambiente ácido e não é necessário a pasteurização (Ram, 2003). E também indica que não há uma quantidade significativa de álcool produzido pela fermentação.

O rendimento do suco obtido por esse método é cerca de 40 a 50% da massa do fruto original, e mantido com pH entre 3,1 a 3,5 pode ser armazenado à temperatura ambiente em recipiente lacrado por um a dois anos sem perder suas propriedades (Nelson & Elevitch, 2006). Para o suco fermentado Yang et al. (2007) sugere o pH próximo a 4,0, e a recomendação de Macpherson et al. (2007) é que o pH fique na faixa entre 2,5 a 4,3. No entanto, se o pH do suco não fermentado e pasteurizado excede 3,5 há probabilidade de contaminação com organismos indesejáveis (Ram, 2003; Nelson & Elevitch, 2006). O suco obtido através de prensa hidráulica com pH 3,72 foi verificado por Chunhieng (2003).

Os produtores de suco de noni ainda necessitam de informações sobre o controle dos agentes no processo de fermentação, muitos fungos e bactérias não têm sido identificados e estão associados aos frutos de noni em seu habitat natural. Por esta razão, existe considerável variabilidade no sabor, cor e pH no produto final. Isto explica porque o suco de noni de diferentes partes do mundo pode variar drasticamente em sabor e qualidade, as espécies de bactéria e fungos envolvidos não são os mesmos em todos locais, e dessa forma não assegura um processo de fermentação padronizado (Russel, 2000; Nelson, 2006; Yang et al., 2007).

Os ânions orgânicos e inorgânicos que são encontrados em grandes quantidades 8,4% de matéria seca podem ser responsáveis pelo sabor do suco. Os minerais P, K, Ca, Mg, Na, S e Se representam 8,8% de matéria seca, as proteínas 25,6% de matéria seca e maior índice de glicose 12,2% de matéria seca, os quais estão presentes no suco de noni (Chunhieng et al., 2005).

Os componentes químicos identificados no suco de noni crescem à medida que os pesquisadores caracterizam novos compostos bioativos. Os principais constituintes e mais significativos são apresentados por Nelson & Elevitch (2006) que são: Matéria seca 7,6 g 100 ml⁻¹; Proteína 0,5 g 100 ml⁻¹; Glicose 1,5 g 100 ml⁻¹; Frutose 1,5 g 100 ml⁻¹; Carboidrato 6,0 g 100 ml⁻¹; Potássio 150 mg 100 ml⁻¹; Sódio 9 mg 100 ml⁻¹; Magnésio 11 mg 100 ml⁻¹; Fósforo 10 mg 100 ml⁻¹; Cálcio 6 mg 100 ml⁻¹; Vitamina C 53,2 mg 100 ml⁻¹ e pH 3,43.

A Comissão Europeia através do seu Comitê Científico em 2002 também avaliou o suco de noni em: Matéria seca 0,4%; Proteína 2,5%; Glicose 0,2 g l⁻¹; Frutose 0,2 g l⁻¹; Potássio 3900 mg l⁻¹; Sódio 214 mg l⁻¹; Magnésio 14 mg l⁻¹; Cálcio 28 mg l⁻¹; Sólidos solúveis totais 8° Brix e pH 3,72 (Chunhieng et al., 2005).

Dados referentes à composição do suco de noni da (Tahitian Noni Juice) são apresentados pela (European Food Safety Authority) EFSA (2009): Umidade 89-90g 100g⁻¹; Proteína 0,2-0,5g 100g⁻¹; Cinza 0,2-0,3g 100g⁻¹; Vitamina C 3,0-25mg 100g⁻¹; Cálcio 20-25mg 100g⁻¹; Potássio 30-150mg 100g⁻¹; Sódio 15-40mg 100g⁻¹; Fósforo 2,0-7,0mg 100g⁻¹; Carboidrato 9,0-11,0g 100g⁻¹; Glicose 3,0-4,0g 100g⁻¹; Frutose 3,0-4,0g 100g⁻¹.

Nandhasri et al. (2005) observaram que o suco de noni fermentado, preparado com uma mistura de frutos e açúcar mascavo na proporção de 3:1 por um período de três a seis meses, um valor de 97,64 mg 100 g⁻¹ de vitamina C. Em comparação ao suco tradicional comercializado nos Estados Unidos foi constatado somente 64,45 mg. 100 g⁻¹ de vitamina C.

2.5. Propriedades Fitoterápicas do Noni

Quase toda cultura no mundo desenvolveu um sistema de medicina tradicional com base na flora e na fauna que tinham ao seu alcance. Se uma planta ou organismo em particular era importante para uma enfermidade, estes itens eram levados em suas migrações. E esta habilidade de solucionar certos problemas de saúde através do processo de tentativas e erros era essencial para sua sobrevivência, visando guiar sua progênie para a próxima geração, era o início da medicina fitoterápica (Zhu & Woerdenbag, 1995). Aliás, a maioria dos alimentos e espécies que temos hoje surgiu no início como medicamentos e posteriormente incorporados no item alimentos (Dunn, 2005).

A medicina tradicional chinesa, uma das mais antigas do mundo, tem documentado o uso de plantas há mais de 2000 anos. São aproximadamente 5000 espécies de plantas utilizadas, e destas, cerca de 500 espécies são comumente prescritas por médicos chineses, incluindo o chá uma das primeiras ervas mencionada na antiga literatura (Thomson, 2007). Entre estas espécies, o autor menciona o noni (*Morinda citrifolia*) usado como antibactericida, antiviral, antitumor, anti-inflamatório, analgésico, hipotensivo, aumento das propriedades imunológicas. O chá, supostamente originário da China, foi descoberto por ser um antídoto para ervas venenosas por um grande herbalista, Shen Nong, há aproximadamente 4700 anos atrás (Wang et al., 2002).

O crescimento do mercado de medicamentos fitoterápicos é da ordem de 15% ao ano, enquanto o mercado de medicamentos sintéticos gira em torno de 3 a 4%, apenas 20% da população é responsável por 63% do consumo dos medicamentos sintéticos disponíveis, sendo que o restante encontra nos produtos de origem natural, especialmente as plantas medicinais, a principal ou a única fonte de recursos terapêuticos (Simões et al., 2007).

A comunidade científica cada vez mais releva interesse crescente sobre este campo ao reconhecer o verdadeiro benefício para a saúde que estas plantas proporcionam. O noni desde o final do século passado tem sido objeto de estudo entre os pesquisadores no âmbito mundial, onde todos os estudos etnomédicos revelam as qualidades benéficas do fruto (Lavaut & Lavaut, 2003). Apesar dos estudos realizados, pouca informação se encontra disponível sobre os constituintes do noni (Franchi et al., 2008).

A maioria desses estudos tem evidenciado apenas as propriedades antibióticas e antioxidantes do fruto do noni *in vivo*, e ainda existem pouca evidência científica sobre o valor nutricional e medicinal em humanos (Chan-Blanco et al., 2006). Esta ausência de informação científica conduziu a Universidade do Havaí a realizar o primeiro tipo de estudo em humanos iniciado em 2001, e teve por objetivos determinar a dose máxima tolerada de cápsulas contendo 500 mg de suco desidratado do fruto do noni e definir os efeitos adversos à sua ingestão (Nelson & Elevitch, 2006).

Especificamente, a posição do noni como parte de uma tendência em direção a automedicação é seu uso como medicina alternativa complementar (MAC). É estimado que no mundo, somente 10 a 30% de pessoas usam medicamentos convencionais, comparado aos 70 e 90% que usam MAC (Elkins, 2002). A autora relata que o noni não é um “Cura Tudo”. O que se sabe é que estudos científicos já realizados sustentam a presença de nutrientes e substâncias terapêuticamente ativas com múltiplos usos medicinais. Outros estudos, usando várias metodologias, reportam que o uso da MAC tem um alcance de 10 a 93% dos consumidores (Ernest, 2000; Adams et al., 2002). Importantes estudos estão sendo conduzidos em centros de pesquisa, incluindo testes clínicos, no Hawaii e em outras partes do mundo. Considerando o grande momento do capital cultural que o noni tem obtido, dessa forma, o produto permanecerá em evidência científica por longo tempo (Subramani, 2006).

West et al. (2006) relatam que o suco de noni (*Morinda citrifolia*) foi aprovado para utilização como alimento seguro no âmbito da União Européia, na sequência de uma revisão de segurança. A União Européia autorizou recentemente a colocação no mercado do purê e concentrado de frutos de *Morinda citrifolia* como novos ingredientes alimentares, em conformidade com os critérios estabelecidos no artigo 3º (1) do regulamento (CE) nº 258/97

(European Commission, Scientific Committee for Food, 2010). A Comissão Europeia com base na avaliação científica consultou a (AESA) Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos, e foi concluído que o purê e o concentrado de frutos de noni são seguros para população em geral.

O governo dos Estados Unidos considera o noni seguro para consumo incluindo-o na lista GRAS (Generally Recognized As Safe) e a FDA (Food & Drug Administration) permitiu que o noni fosse vendido como um suplemento medicinal (Nelson & Elevitch, 2006). A segurança do noni como alimento consta em uma publicação sobre técnicas de sobrevivência produzida pelo Departamento de Guerra dos Estados Unidos e um botânico da Universidade de Harvard durante a II Guerra Mundial. O guia de sobrevivência listou todas as plantas do Pacífico consideradas seguras para consumo caso um soldado ou piloto necessitasse para sobreviver em terra, e o noni foi incluído na lista e podiam ser consumidos frescos ou cozidos (Merrill, 1943).

Além da sua utilidade como alimento, o noni também foi avaliado por suas propriedades medicinais (Mathivanan & Surendiran, 2006). Por ser considerada uma planta adaptogênica pela capacidade de ajudar o corpo a fazer o uso de energia mais eficientemente, com redução da capacidade e aumento da resistência física devido à rica fonte de antioxidante (Chen, 2009; Krishnaiah et al., 2009). Palu et al. (2008) confirmam a eficácia adaptogênica do noni, no sentido de melhorar a resistência física através do aumento da atividade antioxidante nos organismos de atletas. Também a presença de ácido ascórbico na caracterização química do fruto do noni, revela seu poder antioxidante (Mohd-Zin et al., 2006; Giselle, 2007). Dentre os mais conhecidos destacam-se beta-caroteno, ácido ascórbico, terpenóides, alcalóides, caroteno, polifenóis, flavonóides, rutina (Praveen & Awang, 2007; Muraliharan & Srikanth, 2010).

As investigações realizadas colocam o noni como um suplemento natural, que nos últimos anos tem despertado grande interesse por causa das propriedades medicinais dos seus frutos, raízes, casca, sementes e particularmente suas folhas que possuem efeitos anti-inflamatórios, antisséptico e hipoglicêmico (Izquierdo et al., 2009; West et al., 2009). Também o suco do fruto tem uma longa tradição de uso medicinal, conforme Teo (2009), que atribui seus inúmeros benefícios no tratamento de enfermidades internas e externas do corpo, destacando-se hipertensão, artrites, úlcera gástrica, diabetes, câncer, depressão mental, alívio da dor, pele, restaura e fortalece o vigor físico após treinamento intensivo, e recomenda que o suco do noni deve ser tomado de estômago vazio porque a proenzima do estômago é requerida para a conversão da proxeronina em xeronina.

Estudando o abacaxi, Heinicke (1985) descobriu a existência de uma substância benéfica ao organismo humano a proxeronina, que ingerida em forma de suco combina-se com a enzima proxeroninase e a serotonina para a conversão em xeronina, um alcalóide essencial à vida. A quantidade deste alcalóide livre no fruto do noni é mínima, e o organismo humano produz proxeronina em quantidade limitada. Entretanto, o noni torna-se útil porque contém proxeronina em grandes quantidades, esse fato acelerou o desenvolvimento dos estudos científicos do noni. Normalmente, as células contêm quantidades suficientes dos demais compostos bioquímicos necessários para a síntese da xeronina e em geral só se verifica escassez de proxeronina.

Apesar dos inúmeros efeitos benéficos do noni serem apontados para a ação da xeronina, há relatos da ausência de informação sobre a caracterização química deste alcalóide e do método que foi obtido (Chan-Blanco et al., 2006; Müller, 2007; Macpherson et al., 2007). Atualmente, uma das informações disponíveis sobre a caracterização química da xeronina, é que este alcalóide foi isolado com base na mesma metodologia utilizada para a obtenção da bromelina e da proxeronina no abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merrill.). Heinicke (2001) relata que em seus estudos no Instituto de Pesquisa do Abacaxi no Havaí, utilizou o fruto do noni e isolou um material volátil que o chamou de xeronina.

O autor informa ainda, que ao isolar este alcalóide em estado puro, foi capaz de identificar sua exata estrutura química, porque poderia ser reduzida para uma estrutura cristalina seca. Então, foi decidido usar o prefixo do Latin “Xero” que significa “seco” como a primeira parte do nome. Como se tratava de um composto alcalino (alcaline) foi retirado o sufixo “ine”. Quando o prefixo e o sufixo são combinados temos a palavra “Xeronine” que significa “um composto alcalino seco”. Mediante esse fato, o autor apresenta um modelo de estrutura proposto para a xeronina e a sua formulação química $C_{13}H_{19}O_7N_3$ com peso atômico 329,23.

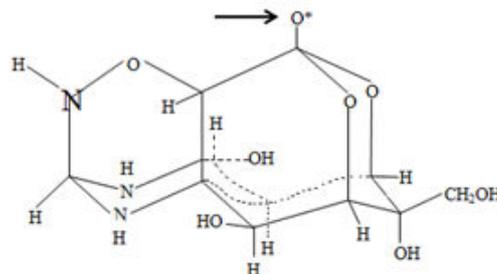


Figura 1. Estrutura da Xeronina. Fonte: Heinicke, 2001.

O conhecimento sobre a composição química do fruto tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Para Potterat & Hamburg (2007) com base em uma avaliação toxicológica considera o suco de noni benéfico e seguro para a saúde. Samoylenko et al. (2006) identificaram em estudos de laboratório a presença de escopoletina no suco de noni proveniente do Japão e não encontrou diferença significativa no marcador de componentes comparado ao suco de noni recolhidos das regiões do Atlântico e do Pacífico.

As propriedades curativas atribuídas à *Morinda citrifolia* são inumeráveis, seu uso é informado no tratamento da diabetes, hipertensão arterial, câncer de diferentes localizações, desordem cardiovascular e muitas outras enfermidades. Algumas de suas propriedades tem sido estudadas experimentalmente, analgésico (Younos et al, 1990), atividade anticâncer (Hirazumi et al., 1996; Hirazumi & Furusawa, 1999; Wang & Su, 2001; Wang et al., 2002; Jayaraman et al., 2008; Taskin et al., 2009), sistema imunológico (Palu et al, 2008). Comprovação da atividade antioxidante em fumantes entre 18 a 65 anos de idade com consumo anual de mais de 20 cigarros ao dia (Wang et al., 2009). Dos efeitos benéficos em pacientes com diabete (Sabitha et al., 2009). E das atividades antivírus (Selvam et al., 2010).

Atualmente, os avanços científicos e o desenvolvimento de novos métodos de isolamento de substâncias bioativas do noni, permitiram maior rapidez na confirmação das atividades analgésicas, anti-inflamatórias, artrites e combate à dor (Basar et al., 2010). Estudos revelam que atividades antiespasmódica e vasodilatadora são atribuídas ao extrato das raízes do noni. E sugerem que o efeito do extrato tem mediana possibilidade de desobstrução com a liberação do cálcio intracelular, que pode explicar o uso do noni na diarreia e hipertensão (Gilani et al., 2010).

Outro resultado reportado é a ação antioxidante do suco do noni em pessoas expostas à fumaça do cigarro (Wang et al., 2009). E o tratamento de diabetes com o aumento da insulina devido aos efeitos do suco de noni (Horsfall, et al., 2008). Entretanto, o suco de noni não deve ser administrado para gestantes, neste período pode induzir efeitos adversos no desenvolvimento normal do feto (Marques et al., 2009; Fernando et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, Período de Execução, Clima e Solo

O trabalho foi desenvolvido no período compreendido entre 22 de julho de 2008 a 30 de julho de 2009, com plantas de noni (*Morinda citrifolia* L.), de dois anos de idade estabelecidas no espaçamento de 4 m x 4 m na Chácara Pau Brasil, situada ao Sul de São Luís, Maranhão, Brasil, a seis quilômetros da Universidade Estadual do Maranhão 2° 30' S, 44° 18' W e a uma altitude de 48 m (Figura 2).



Figura 2. Localização da área experimental.

O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw', equatorial quente e úmido, com duas estações definidas: uma estação chuvosa, que se estende de janeiro a junho, e uma estação de estiagem, com déficit hídrico de julho a dezembro. Nas precipitações pluviais ocorrem variações de 1700 a 2300 mm anuais. A temperatura média local situa-se em torno de 26°C, as máximas variam de 28 a 37°C e as mínimas entre 20 e 23°C (NUGEO, 2002). Durante o período experimental foram registrados no local, os dados referentes à precipitação pluviométrica (mm) conforme indicado na Figura 3.

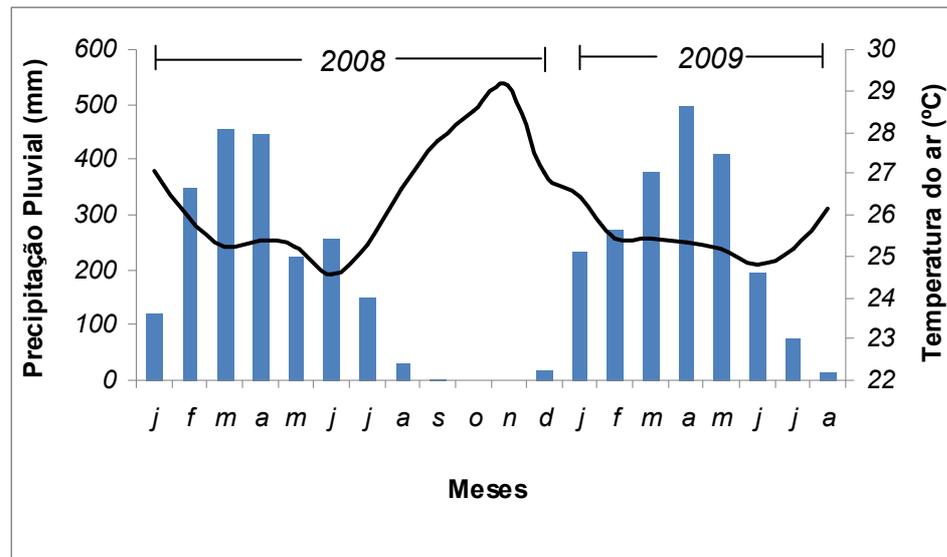


Figura 3. Distribuição mensal da precipitação pluviométrica e temperatura no período de baixa precipitação de 2008 e alta precipitação de 2009, no local do experimento. São Luís, MA, 2010.

O solo do local do experimento foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO, LATOSSÓLICO, textura franco-arenosa (Santos et al., 2006). Amostras de solo foram coletadas às profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm, para caracterização física antes da instalação do experimento (Tabela 2). As frações de areia, silte e argila foram obtidas pelo método do hidrômetro de Bouyoucos (1951), usando 10 mL de NaOH 1N como dispersante químico. A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado e a densidade de partículas em balão volumétrico com água fervente (Blake, 1965). A porosidade total (Pt) pela expressão: $Pt = (1 - ds/dp)100$; onde: ds = densidade do solo; dp = densidade de partículas. O grau de floculação (GF) foi estimado pela expressão: $GF = [(argila\ total - Ada)/argila\ total]100$, em que: Ada = argila dispersa em água, Isto é, sem agente químico dispersante.

Tabela 2. Caracterização física do solo da área experimental, em diferentes profundidades. São Luís-MA, 2010.

Características	0 - 20 cm	20 - 40 cm
Areia grossa (g kg ⁻¹)	400	392
Areia fina (g kg ⁻¹)	428	412
Silte (g kg ⁻¹)	89	98
Argila (g kg ⁻¹)	83	98
Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	21	17
Grau de flocculação (%)	75,1	82,7
Índice de dispersão (%)	24,9	17,3
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,36	1,32
Densidade de partículas (kg dm ⁻³)	2,66	2,64
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,48	0,50
U _{cc} (g g ⁻¹)	9,12	10,34
U _{pmp} (g g ⁻¹)	4,56	5,42
Água disponível (g g ⁻¹)	4,56	5,92

U_{cc} e U_{pmp} = Umidade ao nível de capacidade de campo e de ponto de murchamento permanente, às tensões de - 0,01MPa e 1,5MPa.

No material de solo das mesmas profundidades foi feita a caracterização química quanto à fertilidade (Tabela 3), adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (1997).

Tabela 3. Caracterização quanto à fertilidade do solo da área experimental, em diferentes profundidades. São Luís-MA, 2010.

Variáveis	0 - 20 cm	20 - 40 cm	Métodos
pH (1:2,5)	5,87	5,56	Água (1:2,5)
P (mg dm ⁻³)	34,79A	20,31A	Mehlich -1
K (mg dm ⁻³)	34,97B	10,42B	Mehlich -1
Na (cmol dm ⁻³)	0,08	0,03	KCl 1mol/L
Ca ²⁺ (cmol dm ⁻³)	1,70B	0,83B	KCl 1mol/L
Mg ²⁺ (cmol dm ⁻³)	0,33B	0,28B	KCl 1mol/L
SB (cmol dm ⁻³)	2,20	1,17	Mehlich -1
Al ³⁺ (cmol dm ⁻³)	0,0	0,12	Acetato de Ca 0,5mol/L-pH 7,0
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol dm ⁻³)	4,23	3,99	Acetato de Ca 0,5mol/L-pH 7,0
CTC (cmol dm ⁻³)	6,43	5,16	Mehlich -1
V (%)	34,21B	22,67B	Mehlich -1
Carbono (g kg ⁻¹)	2,32B	3,78B	Método Walkley - Black
M.O. (g kg ⁻¹)	9,84B	6,51B	Método Walkley - Black
Ferro (mg dm ⁻³)	38,03A	37,14A	Mehlich -1
Zinco (mg dm ⁻³)	2,85A	3,22A	Mehlich -1
Manganês (mg dm ⁻³)	6,14A	7,36A	Mehlich-1
Boro (mg dm ⁻³)	Traços	0,12	Água quente

SB = Soma de bases (Ca + Mg + Na + K); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Valor da saturação do solo por bases (SB/CTC)100. A (alto) e B (baixo) Malavolta et al., (1997).

3.2. Delineamento Experimental e Condução do Experimento

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 4 x 2, referente a quatro níveis de matéria orgânica na forma de esterco de bovino no solo sem e com cloreto de potássio, em uma área de 560 m² com duas linhas de quatro plantas, totalizando oito plantas em cada repetição e 48 plantas na área total do experimento, e uma planta por parcela.

As plantas no início do experimento estavam com idade de dois anos, altura média de 1,6 m e foram estabelecidas no espaçamento de 4 m x 4 m, referente à densidade de plantio de 625 plantas ha⁻¹, que é a recomendada para a cultura no Havá (Macpherson et al., 2007). As plantas apresentavam-se vigorosas com estado fitossanitário considerado adequado e já iniciava a frutificação (Figura 4). Desde o plantio todas as plantas foram adubadas apenas com matéria orgânica, sem nenhum tipo de pulverização com agrotóxicos. Antes da instalação do experimento, foi realizada uma poda de limpeza e arejamento com a retirada de parte dos ramos das plantas, desbaste dos frutos deixando-se aqueles do botão floral até os próximos do início da maturação.



Figura 4. Área experimental com plantas de noni.

3.2.1. Adubação orgânica e mineral do solo

A matéria orgânica, com os atributos químicos contidos na Tabela 4 foi aplicada no início do período da estiagem, em agosto de 2008 e no início do período das chuvas em janeiro de 2009.

Tabela 4. Composição da matéria orgânica quanto à fertilidade e micronutrientes. São Luís-MA, 2010.

Fertilidade													
pH	P	K	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	C	MO	V	C/N
-- mg dm ⁻³ --			-----cmol _c dm ⁻³ -----							----g kg ⁻¹ ----	-%-		
6,1	526	351	0,21	14,41	1,75	0,31	6,43	17,25	23,69	321,97	555,11	72,82	1/12
Micronutrientes													
Boro			Cobre			Ferro			Manganês			Zinco	
-----mg dm ⁻³ -----													
1,57			1,02			30,39			6,93			9,77	

Foram aplicados os níveis percentuais de 0,0; 1,5; 3,0 e 4,5% de matéria orgânica correspondentes a 0, 14, 28 e 42 kg de esterco bovino, com teor de umidade de 6%, tomando por base 20 cm de profundidade do solo. A aplicação de cada nível foi feita em cobertura numa faixa de 60 cm de largura, a partir de 40 cm do caule, na área de projeção da copa das plantas (Figura 5).

**Figura 5.** Adubação orgânica e mineral nas plantas de noni.

Com base nos resultados da fertilidade do solo (Tabela 3) todas as plantas foram adubadas com 60 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ oriundo do superfosfato simples, sendo 30 g planta⁻¹ no início de agosto de 2008 e a outra metade no início de janeiro de 2009. A adubação nitrogenada também foi aplicada em todos os tratamentos e constou de 120 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N na forma de uréia com 44% do nutriente, em três aplicações de 40 g planta⁻¹ juntamente com o fósforo e a cada 120 dias juntamente com o potássio. A adubação potássica constou do fornecimento de K₂O num total de 210 g planta⁻¹ ano⁻¹ da fonte cloreto de potássio, em três aplicações de 70 g planta⁻¹ juntamente com o nitrogênio. Assim como a adubação orgânica a adubação mineral foi distribuída na área de projeção da copa das plantas.

A irrigação durante a estiagem foi realizada com água sem restrição para a agricultura (Ayers & Westcot, 1999; Cavalcante & Cavalcante, 2006) e possui os atributos químicos indicados na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização da água para fins de irrigação.

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CE	RAS	Classe
	-----mmol _c L ⁻¹ -----							mS cm ⁻¹	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}		
5,12	0,15	0,20	0,06	0,02	0,0	0,15	0,20	0,07	0,04	0,15	C ₁ S ₁

CE = Condutividade elétrica; RAS = Relação de adsorção de sódio = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$

O método de aplicação de água utilizado foi microaspersão, usando um microaspersor por planta com raio de alcance de 2,8 m, trabalhando na pressão de serviço de 2,2 MPa, vazão de 72 L h⁻¹ e turno de rega a cada 48 horas. A lâmina de água aplicada foi calculada com base na evaporação média da semana anterior através de tanque classe “A”, depois de obtida a evaporação de referência - ET_o, multiplicando-se a leitura do tanque pelo fator 0,75 (Bernardo et al., 2006).

O controle das plantas espontâneas foi realizado manualmente na área de projeção da copa das plantas e entre as linhas de plantio com roçadeira rotativa. Apesar de ter havido ocorrência de doenças bacterianas em alguns frutos na estação seca, não foi feito nenhum controle fitossanitário por ter sido de baixa incidência. No início da estação chuvosa o problema fitopatogênico desapareceu.

3.3. Variáveis Avaliadas

3.3.1. No solo

Amostras simples de material de solo foram coletadas em abril de 2009, às profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm em cada quadrante, na área da projeção da copa das plantas, onde foram aplicados a matéria orgânica e os fertilizantes minerais; em seguida foram transformadas em amostras compostas por planta, postas a secarem a sombra e em seguida enviadas ao laboratório de Física do Solo e Química e Fertilidade do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, para avaliação da fertilidade do solo e em micronutrientes, empregando as metodologias contidas em Tedesco et al. (1995) e Embrapa (1997).

3.3.2. Nas plantas

O crescimento das plantas foi avaliado pelo diâmetro do caule, em função dos tratamentos aplicados; para medida utilizou-se um paquímetro com resolução de 0,05 mm a

0,6 m de altura do colo, em 17/07/2008, 04/02/2009 e em 25/08/2009, respectivamente. Esses dados foram utilizados para obtenção da taxa de crescimento absoluto, dividindo-se a diferença dos valores dos diâmetros entre duas datas pela diferença do tempo para obtenção dos respectivos valores, conforme Benincasa (2003).

Simultaneamente com a coleta de solo, em abril de 2009, foi obtida a terceira ou a quarta folha sadia, a partir do ápice de cada ramo selecionado, do terço mediano das plantas, conforme metodologia para a coleta de amostras de folhas de café recomendada por Malavolta et al. (1997), num total de 16 folhas por planta. Após o material ser seco em estufa, com circulação de ar, a 60°C durante 72 horas, e triturado em moinho tipo Willye TE – 650, foi determinado na matéria seca das folhas os teores de macro, micronutrientes e sódio, empregando os procedimentos metodológicos contidos em Embrapa (1997).

3.3.3. Nos frutos

O crescimento biométrico foi avaliado quinzenalmente em quatro frutos de cada planta, marcados previamente um fruto em cada quadrante, nos períodos da estiagem, de 31/08 a 22/11/2008, e das chuvas, 29/01 a 25/04/2009. Nas respectivas datas foram obtidos o diâmetro longitudinal e o diâmetro transversal na porção inicial, mediana e final de cada fruto. Para análises estatísticas foram utilizados os valores médios do comprimento e diâmetro dos quatro frutos por planta em cada data, visto que os tratamentos não exerceram efeitos significativos sobre essas mesmas variáveis entre os quadrantes (Figura 6).



Figura 6. Frutos de noni marcados para avaliação biométrica.

A colheita dos frutos compreendeu o período de setembro a novembro de 2008 e de janeiro a julho de 2009. Nesse intervalo, os frutos foram contados e pesados, para obtenção da massa média de frutos, produção por planta e produtividade total (Figura 7).



Figura 7. Colheita dos frutos de noni para avaliação da produção.

Na primeira quinzena de abril de 2009, quatro frutos de cada tratamento maduros com coloração amarela porcelana, dois no terço superior e dois no inferior, foram coletados ao acaso para obtenção da massa média, número e massa média das sementes para o cálculo da percentagem de sementes- PS, percentagem de polpa- PP e rendimento de suco – RS, pelas expressões: $PS = 100 MS/MF$; $PP = 100 MP/MF$ e $RS = 100 MS/MF$. Em que: MS, MP, MS e MF, respectivamente são massa de sementes, massa de polpa e massa de suco; e massa de fruto.

Os frutos colhidos foram pesados e mantido em saco plástico fechado durante sete dias, e novamente foram pesados para retirada da polpa e das sementes. A polpa sem sementes de cada fruto foi pesada, identificada e acondicionada em bandejas de alumínio para desidratação em estufa a 70°C até massa constante. Após a desidratação foi obtido o peso seco da polpa. Foi realizada a contagem do número de sementes dos frutos e a massa das sementes foi obtido através da relação: 1000 sementes = 32,5 g, determinados no Laboratório de Sementes do CCA/UEMA – MA.

Frutos maduros das plantas de cada tratamento foram colhidos ao acaso, lavados com água de boa qualidade e após secos ao ar foram acondicionados em bolsas de polietileno incolor como preparo à fermentação anaeróbica (Macpherson et al., 2007) para obtenção do suco concentrado (Figura 8). Em seguida foi feita a caracterização físico – química do suco conforme recomendação de CAMedica (2004).



Figura 8. Condicionamento dos frutos de noni para extração do suco.

3.3.4. No suco

A extração do suco do fruto do noni para avaliação da composição química em laboratório foi realizada com base na metodologia descrita por Nelson & Elevelitch (2006). Em 15/03/2009 de cada tratamento foram colhidos ao acaso frutos completamente maduros, lavados, secos em ambiente natural e acondicionados em sacolas com zíper por um período de sete dias como preparação à fermentação anaeróbica. Em 21/03/2009 os frutos foram colocados em recipientes de plástico com capacidade de cinco litros para dar início o processo de fermentação anaeróbica, que levou um período de 150 dias completados em 17/08/2009. Em seguida foi realizada a coleta e filtragem do suco, retirados 300 ml de cada tratamento e colocado em frascos de plástico esterilizados e devidamente lacrados e enviados ao Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita da UFPB para realização das análises.

As amostras ao serem recebidas no laboratório foram avaliadas imediatamente após o recebimento quanto aos sólidos solúveis, acidez titulável pH (AOAC, 1992) e ácido ascórbico (Strohecker & Henining, 1967). O restante do material foi congelado a -20°C para as demais avaliações. Açúcares Solúveis Totais – doseados pelo método da antrona segundo metodologia descrita por Yemn & Wills (1954). A leitura foi realizada a 620 nm e os resultados expressos em $\text{g } 100^{-1}$. Os açúcares redutores foram determinados conforme Miller (1959). As demais avaliações foram realizadas de acordo com as Normas do Instituto Adolpho Lutz (2005). Os padrões utilizados foram os de grau analítico da marca Sigma e os reagentes de grau analítico de pureza destinada às avaliações de elevada precisão. As amostras de cada repetição foram avaliadas em triplicata para assegurar os resultados.

3.4. Avaliação Estatística

Os dados de fertilidade do solo foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, sendo a parcela constituída pelo fatorial (2 x 4) ausência e presença de potássio e quatro níveis de esterco bovino (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5). A subparcela foi constituída de duas profundidades 0 – 20 e 20 – 40 cm em três blocos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos (níveis de potássio e profundidade) comparados pelo teste F. As referentes aos níveis de esterco bovino foram submetidas à análise de variância de regressão polinomial, empregando-se o modelo de maior grau significativo (linear ou quadrático) e valor de R^2 superior a 50%.

Os dados relativos à macro, micronutrientes e sódio nas folhas e caracterização dos frutos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 4) sendo dois níveis de potássio (ausência e presença) e quatro níveis de esterco bovino (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5) em três blocos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamento comparadas pelo teste F. As referentes aos níveis de esterco bovino foram submetidas à análise de variância de regressão polinomial, empregando-se o modelo de maior grau significativo (linear ou quadrático) e R^2 superior a 50%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de período e potássio avaliadas pelo teste F. Aquelas referentes aos níveis de esterco bovino e épocas de avaliação à análise de regressão polinomial múltipla.

Os dados com taxa de crescimento absoluto (TCA) foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida (2 x 4 x 2) sendo dois níveis de potássio e quatro de esterco bovino constituindo a parcela e dois períodos (baixa e alta precipitação) subparcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de potássio e períodos avaliados pelo teste F. Os dados de esterco bovino foram avaliados pela análise de regressão polinomial.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, comparação de média pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e por regressão polinomial (Ferreira, 2000), usando o programa estatístico (SISVAR, 2007). Os dados referentes à taxa de crescimento absoluto das plantas avaliado pelo diâmetro do caule, o crescimento dos frutos com base no comprimento e diâmetro médio e os dados referentes à colheita dos frutos, em distintas épocas

foram analisados como parcelas subdivididas no tempo. Foi utilizado o programa (EXCEL) para a construção dos gráficos.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da Fertilidade do Solo

Exceto na camada de 0 – 20 cm no solo com potássio, a aplicação de esterco bovino elevou o pH do solo nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm; os dados se adequaram ao modelo de regressão polinomial quadrática como indicado na Figura 9.

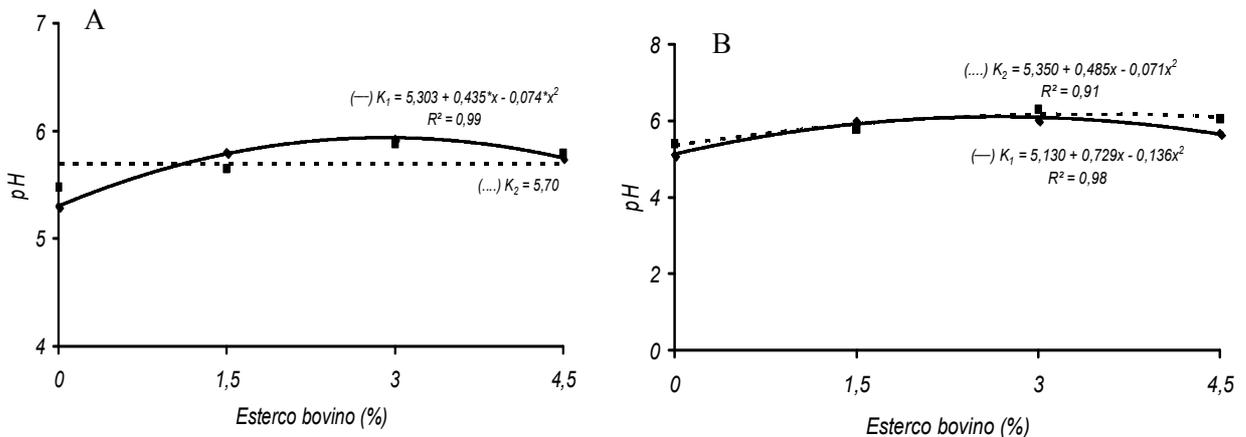


Figura 9. Valores de pH da solução do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

No tratamento sem uso de potássio, na faixa de 0 - 20 cm (Figura 9A), o pH aumentou até o maior valor de 5,94 na dose máxima estimada de esterco bovino de 2,94%. A partir desse valor, a aplicação de doses do insumo orgânico resultou em declínio do pH do solo. Esse declínio pode ser resposta do aumento de hidrogênio livre pelas doses do esterco bovino entre 1,5 a 4,5%, associado à adição de hidrogênio pela água de irrigação (Tabela 5) fornecida a cada 48 horas durante o período da estiagem (Silva, 2005) e pelas precipitações ocorridas durante o período das águas no local do experimento. No solo com potássio, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e a variação em função das doses de esterco bovino foi representada pelo valor médio de pH 5,7.

Na profundidade de 20 – 40 cm, apesar da semelhança entre os valores, o pH aumentou até os maiores valores de 6,2 e 6,1 com as doses máximas estimadas de 3,41% e 2,68% de esterco bovino no solo com e sem aplicação de potássio, respectivamente (Figura 9B).

A superioridade do pH de 5,7 para 6,2 entre as camadas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, pode ser devida a lixiviação de potássio da camada superior para a subsequente, em função das irrigações e das chuvas do período das águas. Essa possibilidade parece coerente ao considerar que a textura do solo é arenosa, com 828 g kg^{-1} (82,8%) e 804 g kg^{-1} (80,4%) de areia, nas faixas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm respectivamente, e também porque o potássio é um dos macronutrientes bastante lixiviável, ao longo do perfil do solo (Raij et al., 2001; Ernani et al., 2007).

Ao considerar que antes da aplicação dos tratamentos o pH do solo, na faixa de 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm, eram de 5,87 e 5,56, respectivamente (Tabela 3) se constata redução e aumento dessa variável nas respectivas camadas do solo em função dos tratamentos. Esses valores de pH do solo são compatíveis com o crescimento e produção do noni que se situa na amplitude de 5,5 a 6,8 (Acosta, 2003).

Solos com pH acima de 5,5 praticamente todo o alumínio se torna precipitado e não exerce ação tóxica às plantas (Effgen et al., 2008). De acordo com Montavoni et al. (2005) essa elevação decorre da utilização de material orgânico com pH maior que o pH do solo e também pela adsorção de H^+ pelos ânions orgânicos solúveis ($\text{R} - \text{COO}^-$ e $\text{R} - \text{O}^-$) do material orgânico. Essas elevações também podem ser atribuídas em parte à liberação de amônia pela decomposição do adubo orgânico no solo (Lima et al., 2007).

Os dados obtidos referentes aos teores de matéria orgânica foram influenciados pela aplicação do esterco bovino no solo com e sem potássio apenas na profundidade de 0 - 20 cm (Figura 10).

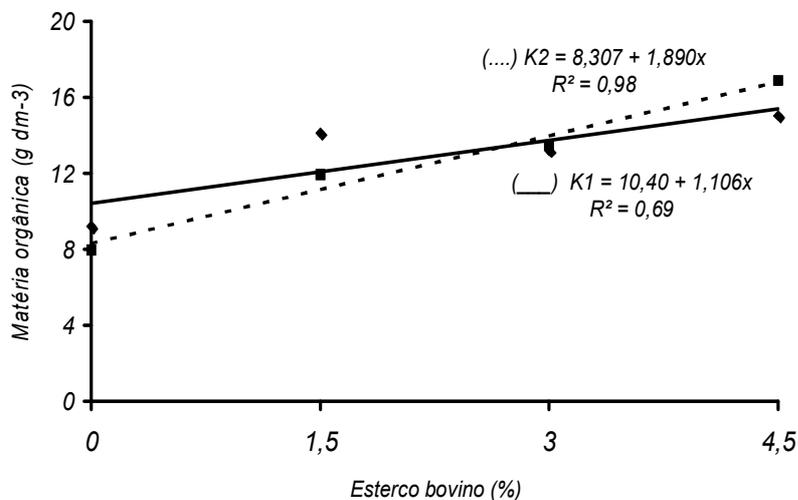


Figura 10. Teores de matéria orgânica do solo na profundidade de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Pelos dados da Figura 10 percebe-se que a adição de esterco de bovino estimulou o aumento do teor de matéria orgânica do solo, na camada de 0 – 20 cm. Observa-se na referida figura que os maiores valores de matéria orgânica (15,37 e 16,8 g dm⁻³) corresponderam as maiores doses do esterco bovino no solo com e sem adição de cloreto de potássio, respectivamente. Na profundidade de 20 – 40 cm, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo representados por valores médios de 6,45 e 6,74 g dm⁻³, respectivamente para os tratamentos sem e com cloreto de potássio.

Ao comparar os teores de matéria orgânica no solo antes da aplicação dos tratamentos (9,84 e 6,51 g dm⁻³) nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, respectivamente (Tabela 3), se verifica que o emprego de esterco bovino independentemente da aplicação de potássio elevou os valores de matéria orgânica na camada mais superficial do solo. Para Paulus et al. (2000) o aumento dos teores de matéria orgânica na camada superficial é atribuído a maior atividade microbiana, em função do fornecimento de esterco de bovino ao solo.

Na camada de 0 – 40 cm, não se observou variação dessa componente da fertilidade referente à camada de 0 – 40 cm, isto é, com o aumento da profundidade do solo. Tendência semelhante foi verificada também por Costa et al. (2009), ao concluírem que a aplicação de resíduos orgânicos com biossólidos de estação de tratamento de papel reciclado, não implicou em aumento dos teores de matéria orgânica com a profundidade do solo.

Os teores de fósforo na camada de 0 – 20 cm do solo, independentemente da ausência ou presença de potássio, aumentaram em função dos níveis de esterco bovino aplicado, com os valores máximos de 66,34 e 78,08 mg dm⁻³ referente ao solo sem e com potássio respectivamente, na maior dose do insumo orgânico incorporado ao solo (Figura 11A).

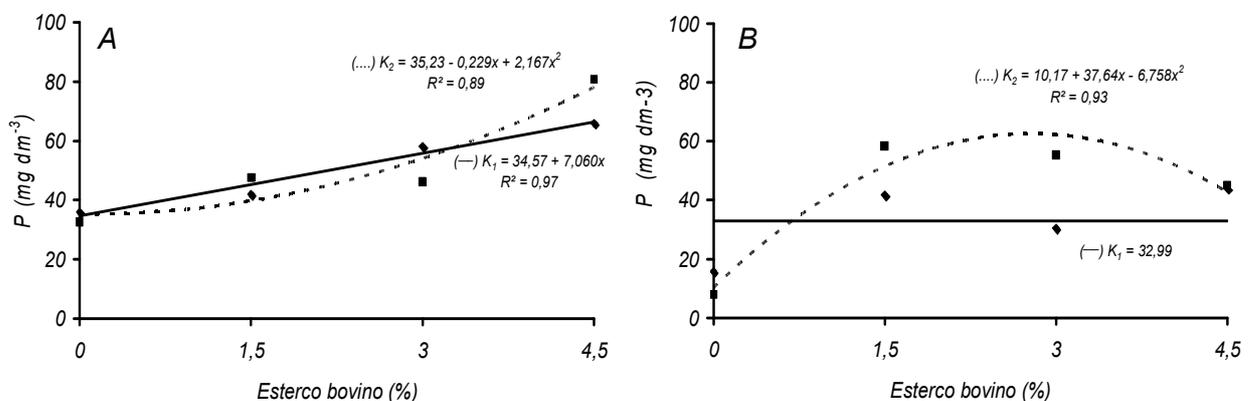


Figura 11. Teores de fósforo do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na faixa mais profunda (20 - 40 cm) os teores de fósforo no solo aumentaram até 62,58 mg dm⁻³ referente à dose máxima estimada do esterco bovino de 2,8% no solo com potássio (Figura 11B). No solo sem potássio os valores não se adequaram a nenhum modelo matemático e, por isso, foram expressos pelo valor médio de 32,99 mg dm⁻³.

Pelos resultados obtidos, a adição do esterco bovino elevou os teores iniciais de fósforo que antes da aplicação dos tratamentos, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, eram de 34,79 e 20,3 mg dm⁻³ (Tabela 3) e passaram para 66,34 e 78,08 mg dm⁻³ na faixa de 0 - 20 cm, e para 32,09 e 62,58 mg dm⁻³ no solo sem e com potássio, respectivamente. Provavelmente, o teor elevado desse nutriente contido na matéria orgânica 660,43 mg dm⁻³ (Tabela 4) contribuiu para elevação do seu conteúdo no solo. A tendência dos resultados está coerente com a registrada por Fernandes et al. (2009) ao concluírem que a matéria orgânica paulatinamente libera fósforo ao solo, conforme o nível de sua decomposição. Comportamento semelhante foi verificado por Prior et al. (2009) em solo tratado com matéria orgânica ao observarem que a dinâmica do fósforo no perfil é lenta.

No caso do fósforo, na grande maioria dos casos, os teores são maiores na superfície do solo do que ao longo da profundidade do perfil (Rocha, 2004; Rezende, 2005). De acordo com Ceretta et al. (2005), e Dortzbach et al. (2009) essa situação é reflexo da baixa mobilidade do fósforo no solo.

Com base na Figura 12, os teores de potássio no solo aumentaram em função dos níveis percentuais do esterco bovino fornecido, em ambas as profundidades, e com superioridade nos tratamentos com aplicação de cloreto de potássio. Na primeira camada 0 - 20 cm, os maiores teores de K foram 120,7 e 202,5 mg dm⁻³ (Figura 12A) e de 139,5 e 158,1 mg dm⁻³ na faixa de 20 - 40 cm, respectivamente no solo sem e com potássio (Figura 12B).

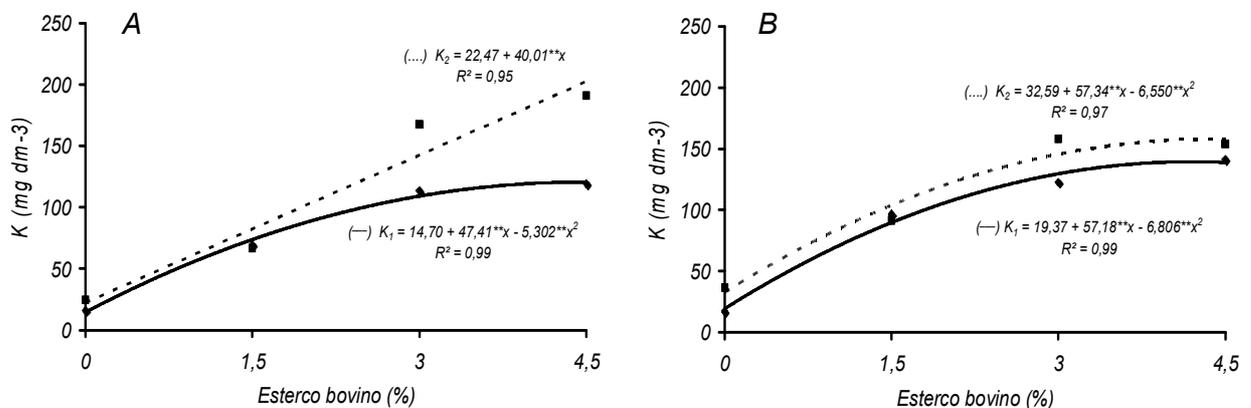


Figura 12. Teores de potássio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Considerando a adição de esterco de bovino em diferentes níveis, os teores de potássio do solo mostraram-se superiores nos tratamentos com a aplicação de cloreto de potássio, atingindo o valor máximo de $202,5 \text{ mg dm}^{-3}$ no maior percentual estimado de esterco bovino 4,5%. Entretanto na ausência de potássio, também houve incremento de K no solo, verificando-se menor conteúdo de $139,5 \text{ mg dm}^{-3}$ solo em decorrência da aplicação de cloreto de potássio, e havendo decréscimo na ausência do fornecimento de potássio (Figura 12).

Ao considerar que antes da aplicação dos tratamentos, os teores de potássio do solo, nas camadas de 0 – 20 e de 20 – 40 cm, eram $34,97$ e $10,42 \text{ mg dm}^{-3}$ percebe-se que os valores foram incrementados para $120,7$ e $202,5 \text{ mg dm}^{-3}$ e para $139,5$ e $158,1 \text{ mg dm}^{-3}$ nas respectivas profundidades, em função dos níveis de esterco bovino no solo sem e com potássio. Essa superioridade é resposta do elevado teor de K no esterco bovino com 8.396 mg dm^{-3} (Tabela 4) e a aplicação do fertilizante potássico. Em ambas as situações os teores do nutriente foram elevados de baixo na faixa de 0 – 20 cm e de muito baixo de 20 – 40 cm, para níveis elevados de K em ambas as profundidades do solo.

Os resultados estão coerentes com os obtidos por Barcellos (2005) ao estudar a fertilidade do solo sob plantio direto e registrar que o potássio foi elevado ao longo da profundidade do solo, em resposta à adubação orgânica. Os elevados valores na camada de 20 – 40 cm em relação ao teor inicial do solo ($10,42 \text{ mg dm}^{-3}$) expressa que ocorreu uma lixiviação de potássio da primeira para a segunda profundidade, em razão dos elevados teores na superfície e do caráter arenoso do solo (Tabela 3).

Ceretta et al. (2003) observaram lixiviação do potássio a partir da camada inicial do solo. Araujo et al. (2008) também observaram aumentos nos teores de potássio no solo ao utilizar diferentes fontes de matéria orgânica na adubação, evidenciando a liberação do nutriente pela mineralização dos compostos orgânicos, com maior intensidade para o esterco bovino.

Os teores de sódio, apesar de baixos foram elevados em função da incorporação de esterco bovino, mas com inferioridade marcante nos tratamentos sem cloreto de potássio (Figura 13). Os mais baixos teores no solo com potássio é resultado da competição exercida pelo potássio sobre o sódio como comentado por Padilla (1998).

Apesar dos baixos teores de sódio no solo, o aumento em função dos níveis de matéria orgânica, inclusive nos tratamentos com potássio, está associado à adição pela matéria orgânica (Tabela 4) e em maior pela água de irrigação (Tabela 5). Em ambos os insumos os teores são baixos, mas a irrigação a cada 48 horas, mesmo com água de boa qualidade

conforme Cavalcante & Cavalcante (2006) e Ferreira (2008) eleva o conteúdo do sódio do solo.

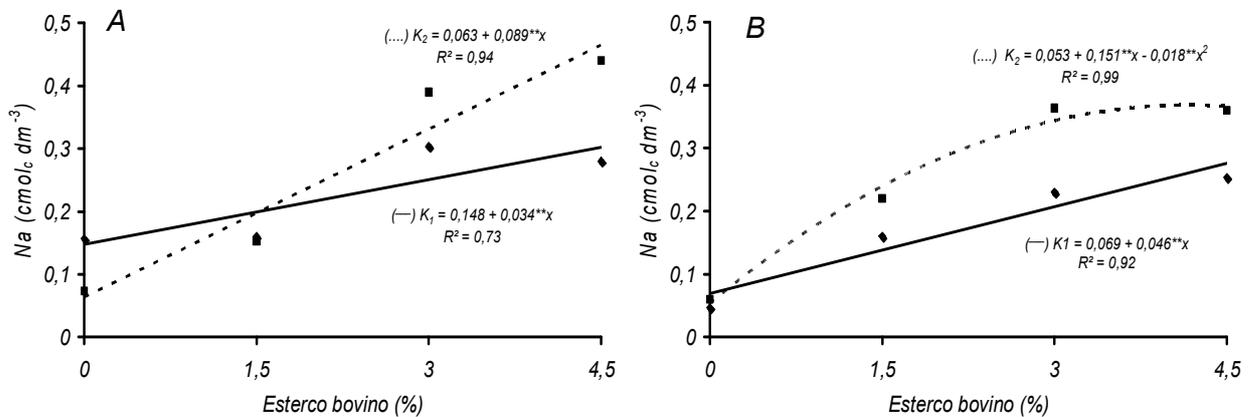


Figura 13. Teores de sódio do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino no solo sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Exceto nas áreas semiáridas, os solos brasileiros com teores de sódio trocável abaixo de $0,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$, como se verifica na Figura 13, conforme Malavolta et al. (1997) são pobres no elemento. Esses resultados indicam que o solo é pouco concentrado em sódio.

Comportamento semelhante foi verificada também por Garcia et al. (2009) ao concluírem que o aumento no teor de sódio no solo deve-se ao fato da matéria orgânica apresentar em sua composição este nutriente, em alguns casos em proporções consideráveis. Nesse sentido, Melo et al. (2005) constataram que, em geral, os resíduos orgânicos de mandioca aumentaram os teores de sódio trocável no solo.

Os teores de cálcio em função dos níveis de esterco bovino apresentaram comportamento diferenciado entre as profundidades. Observa-se na faixa de 0 – 20 cm maiores valores de cálcio nos tratamentos sem potássio e na camada de 20 – 40 cm supremacia do nutriente no solo com cloreto de potássio (Figura 14).

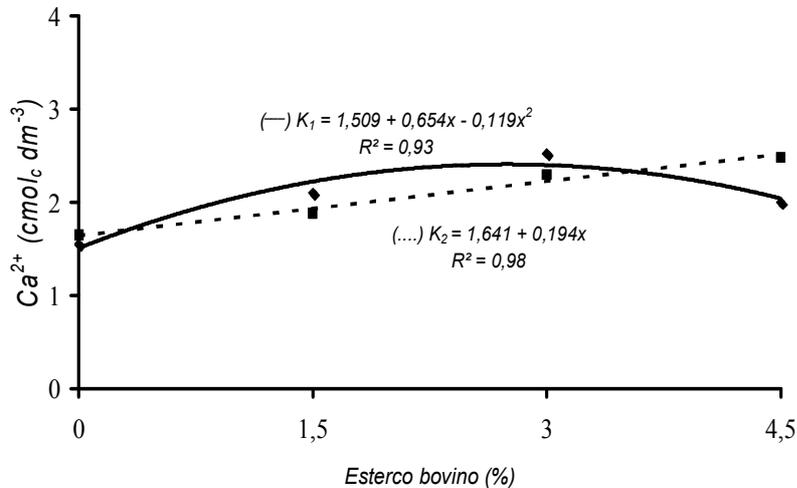


Figura 14. Teores de cálcio do solo na profundidade de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na faixa de 0 – 20 cm os teores de cálcio aumentaram até a dose de 2,75% de esterco bovino atingindo o valor máximo estimado de 2,4 cmol_c dm⁻³; no solo sem potássio, aplicações de doses superiores a 2,75% do insumo orgânico provocaram redução do nutriente. Nos tratamentos com potássio, a adição de esterco bovino promoveu crescimento linear de cálcio atingindo o maior valor de 2,51 cmol_c dm⁻³ para a maior dose de esterco, mas com superioridade em relação ao solo com cloreto de potássio apenas a partir da dose 3,65 % do insumo orgânico (Figura 14A).

Na camada de solo entre 20 – 40 cm, os valores de cálcio não se ajustaram a nenhum modelo matemático. Verificam-se na Figura 14B maiores valores de cálcio no solo tratado com cloreto de potássio, com valor médio de 1,07 e 0,98 cmol_c dm⁻³, respectivamente, com superioridade mesmo que baixa no solo com cloreto de potássio.

Comparativamente aos valores de 1,7 e 0,83 cmol_c dm⁻³ do solo nas camadas de 0 -20 e de 20 – 40 cm antes da aplicação dos tratamentos, verifica-se que a adição do esterco bovino elevou os teores de cálcio, na faixa de 0- 20 cm, de nível baixo (< 2 cmol_c dm⁻³), para nível médio (2 < Ca < 4 cmol_c dm⁻³), conforme comentado por Emater (1979) e Cavalcante et al. (2002). Os mais baixos teores de cálcio na camada mais profunda do solo, apesar de ser arenoso, é resultado da lenta mobilidade do elemento no solo o que caracteriza baixa dinâmica entre as camadas no perfil como apresentam Rodrigues (2004) e Costa et al. (2009).

A adição do esterco de bovino promoveu aumento linear de magnésio na camada superficial (0 – 20 cm) independentemente da aplicação de potássio ao solo. Na faixa de 20 –

40 cm os valores foram marcadamente mais baixos e não se ajustaram a nenhum tipo de regressão, mas com superioridade em ambos os casos nos tratamentos com potássio (Figura 15). Essa situação diverge de Raij et al. (2001) e Ernani et al. (2007) ao afirmarem que o potássio pode exercer ação antagônica sobre o magnésio.

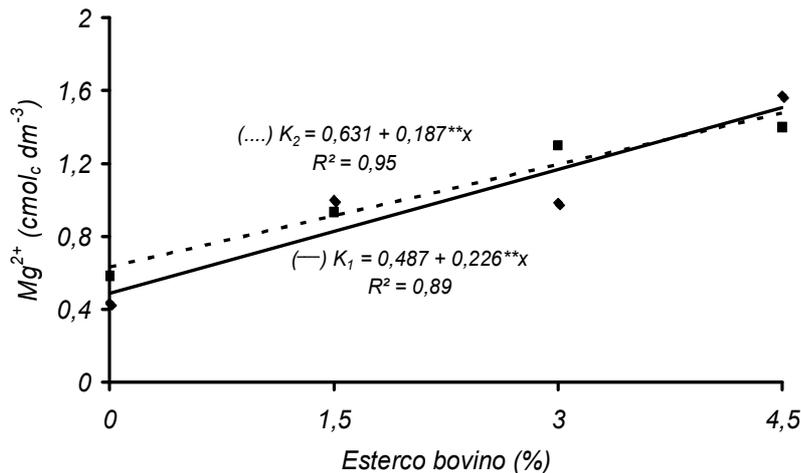


Figura 15. Teores de magnésio do solo nas profundidades de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os maiores valores de magnésio 1,47 e 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na camada de 0 – 20 cm, corresponderam ao maior nível de esterco bovino aplicado (4,5%), basicamente não diferem entre os tratamentos sem e com cloreto de potássio (Figura 15). Quanto aos dados da profundidade de 20 – 40 cm, apesar de não se ajustarem a nenhum modelo de regressão os valores médios de 0,71 e 0,53 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ expressam superioridade no solo com cloreto de potássio.

A elevação do teor de magnésio antes da aplicação dos tratamentos de 0,33 para 1,47 e 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na camada superficial, e de 0,28 para 0,54 e 0,71 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ na camada de 20 – 40 cm, provavelmente é devido à adição da matéria orgânica que continha 1,75 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de magnésio (Tabela 3) e também pela água de irrigação no período da estiagem, que possuía 0,02 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Tabela 5).

Os menores teores de magnésio na camada mais profunda se devem à aplicação do esterco bovino ser feita na superfície do solo e o elemento, apesar de ser mais móvel no solo que o fósforo e cálcio não, é de mobilidade lenta. Entretanto, ao considerar que na respectiva profundidade o solo continha antes da aplicação dos tratamentos 0,28 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e os valores

foram elevados para 0,54 e 0,71 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ constata-se que houve caminhamento de magnésio da camada de 0 – 20 para 20 – 40 cm, como verificado também por Acosta (2003).

Ao considerar que inicialmente o solo nas faixas de 0 – 20 e de 20 - 40 cm, estava deficiente em magnésio, com 0,33 e 0, 28 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente (Tabela 3) e que, com a aplicação dos tratamentos, os valores foram elevados para níveis adequados na primeira camada $\text{Mg} > 1 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e médios ($1 > \text{Mg} > 0,5 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$) na segunda, como discutido por Raij et al. (2001), os tratamentos elevaram expressivamente os teores do nutriente no solo.

Os aumentos de cálcio, magnésio e potássio em respostas aos níveis de esterco bovino, elevaram a soma de bases ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$) do solo (Figura 16). Nos tratamentos com potássio a soma das bases trocáveis cresceu linearmente com os níveis de esterco bovino, em ambas as camadas de solo, até 4,51 e 2,46 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. No solo sem potássio a variável, nas mesmas profundidades (0 - 20 e 20 - 40 cm), aumentou até o valor de 3,9 e 2,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ referentes às doses máximas de esterco bovino de 3,8 e 3,3% respectivamente.

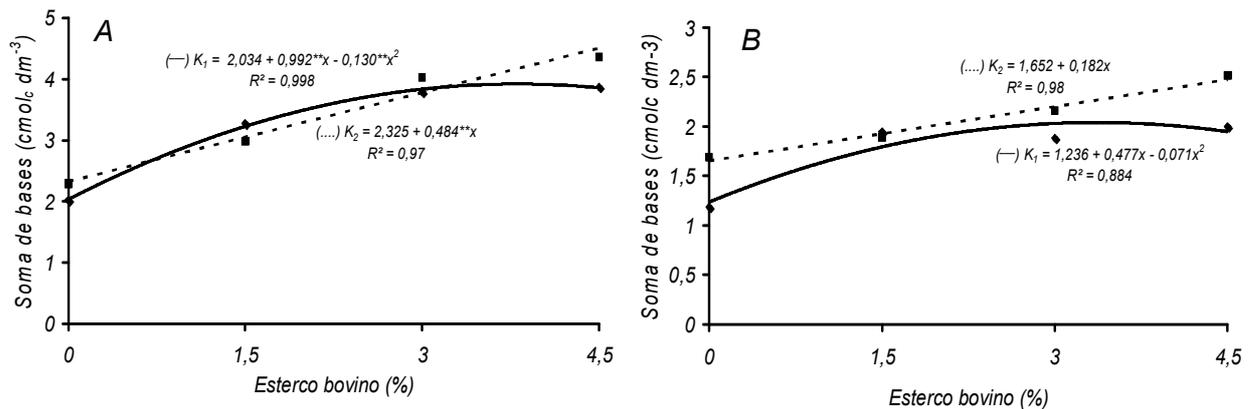


Figura 16. Valores de soma de bases do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os resultados da Figura 16 estão coerentes com os observados por Barcellos (2005) ao constatar que ao aplicar adubação orgânica e mineral sob plantio direto elevaram a soma de bases do solo até a camada de 40 cm de profundidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva & Lima (2009) na cultura do cafeeiro e alertam que solos com valores baixos de bases trocáveis comprometem a capacidade produtiva da cultura. Essa situação, pode também limitar a produção do noni, apesar da sua rusticidade (Nelson & Elevitch, 2006).

Os dados de hidrogênio + alumínio no solo sem e com potássio, não se ajustaram a nenhum modelo matemático, em resposta aos níveis de esterco bovino.

Comparativamente aos valores de $H^+ + Al^{3+}$ antes de iniciar o experimento se percebe que o esterco bovino promoveu expressiva redução dos teores de hidrogênio mais alumínio do solo. Os teores decresceram de $4,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0 - 20 cm e de $3,99 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na de 20 - 40 cm, para 2,47 e $2,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e para 2,26 e $2,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas respectivas camadas no solo com e sem potássio. Essa redução foi reflexo do aumento dos teores trocáveis de cálcio, magnésio e potássio do solo em função dos tratamentos adotados.

A partir dos dados se percebe que a matéria orgânica promoveu a elevação do pH, como indicado na figura 9 e reduziu os da acidez potencial, expressa pelos teores de $H^+ + Al^{3+}$ do solo. Tendências semelhantes foram apresentadas por Barcellos (2005) e Bond (2009) ao adicionarem matéria orgânica de origem bovina e verificarem diminuição dos valores de hidrogênio mais alumínio liberando mais cálcio, magnésio e potássio do solo.

Pelos resultados apresentados na figura 17, os maiores teores de alumínio foram registrados nos tratamentos sem cloreto de potássio na profundidade de 20 - 40 cm do solo, independentemente do nível de adição de esterco bovino. Na profundidade de 0 - 20 cm os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, em função dos percentuais de esterco aplicado ao solo, por isso, os dados foram representados pelas médias de $0,016 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,008 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos tratamentos sem e com potássio respectivamente.

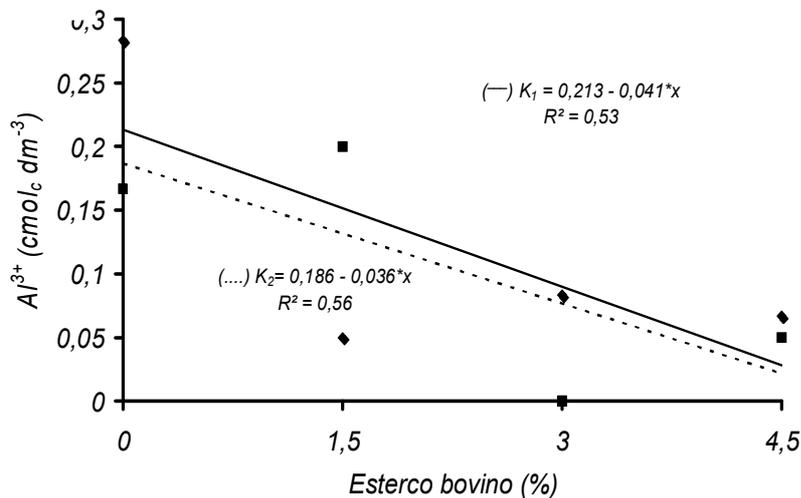


Figura 17. Teores de alumínio do solo na profundidade de 20-40 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na camada de 20 - 40 cm os teores de alumínio decresceram linearmente aos níveis de 0,03 e de $0,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ por incremento unitário de matéria orgânica aplicada, no solo sem e com potássio (Figura 17). O comportamento dos dados está coerente com o observado

por Costa et al. (2009) ao registrarem que a adição de matéria orgânica provocou a redução dos teores de alumínio no solo. Essa tendência também foi observada por Garcia et al. (2009) ao constatarem que o aumento das doses de lodo de esgoto reduziu sensivelmente os teores de alumínio no solo. A redução do alumínio está coerente com o aumento do pH, em função dos níveis de esterco bovino aplicado (Figura 9), nos tratamentos sem e com potássio, como verificou também Bond (2009).

A adição do esterco de bovino acima de 1,5%, contribuiu para o aumento da capacidade de troca catiônica - CTC, com superioridade nos tratamentos com cloreto de potássio e na primeira profundidade do solo (Figura 18).

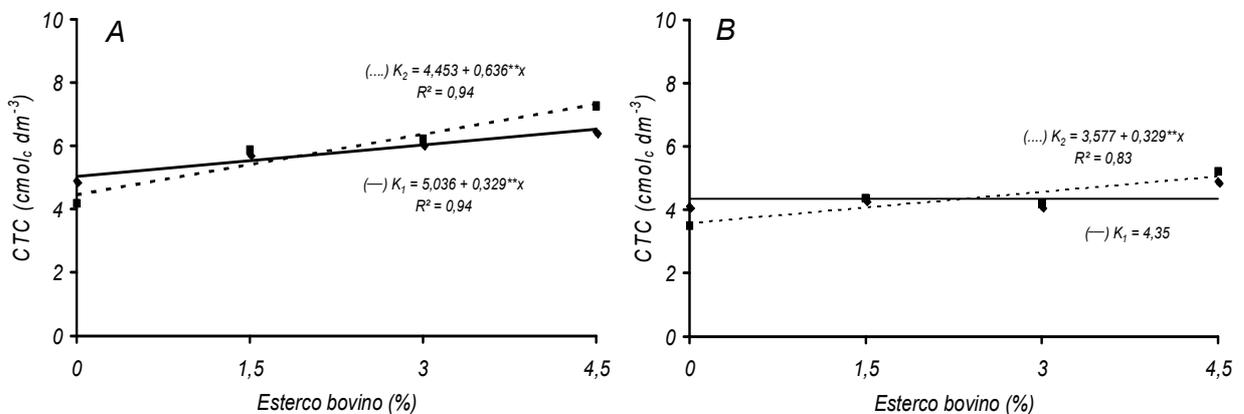


Figura 18. Valores da capacidade de troca catiônica do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na camada de 0 – 20 cm, os maiores valores da CTC, em função dos níveis de esterco bovino foram 7,3 e 6,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, no solo com e sem cloreto de potássio respectivamente, na dose máxima de esterco bovino fornecido (Figura 18A). Na profundidade de 20 – 40 cm (Figura 18B) os valores foram mais baixos, com teores de CTC de 5 e 4,35 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ no solo com e sem aplicação de potássio, respectivamente, na maior dose do esterco bovino (4,5%).

A superioridade da CTC na primeira camada, em relação à segunda, é resultante da baixa mobilidade do cálcio e magnésio que são componentes da soma de base e dos menores conteúdos de alumínio e hidrogênio do solo. Nesse sentido, estudos realizados por Lima et al. (2007) observaram que a adubação orgânica eleva a CTC na grande maioria dos solos.

Os valores da saturação por bases, em função dos níveis de esterco bovino no solo com potássio, em ambas as profundidades, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo representados pelos valores médios de 57,57 e 47,84% na camada de 0 – 20 e de 20 –

40 cm. No solo sem cloreto de potássio, nas respectivas profundidades, os valores percentuais de saturação por bases aumentaram até os maiores valores de 63,8 e 49% nas doses máximas estimadas de 3,2 e 2,7% do esterco de bovino fornecido ao solo (Figura 19).

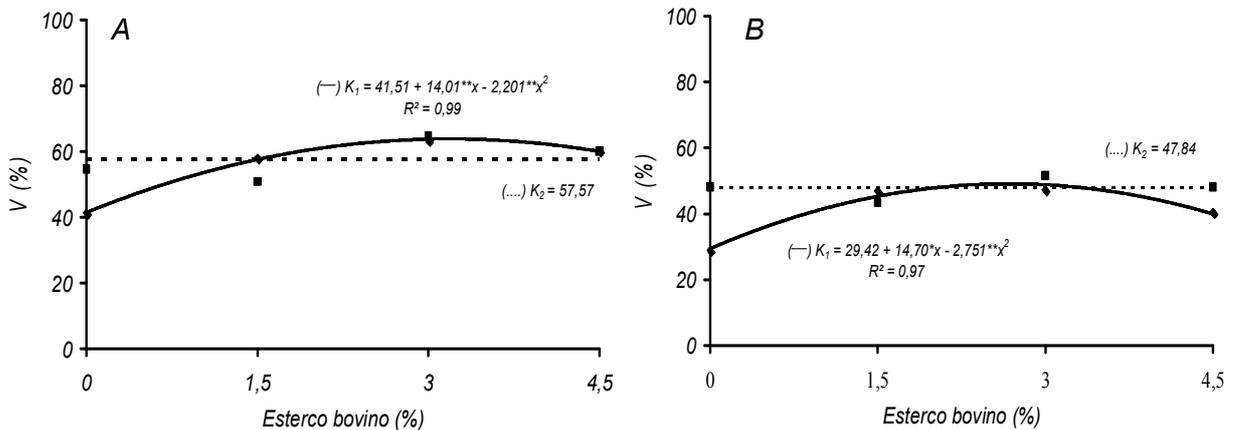


Figura 19. Valores da saturação de bases do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Ao comparar os resultados de 63,8 e 57,57%; 47,84% e 49% no solo sem e com potássio, nas faixas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, com os baixos valores de 34,21 e 22,76 % nas respectivas faixas do solo antes da instalação do experimento (Tabela 3) se verifica que os tratamentos contribuíram para o aumento da capacidade de troca catiônica, em ambas as camadas, mas com maior expressividade na parte mais superficial do solo.

O comportamento dos dados concorda do apresentado por Effgen et al. (2008) ao perceberem a saturação por bases em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico cultivado com café diminuiu com a profundidade do perfil. Apesar de se constatar aumento da soma de bases (Figura 16) e redução dos teores de H^+ e Al^{3+} trocáveis, os valores não se refletiram em aumentos da saturação por bases do solo.

Os teores de boro em função dos níveis de esterco bovino aplicados foram superiores nos tratamentos sem potássio, em ambas as camadas de solo (Figura 20). A inferioridade no solo com potássio é resposta da ação antagônica que o macronutriente exerce sobre o boro (Raij et al., 2001; Ernani et al., 2007).

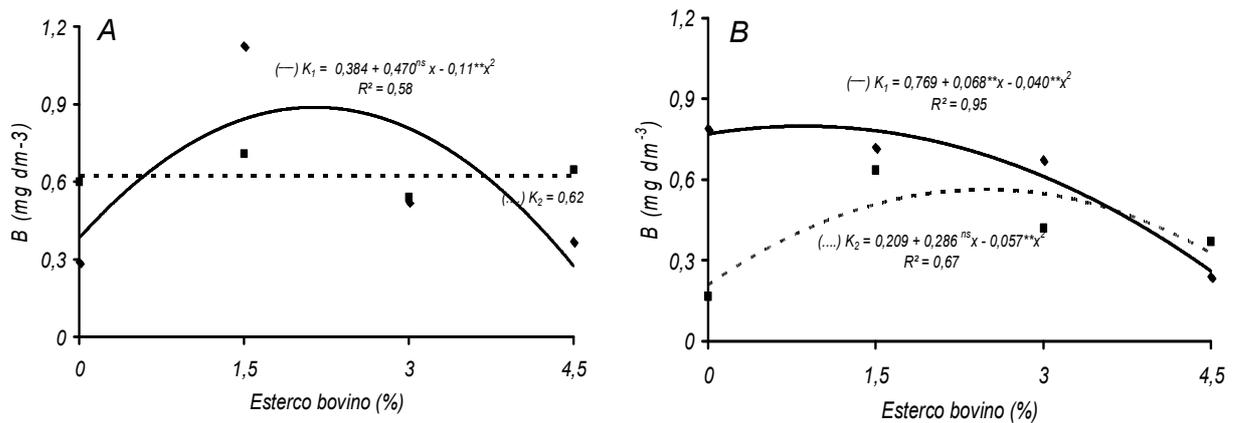


Figura 20. Teores de boro do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na faixa de 0 – 20 cm, os teores de boro no solo com potássio não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, por isso, os valores em função do esterco bovino foram representados pela média de $0,62 \text{ mg dm}^{-3}$. Por outro lado, no solo sem K_2O os valores de boro, na referida camada, aumentaram até a dose máxima estimada de 2,1% de esterco bovino, atingindo o maior valor de $0,9 \text{ mg dm}^{-3}$ (Figura 20A). Na profundidade de 20 – 40 cm, os teores do micronutriente aumentaram até $0,8$ e $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$ no solo sem, e com potássio, respectivamente nas doses máximas estimadas $0,85$ e $2,5\%$ de esterco bovino (Figura 20B).

Os resultados evidenciam que os teores mais elevados de boro foram atribuídos à adição de matéria orgânica no solo, e estão em acordo com Caetano & Carvalho (2006) ao constatarem que o boro disponível no solo encontra-se associado à matéria orgânica, portanto tende a apresentar maior concentração nos horizontes superficiais. Está em acordo também com Soares et al. (2005) ao afirmarem que nem sempre a matéria orgânica exerce efeito de adsorção sobre o boro do solo.

Os teores de boro tanto os referentes às doses máximas estimadas, como o valor médio na camada de 0 – 20 cm, nos tratamentos com potássio, variam de $0,6$ a $0,9 \text{ mg dm}^{-3}$ e, portanto, conforme Malavolta (2006) indicam que o solo no momento da amostragem estava com teores elevados do micronutriente. Para o referido autor, teores de boro acima de $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ são admitidos como altos ou elevados. No entanto, Ragassi (2007) afirma que esses teores podem ser elevados até 1 mg dm^{-3} . Verifica-se que para ambos os autores o solo estava adequadamente suprido em boro.

A interação esterco bovino x potássio exerceu efeitos significativos nos teores de ferro em ambas as profundidades do solo, com valores decrescentes nos tratamentos sem e crescentes naqueles com cloreto de potássio (Figura 21). Essa situação está em consonância com Fageria et al. (2002), ao verificarem que o ferro forma complexos solúveis com os compostos orgânicos, que parcialmente liberam o micronutriente com a decomposição da matéria orgânica.

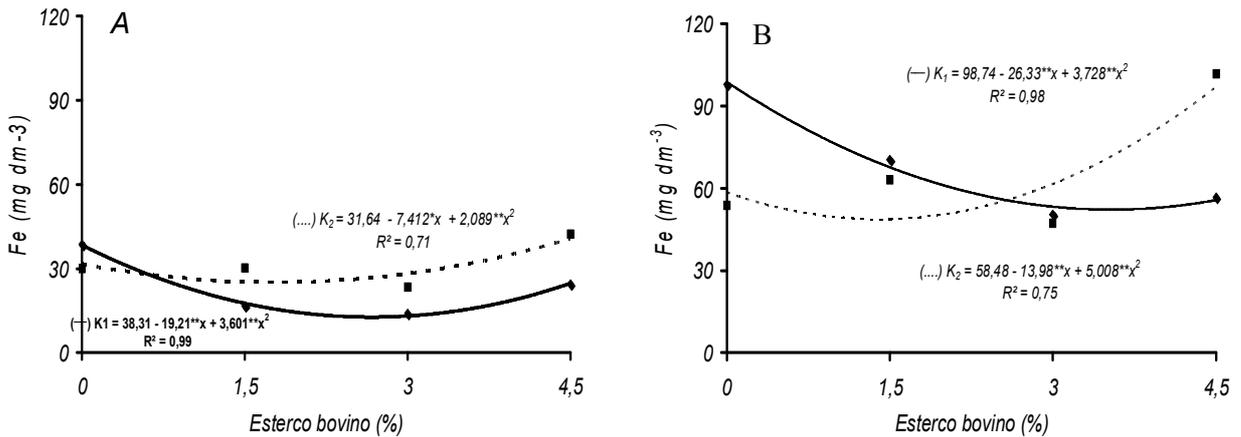


Figura 21. Teores de ferro nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Observa-se na Figura 21A que os teores de ferro, na faixa de 0 – 20 cm, nos tratamentos com potássio aumentaram com os níveis de esterco bovino aplicados de 30,76 para 40,59 mg dm⁻³ e decresceram de 36,87 para 24,78 mg dm⁻³ no solo sem potássio na dose máxima do insumo orgânico fornecido. Na faixa de 20 – 40 cm, apesar dos dados superarem aos da faixa de 0 -20 cm, no solo com cloreto de potássio os teores cresceram de 58,5 para 96,98 mg dm⁻³ e sofreram declínios de 98,74 para 55,7598 mg dm⁻³ (Figura 21B).

Ao considerar que antes da aplicação dos tratamentos o solo apresentava, em ambas as camadas, basicamente a mesma concentração de ferro de 38,03 e 38,14 mg dm⁻³, percebe-se da Figura 21A que no solo sem potássio os teores na camada de 0 – 20 cm foram expressivamente reduzidos para 24,78 mg dm⁻³ e o aumento no solo com potássio foi para apenas 40,59 mg dm⁻³. Dessa forma, ao considerar que inicialmente os teores de ferro eram semelhantes em ambas as profundidades se constatam que houve caminamento do micronutriente da profundidade de 0 - 20 cm para 20 - 40 cm.

A adição de esterco bovino reduziu a disponibilidade de manganês no solo sem potássio na profundidade de 0 -20 cm, mas com superioridade nos tratamentos com aplicação de cloreto de potássio, como se observa na Figura 22.

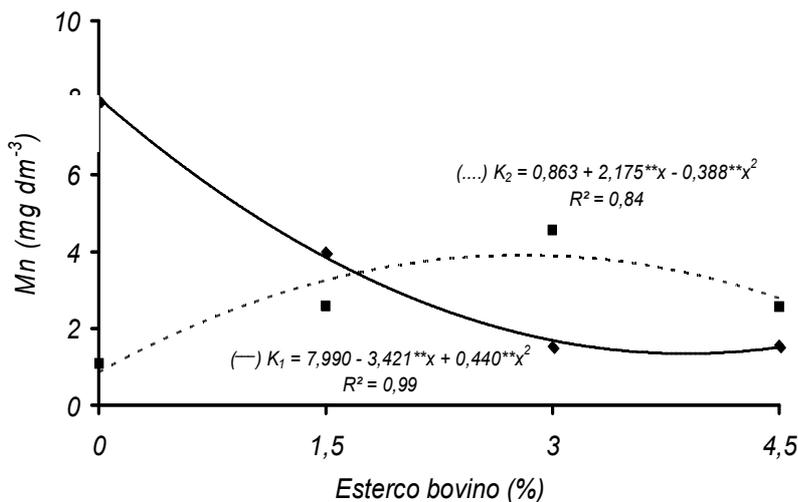


Figura 22. Teores de manganês do solo na profundidade de 0-20 cm, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Pelos dados da Figura 22, na faixa de 0 – 20 cm, os teores de manganês nos tratamentos com potássio, aumentaram até 3,9 mg dm⁻³ na dose máxima estimada de 2,8% de esterco bovino. Por outro lado, na ausência de potássio a adição do esterco bovino reduziu a disponibilidade de manganês do solo de 7,36 para 1,51 mg dm⁻³. Na profundidade de 20 – 40 cm, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo os dados expressos pelas médias de 5,18 e 4,93 mg dm⁻³.

Com base nos resultados da Figura 22, constata-se redução dos teores de manganês em relação aos valores iniciais que o solo possuía que eram de 6,14 mg dm⁻³ e 7,36 mg dm⁻³ (Tabela 3) nas camadas de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm, respectivamente. Tendência semelhante foi detectada por Aloisi et al. (2001) ao utilizarem doses crescentes de resíduo orgânico de indústria cítrica e observarem declínio nos teores de manganês no solo.

Os teores de zinco tiveram comportamento diferenciado, entre os tratamentos sem e com potássio nas diferentes profundidades do solo (Figura 23). Verifica-se que na faixa de 0 – 20 cm, nos tratamentos sem aplicação de cloreto de potássio os dados não se adequaram a nenhum modelo matemático, com média de 1,12 mg dm⁻³. No solo com o fertilizante mineral os dados não apresentaram tendência definida com a adição do esterco bovino no solo, e foram inferiores aos do solo sem potássio (Figura 23A). Na profundidade de 20 – 40 cm, ocorreu inversão dos valores, com superioridade de zinco nos tratamentos com cloreto de potássio em relação à camada de 0 – 20 cm (Figura 23B). Verifica-se também que em ambos os tratamentos, em geral, a adição do esterco de bovino promoveu maiores teores de zinco no solo.

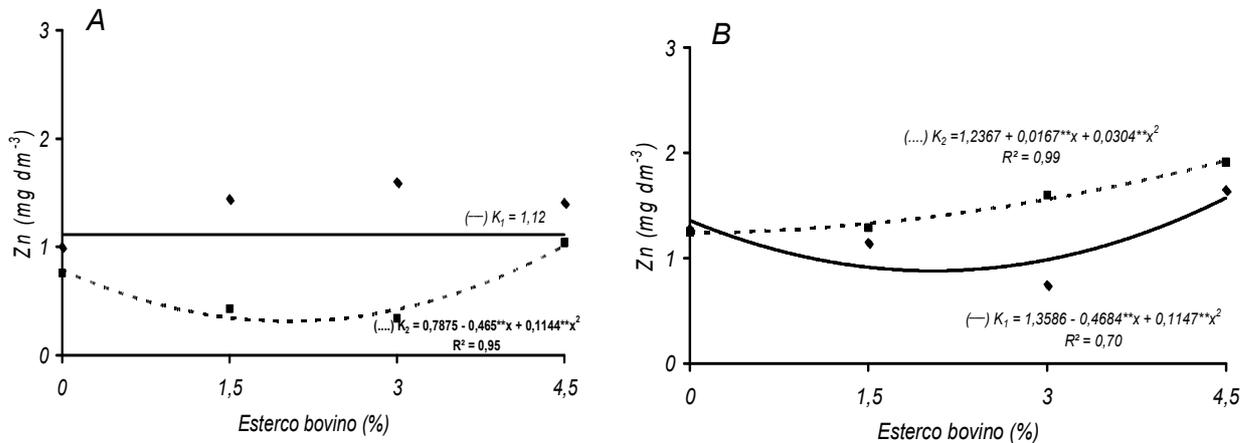


Figura 23. Teores de zinco do solo nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Em comparação com os valores iniciais que o solo possuía (Tabela 3) percebe-se que os teores de zinco, na época amostrada, são inferiores aos que o solo possuía antes da aplicação dos tratamentos que eram de $2,85 \text{ mg dm}^{-3}$ e $3,22 \text{ mg dm}^{-3}$ nas camadas de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, respectivamente. Essas reduções conforme Shuman (1991) e Borges & Coutinho (2004) são mais frequentes quando os tratamentos provocam elevação considerada do pH do solo, resultando na diminuição de zinco disponível no solo. Essa justificativa não parece coerente com a situação em apreço, uma vez que a variação do pH do solo não foi expressiva, com valores iniciais de 5,87 e 5,56 nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, e variação de 5,94 e 6,17 nas respectivas camadas de solo.

Elevados teores de zinco podem estar associados à fração orgânica, e sua redução pode ser atribuída à imobilização pelos micro-organismos do solo, principalmente quando da aplicação de resíduos animais (Novais et al., 2007). Outros autores como Dechen et al. (1991) sugerem que a dinâmica de zinco no solo está inversamente relacionada com o teor de matéria orgânica, isto é, quanto maior o teor menor a mobilidade, daí porque é mais lento na camada superficial do solo onde o teor de matéria orgânica é maior.

4.2. Desenvolvimento e Produção das Plantas

Independentemente da adição de esterco bovino no solo, as plantas de noni apresentaram maior crescimento absoluto no período da baixa precipitação em relação ao período de alta precipitação (Figura 24). Ao considerar que durante o período das águas os

componentes da produção como número de frutos (Figura 25), produção por planta (Figura 28) e produtividade (Figura 29), foram significativamente superiores aos do período de baixa precipitação, a absorção de água e nutrientes foi mais eficientemente utilizada para a produção de frutos do que para o desenvolvimento das plantas mensurado pelo diâmetro do caule. Possivelmente o maior crescimento absoluto e a menor produção no período de baixa precipitação expressem a maior exigência do noni por água, no local onde foi desenvolvido o experimento.

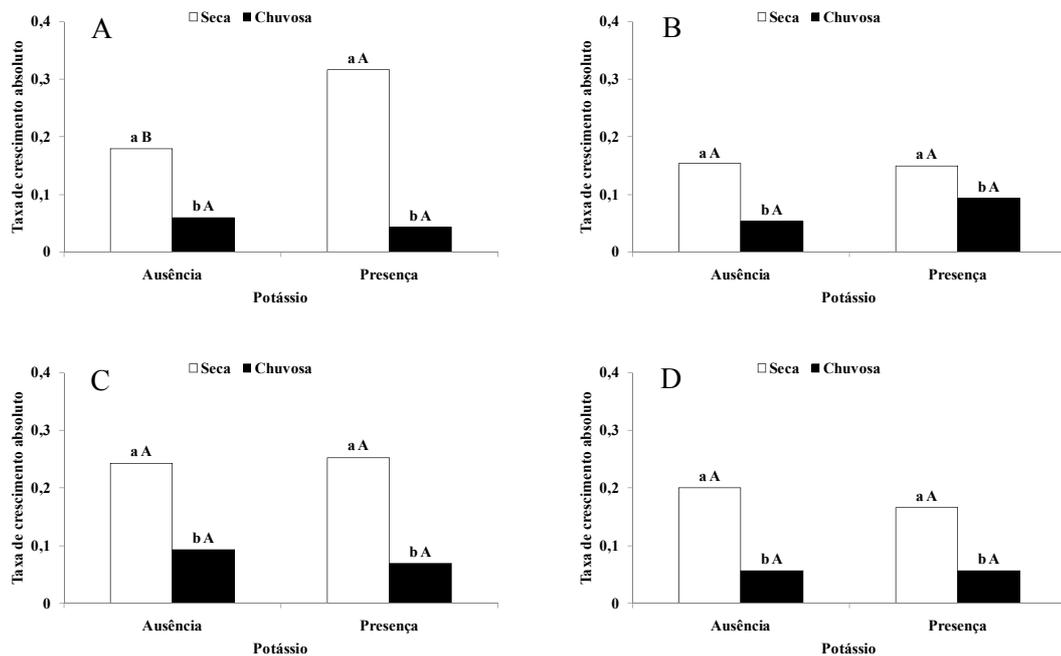


Figura 24. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste principal do noni, sem (A), com 1,5% (B), 3% (C) e 4,5% (D) de esterco bovino, no período seco e chuvoso, na ausência e presença de cloreto de potássio. Colunas seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si quanto aos períodos seco e chuvoso e com mesmas letras maiúsculas não diferem quanto à ausência e presença de potássio, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A ausência de resposta da adição de potássio foi constatada também em plantas de café, que pertence a mesma família do noni, por Winston et al. (1992). Conforme Rena & Maestri (1986), a periodicidade de crescimento do café em várias regiões do mundo, tem sido comumente associada à época de baixa precipitação. Esse comportamento da taxa de crescimento absoluto sugere que outros fatores, tais como, fotoperíodo, temperatura e umidade relativa estejam associados ao balanço de nutrientes, resultando também em maior desenvolvimento do noni no período de baixa precipitação.

O número de frutos colhidos por planta apesar de crescer linearmente, em ambos os períodos de colheita, em função dos níveis de matéria orgânica aplicada ao solo, foi

expressivamente superior no período de alta precipitação e nos tratamentos com cloreto de potássio (Figura 25).

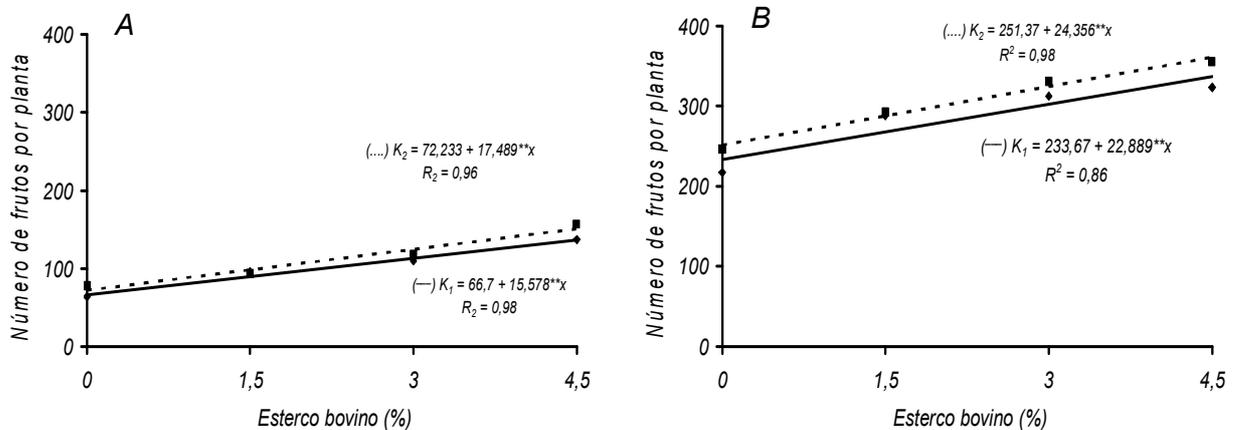


Figura 25. Número de frutos de noni por planta, colhidos no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

O maior número de frutos colhidos por planta no período de baixa precipitação foi 151 nas plantas dos tratamentos com potássio na dose máxima de esterco de bovino fornecida ao solo (Figura 25A). Entretanto, no mesmo tratamento (4,5% de matéria orgânica, no solo com potássio), na época de alta precipitação foram colhidos 361 frutos por planta (Figura 25B). No solo sem potássio, se verifica nas respectivas Figuras que os maiores números de frutos colhidos foram 137 e 337 respectivamente nos períodos de baixa e alta precipitação. Verifica-se também, tanto no solo sem ou com potássio, marcante superioridade do número de frutos referente ao período de alta precipitação.

Conforme indicado na Figura 26, os valores do diâmetro e comprimento dos frutos avaliados quinzenalmente durante 105 dias no período de baixa precipitação em 2008 e de alta precipitação em 2009, em geral, foram superiores nos tratamentos com cloreto de potássio.

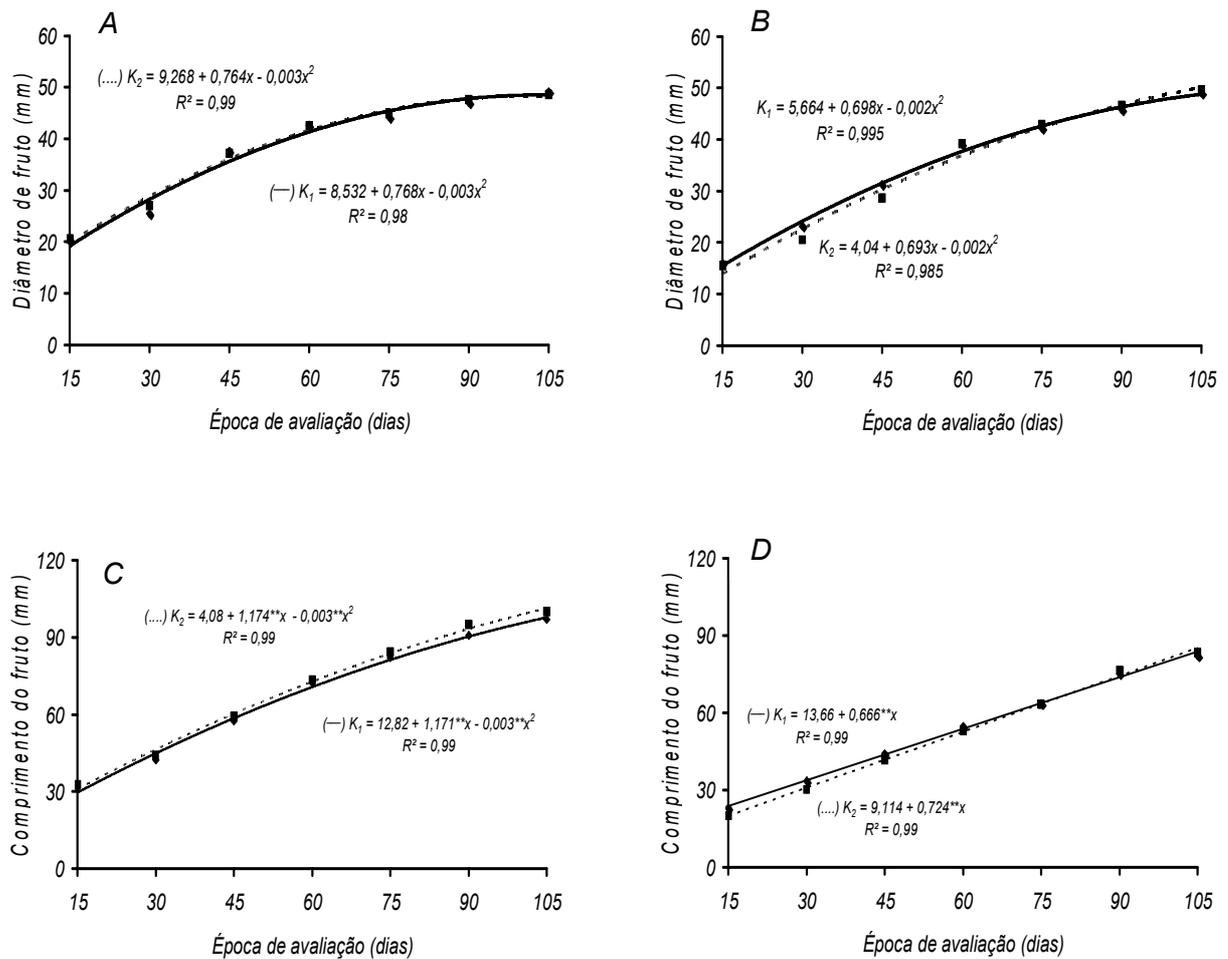


Figura 26. Diâmetro e comprimento de frutos de noni em duas épocas de avaliação em baixa precipitação (A e C) e alta precipitação (B e D), respectivamente, sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Nos resultados da Figura 26A, referente aos frutos do período da seca, observa-se semelhança entre o diâmetro dos frutos com valores máximos de 56,4 e 56,1 mm aos 105 dias de avaliação após a antese, respectivamente no solo com e sem potássio. Resposta similar foi registrada para os frutos do período de alta precipitação (Figura 26B), com valores de 54,7 e 56,9 mm nas plantas dos tratamentos sem e com potássio, no mesmo período de 105 dias da antese à colheita.

Ao considerar que o solo antes da aplicação dos tratamentos era deficiente em matéria orgânica, com valores de 9,84 e 6,51 g dm⁻³ (Tabela 4), a adição do esterco de bovino proporcionou aumento na capacidade produtiva do noni, com reflexos positivos no diâmetro e comprimento dos frutos. Os diâmetros dos frutos obtidos tanto na época de baixa precipitação como na de alta precipitação foram superiores aos diâmetros de 30 a 40 mm obtidos por

Nelson & Elevitch (2006) e Macpherson et al. (2007), inclusive superiores também ao diâmetro médio de 52,6 mm apresentado por Singh & Rai (2007).

Quanto ao comprimento, os valores máximos dos frutos avaliados no período de baixa precipitação da antese à colheita no solo sem e com potássio, foram 102,7 e 104,17 mm (Figura 26C), no período de alta precipitação, nas mesmas situações foram 85,1 e 83,4 mm (Figura 26D). Comparativamente na época de estiagem o comprimento dos frutos foi superior aos da época chuvosa, provavelmente devido à época de estiagem ter apresentado menor número de frutos por planta e com isto houve melhor assimilação dos nutrientes. Os resultados do comprimento de frutos obtidos neste trabalho estão coerentes com os verificados por Macpherson et al. (2007) na faixa entre 40 a 100 mm. Nelson & Elevitch (2006) obtiveram na faixa entre 50 a 100 mm. E também ao comprimento médio de 98 mm verificados por (Singh & Rai, 2007).

Como indicado na Figura 27, à adição de esterco de bovino proporcionou aumento linear da massa média dos frutos com superioridade, em geral, nos tratamentos com cloreto de potássio.

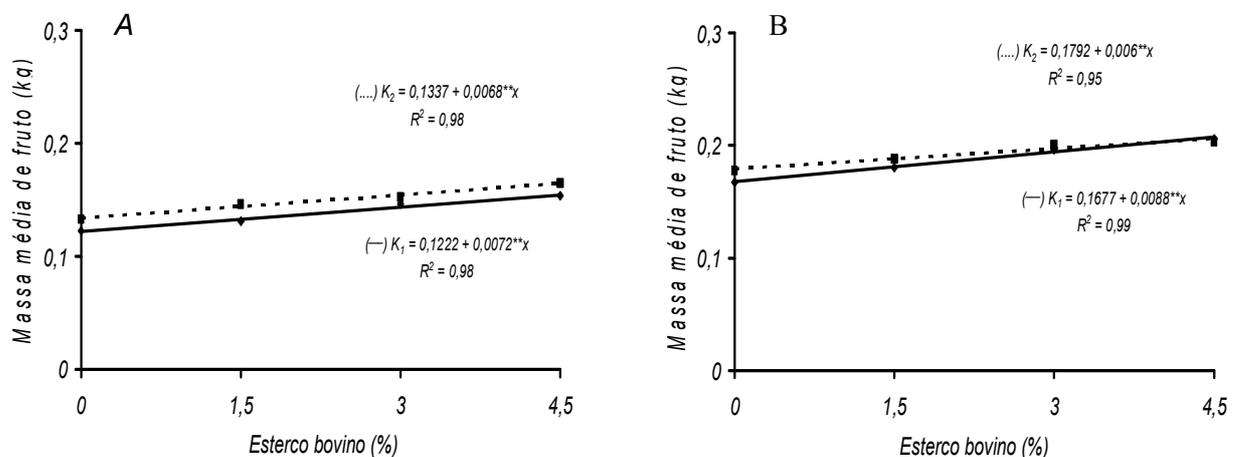


Figura 27. Massa média de frutos de noni colhidos no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na Figura 27A, observa-se que o maior valor de massa média na época da seca foi 164,3 g fruto⁻¹ no solo com potássio e 154,6 g fruto⁻¹ no solo sem potássio, ambos referentes à dose máxima de matéria orgânica fornecida. No período das chuvas foram colhidos frutos com massa média 207,3 e 206,2 g fruto⁻¹ no solo com e sem potássio no maior nível de esterco bovino aplicado (Figura 27B). Pelos resultados se constata que a superioridade da

massa média dos frutos entre os períodos de colheita foi bem menos expressiva que as registradas para o número de frutos colhidos.

A produção de frutos por planta aumentou linearmente com o aumento do esterco bovino, mas com superioridade nos tratamentos com aplicação de cloreto de potássio e na colheita do período chuvoso (Figura 28).

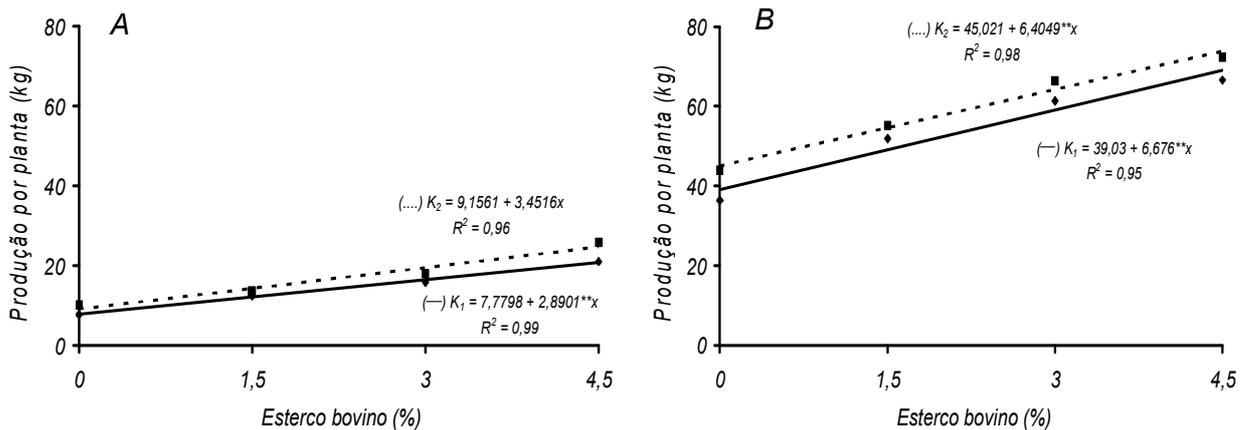


Figura 28. Produção de frutos de noni por planta no período de baixa precipitação (A) e alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino, sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

As maiores produções por planta no período da estiagem foram de 25 e 21 kg planta⁻¹, no solo com e sem cloreto de potássio, ambos referentes ao solo com a maior dose de esterco de bovino aplicado (Figura 28A). Na safra das águas, os maiores valores foram 69 e 74 kg planta⁻¹, respectivamente, no solo sem e com potássio (Figura 28B). A superioridade da safra das águas é resposta do maior número de frutos colhidos por planta na respectiva safra.

As produções máximas totais de frutos, referentes à soma dos valores da safra do período de estiagem com a do período das águas, foram 90 e 99 kg planta⁻¹ ano⁻¹, no solo sem e com potássio respectivamente. Esses resultados são marcadamente superiores aos 9,7 e 19,3 kg planta⁻¹ ano⁻¹ apresentados por Singh & Rai (2007) e aos 9,5 e 18,9 kg planta⁻¹ ano⁻¹ de Macpherson et al. (2007).

Quanto à produtividade, os resultados apresentaram as mesmas tendências reveladas pelo número de frutos e produção por planta, em que os valores aumentaram linearmente, em função dos níveis de esterco bovino fornecido (Figura 29).

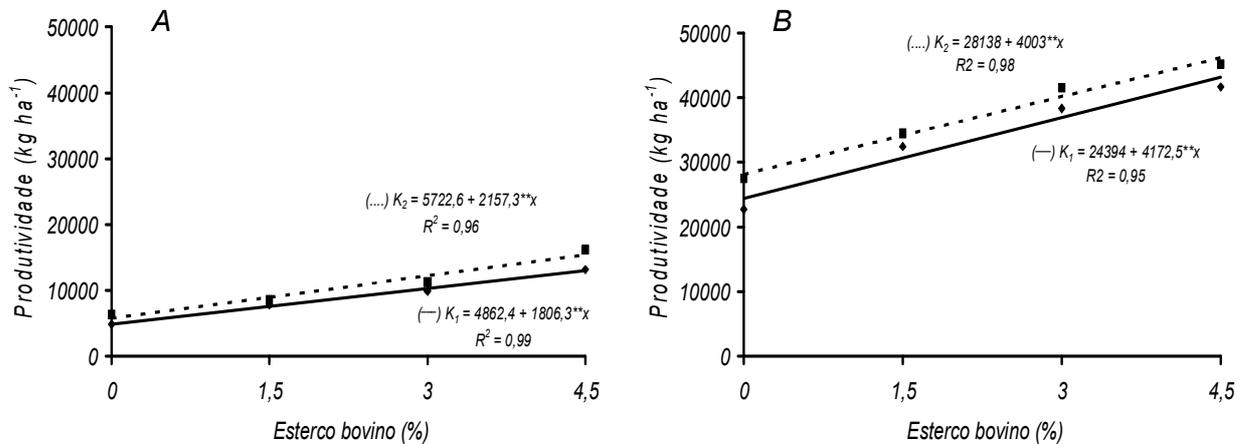


Figura 29. Produtividades de noni referentes ao período de baixa precipitação (A) e de alta precipitação (B), em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Na safra da estiagem as maiores produtividades foram 12.990,75 e 15.430,45 kg ha⁻¹ no solo sem e com cloreto de potássio, na dose máxima de matéria orgânica (Figura 29A). Com referência à safra das águas, nas mesmas condições experimentais, as maiores produtividades foram 43.170,25 e 46.151,50 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 29B). Ao relacionar os valores dos períodos de chuva com os de estiagem se obtém uma superioridade de 232,32 e 199,09% no solo sem e com cloreto de potássio.

Os resultados das somas das colheitas do período de estiagem e das chuvas no solo sem e com potássio totalizaram 56.161,00 e 61.581,95 kg ha⁻¹ano⁻¹, respectivamente, evidenciando que o potássio proporcionou um aumento de 9,65% no rendimento anual do noni. Os resultados obtidos em plantio com três anos, densidade de plantio de 625 plantas por hectare, foram inferiores aos 80.000 e 70.000 kg ha⁻¹ano⁻¹ apresentados por Nelson (2005) em pomar com densidades de plantio de 716 e 638 plantas por hectare. Apesar de inferiores aos dados de Nelson (2005), os valores foram da mesma ordem e até superiores à produtividade média anual do noni no Havaí com 50.000 kg ha⁻¹ (Nelson, 2003).

A superioridade dos dados da produção da safra no período de alta precipitação, com valores de 2.087 mm, em relação ao período de baixa precipitação com 23 mm de chuvas, possivelmente a irrigação nesse período tenha sido insuficiente às exigências hídricas da cultura.

4.3. Qualidade Pós-Colheita dos Frutos

A interação níveis de esterco bovino x cloreto de potássio aplicado ao solo exerceu efeitos significativos sobre a perda de massa dos frutos após a colheita (Figura 30). Pelos resultados, observam-se perdas lineares de massa de fruto ao nível de 0,62% para cada incremento unitário de esterco bovino no solo com cloreto de potássio, resultando na maior perda de massa de água, com valor máximo de 11,4% nos tratamentos com a maior dose de esterco bovino fornecido (4,5%). No solo sem potássio, os dados não se adequaram a nenhum modelo matemático sendo representados pela média de 9,83%.

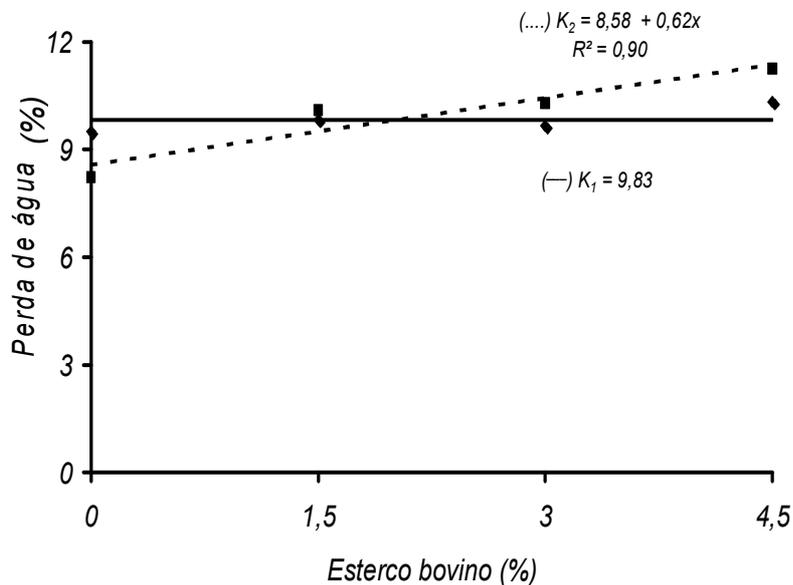


Figura 30. Percentagens de perdas de água dos frutos de noni, durante sete dias após a colheita, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Para Oliveira et al. (2010) a perda de massa é um processo decorrente das taxas de perdas de massa podem ser atribuídas à transpiração e respiração dos frutos (Marschner, 1995; Lemos, 2006). A perda de massa é devido à diferença de pressão de vapor entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto (Ferreira, 2009).

Apesar da tendência de superioridade dos dados no solo com potássio, a interação esterco de bovino x cloreto de potássio no solo não interferiu no rendimento em polpa dos frutos de noni. Os resultados variaram de 83,8 a 88,8% e de 88,6 a 90,4% no solo sem e com potássio respectivamente. Comparativamente esses valores foram superiores ao rendimento de 81,59% de polpa de noni verificado por Barros et al. (2008).

O percentual de sementes dos frutos de noni em função dos níveis de esterco bovino no solo sem e com cloreto de potássio também não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Exceto no tratamento com a maior dose de esterco bovino, mesmo sem diferença significativa, numericamente os frutos colhidos das plantas sem adição de potássio ao solo possuem maior porcentagem de sementes. Em termos numéricos os valores correspondem à média de 273 sementes por fruto e, portanto, foi superior ao valor de 260 sementes fruto⁻¹ registrados por Nelson & Elevitch (2006) e à amplitude de 150 a 200 sementes por fruto obtido por Singh & Rai (2007).

O percentual de suco obtido dos frutos de noni, como verificado para as porcentagens de sementes não foi influenciado estatisticamente pela interação esterco bovino x cloreto de potássio aplicado ao solo. Ao comparar o percentual de sementes com o percentual de suco, apesar da ausência de diferenças significativas, observam-se comportamentos diferenciados dos valores quanto à adição de potássio ao solo. No primeiro caso, em geral, os percentuais de sementes foram mais baixos e no segundo foram mais elevados no solo com potássio. Os valores para percentual do suco oscilaram entre 68 e 75% e comparativamente, superaram os rendimentos de 54,49% obtidos por Newton (2003), 52,4% por Chunhieng (2003), os 50% por Nelson & Elevitch (2006) e os 38,95% por Singh & Rai (2007).

Ao comparar o percentual de sementes com o percentual de suco, apesar da ausência de diferenças significativas, observam-se comportamentos diferenciados dos valores quanto à adição de potássio ao solo. No primeiro caso, em geral, os percentuais de sementes foram mais baixos e no segundo foram mais elevados no solo com potássio. Os valores para percentual do suco oscilaram entre 68 e 75% e comparativamente, superaram os rendimentos de 54,49% obtidos por Newton (2003), 52,4% por Chunhieng (2003), os 50% por Nelson & Elevitch (2006) e os 38,95% por Singh & Rai (2007).

4.4. Qualidade do Suco de Noni

Os valores percentuais de cinza no suco dos frutos de noni em função dos níveis de esterco bovino no solo sem e com cloreto de potássio, exceto no tratamento com maior nível de esterco bovino, não revelaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. O maior valor de 0,4 g 100 g⁻¹ (0,4%) foi obtido no tratamento com aplicação de 4,5% de esterco bovino na ausência de potássio e o mais baixo de 0,25 g 100 g⁻¹ no solo sem potássio com 3% de esterco

bovino. Pelos resultados se percebe que não houve comportamento definido dos dados em função dos tratamentos aplicados.

Comparativamente os resultados estão coerentes com os adotados pela EFSA (2009) para o suco da Tahitian Noni Juice em que os teores de cinza situam-se na faixa entre 0,2 a 0,3 g 100 g⁻¹. Por outro lado, os dados são inferiores ao valor médio de 0,8 g 100 g⁻¹ do suco de noni produzido no Tahiti (CAMedica, 2004).

Os tratamentos, exceto com 3% de esterco bovino, não diferiram no solo sem e com potássio nos demais níveis de matéria orgânica adicionada ao solo, sobre os teores de umidade no suco de noni.

Os valores da umidade no suco variaram de 70 a 72% e foram nitidamente inferiores à variação de 90 a 92,5% obtida por Macpherson et al. (2007) e de 89 a 90% para o suco da Tahitian Noni (EFSA, 2009).

Os valores da acidez titulável no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino no solo com potássio, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Nesses casos, devido à elevada dispersão entre os dados, avalia-se pelo valor médio e no caso em apreço foi de 0,775%. No solo sem potássio os dados aumentaram até a dose máxima de 2,5% de esterco bovino, expressando o maior valor de 0,78% (Figura 31).

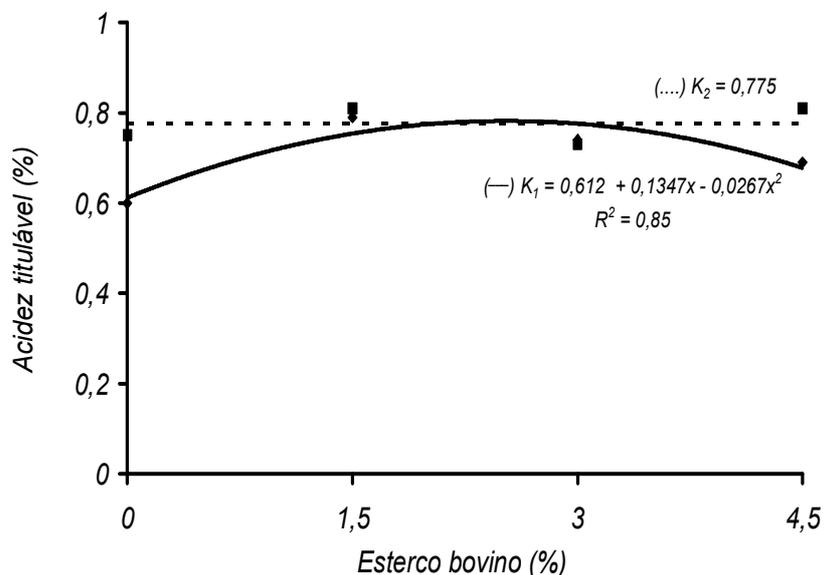


Figura 31. Acidez titulável no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio aos 180 dias de fermentação.

Em relação ao suco de outras frutíferas, os resultados da acidez titulável do noni foi inferior a 1,44% para acerola (Chaves et al., 2004), aos 0,98 e 1,26% no suco de abacaxi e caju (Pinheiro et al., 2006) e aos 2,5 e 4,42% no suco do maracujá amarelo (Klein, 2009;

Coelho et al., 2010).

A interação esterco bovino x cloreto de potássio interferiu com significância estatística no pH do suco, como registrado na Figura 32.

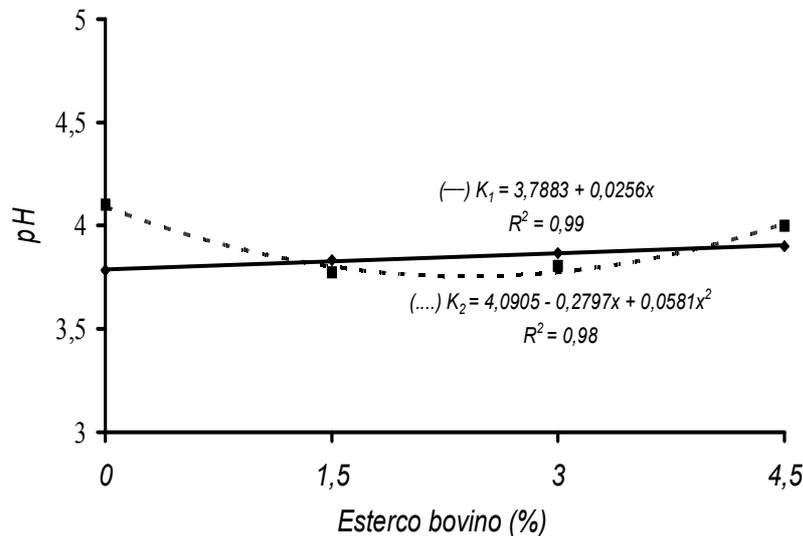


Figura 32. O pH no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio aos 180 dias de fermentação.

O aumento dos níveis de esterco bovino reduziu o pH no suco nos frutos das plantas desenvolvidas no solo com potássio, em que o valor mínimo foi 3,75 na dose mínima estimada de 2,4%. No solo sem potássio o pH no suco aumentou linearmente em função dos níveis de matéria orgânica fornecida, com valor máximo de 3,9 no maior percentual do insumo orgânico aplicado. Ao comparar os resultados de 3,75 com 3,9 verifica-se que a adubação com cloreto de potássio contribuiu para a redução do pH no suco em relação ao solo sem o insumo mineral.

Ao considerar que o pH é uma variável determinante para o controle de qualidade do suco de noni conforme Nelson & Elevitch (2006), verifica-se que a variação de 3,75 a 3,9 caracteriza o suco como de boa qualidade para o consumo. Para Macpherson et al. (2007) sucos de noni com pH entre 2,5 a 4,3 são de boa qualidade. Essa condição também está em acordo com Nelson (2005) ao afirmar que sucos de noni com pH entre 3,5 a 4 são apropriados para o consumo e por EFSA (2009), Daniewski (2009) e CAMedica (2004), relataram que os valores de pH no suco de noni podem variar de 3,4 a 4.

Exceto no solo com 1,5% de esterco bovino, nos demais tratamentos os teores de sólidos solúveis (°Brix) no suco de noni não variaram significativamente em função da ausência ou presença de potássio.

A amplitude de 8,2 a 10,2% supera os valores de 8% apresentados por Chunhieng et al. (2005) e a variação de 7 a 9% por Macpherson et al. (2007). Em comparação com os resultados da literatura os valores dos dados em questão se situam na faixa admitida como adequada ao consumo do suco.

Exceto no solo com 4,5% de esterco bovino e potássio, os teores de açúcares totais não variaram nos demais tratamentos.

Os valores oscilaram de 8,5 a 9,2 g 100g⁻¹ (%), apesar de superiores à faixa de 5,2 a 6,9 g 100g⁻¹ obtida por Pinheiro et al. (2006) foram marcadamente inferiores à amplitude 13,5 a 18 g 100g⁻¹ de Klein (2009). Ao considerar que essa variável interfere no sabor do suco, se constata que os tratamentos adotados não resultaram na produção de suco de sabor ao nível obtido por Klein (2009). Ao considerar também que o potássio é o macronutriente responsável pela qualidade dos frutos, possivelmente a dosagem do cloreto de potássio não tenha sido suficiente para obtenção do suco com sabor adequado para consumo, como se verifica para uma longa série de frutíferas como acerola (Chaves et al., 2004), mamão (Mesquita et al., 2010).

Os conteúdos de açúcares redutores no suco dos frutos de noni responderam significativamente à interação esterco de bovino x cloreto de potássio, como apresentado na Figura 33. Verifica-se superioridade dos dados no solo sem potássio até próximo da dosagem de 3% de esterco de bovino. A partir desse valor registra-se supremacia dos dados no solo com potássio.

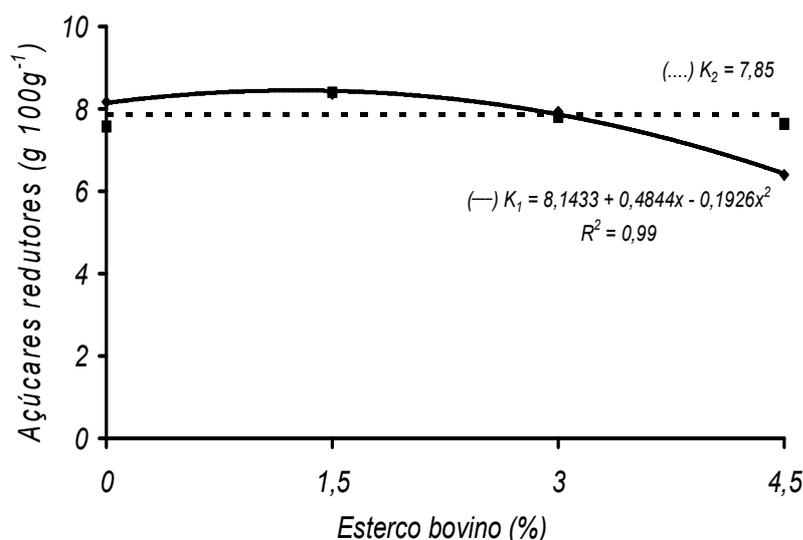


Figura 33. Açúcares redutores no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.

No solo com cloreto de potássio os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão apresentando valor médio de $7,85 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Por outro lado, nos tratamentos sem potássio os valores aumentaram em função do esterco até o valor de $8,45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ referente à dose máxima estimada de matéria orgânica de 1,3%.

Ao comparar os resultados dos açúcares redutores obtidos no suco de noni com os de sucos de frutas ácidas, observa-se que houve ligeira superioridade aos 2,87; 5,33 e 6,9 $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ obtidos em acerola, caju e maracujá amarelo, respectivamente (Chaves et al., 2004), Pinheiro et al. (2006) e Coelho et al. (2010).

O aumento dos níveis de esterco bovino promoveu declínio linear nos teores de ácido ascórbico do suco de noni independentemente da aplicação ou não de cloreto de potássio, mas com superioridade nos tratamentos sem potássio (Figura 34). Os teores mais baixos de $34 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ e $40 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ foram obtidos nos tratamentos com e sem potássio respectivamente, no maior nível de matéria orgânica fornecida (4,5%). Ressalta-se ainda, que a presença de ácido ascórbico no processamento final do suco de noni é de grande importância para manter suas propriedades antioxidantes (Yang et al., 2010).

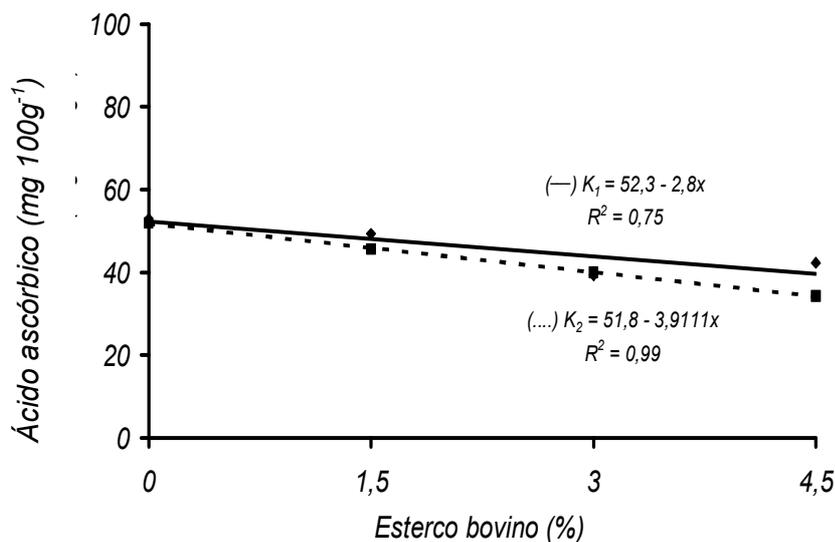


Figura 34. Ácido ascórbico no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.

Os resultados para ácido ascórbico superam os 5 e 20 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em sucos de noni produzidos nas Ilhas do Pacífico e Tahiti apresentados por Daniewski (2009). Foram superiores também à variação de 3 a 25 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ em sucos comercializados na Europa (EFSA, 2009). Por outro lado, foram inferiores aos 97,64 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de ácido ascórbico

obtidos por Nandhasri et al. (2005) na Tailândia. Pelos resultados do trabalho em apreço se verifica uma elevada variabilidade dos dados entre os autores.

Para Deng et al. (2010) essa elevada variação pode ser respostas de fatores ambientais como luminosidade, temperatura, precipitação e fatores relacionados à pós-colheita como transporte, processamento, armazenamento, transpiração. Além desses fatores o manejo da cultura com correção e fertilização do solo, irrigação das plantas, nutrição e fitossanidade da lavoura devem contribuir para grandes oscilações na produção, características dos frutos e qualidade do suco de noni.

Os tratamentos apesar de exercerem efeitos estatísticos sobre os teores de proteína no suco de noni, não evidenciaram efeitos relevantes dos níveis de matéria orgânica no solo sem e com potássio. Conforme indicado na Figura 35 não foi verificada tendência de superioridade ou inferioridade da variável, em função da interação esterco bovino x cloreto de potássio no solo. Entretanto, na dose de 1,5% de esterco bovino e presença de potássio implicou em valores inferiores de proteínas.

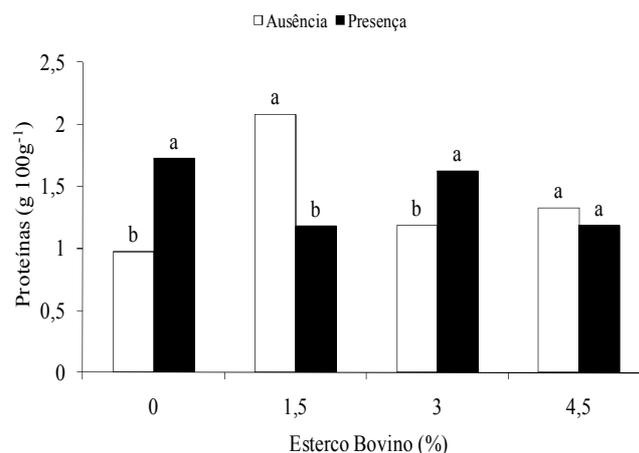


Figura 35. Teor de proteína no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino na ausência e presença de cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação. Colunas seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores de proteína obtidos foram 2,2 e 1,7 g 100g⁻¹ no suco de frutos do tratamento sem potássio com 1,5% de esterco bovino e no solo com potássio sem adição de matéria orgânica (0%).

Comparativamente os teores de proteína são expressivamente superiores aos valores de 0,4 e 0,5 g 100g⁻¹ por Macpherson et al. (2007) e Daniewski (2009), respectivamente no Havaí e no Camboja. Foram superiores também à amplitude de 0,2 a 0,5 g 100g⁻¹ apresentada por EFSA (2009) em alguns países da União Européia.

Com base na Figura 36 constata-se que o aumento dos níveis de matéria orgânica no solo sem potássio elevou a acumulação de cálcio no suco até a dose máxima estimada de 2,3% correspondente ao teor de cálcio de 28 mg 100g⁻¹. Por outro lado, nos tratamentos com potássio registram-se declínios de Ca²⁺ no suco com perdas de 2,1562 mg 100g⁻¹ por aumento unitário de matéria orgânica, resultando no menor valor de 18,74 mg 100g⁻¹ na maior dose 4,5% de esterco bovino fornecido.

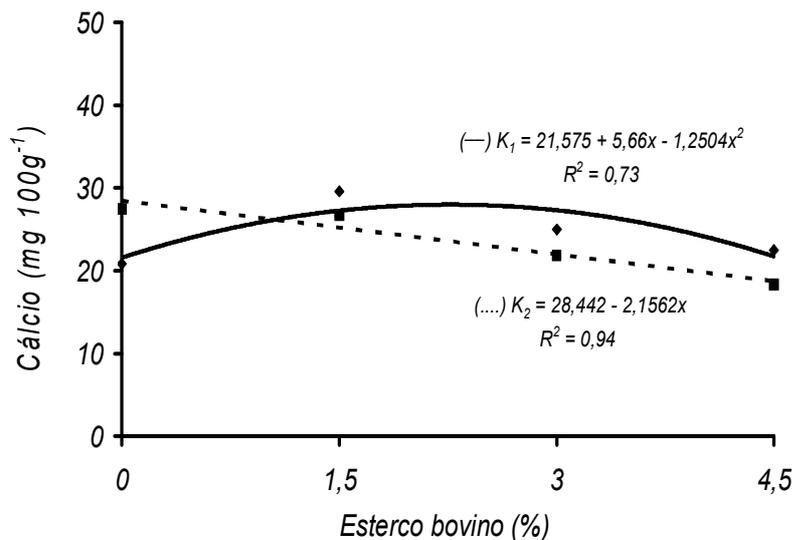


Figura 36. Teor de cálcio no suco dos frutos de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio, aos 180 dias de fermentação.

Exceto nos níveis mais elevados de esterco bovino, os teores de cálcio superaram a variação de 20 a 25 mg 100g⁻¹ (EFSA, 2009). Foram superiores também aos 3,9 e 9,6 mg 100g⁻¹ em sucos de noni processados no Tahiti e nas ilhas do Pacífico e são da mesma ordem dos 28,3 mg 100g⁻¹ de cálcio obtidos por Daniewski (2009) no Camboja.

A interação esterco bovino x cloreto de potássio não interferiu significativamente nos teores de potássio no suco de noni.

Os teores variaram de 68 a 98 mg 100g⁻¹, mas sem comportamento definido entre os tratamentos sem e com potássio. Numericamente, os maiores valores de 96 e 98 mg 100g⁻¹ foram obtidos no suco dos frutos produzidos pelas plantas do tratamento com 1,5% de esterco bovino no solo com e sem potássio. Ao comparar os valores de K⁺ com os da Figura 36 percebe-se a maior mobilização de potássio das folhas para os frutos em relação ao cálcio.

Os resultados apesar de se inserirem na amplitude de 30 a 150 mg 100g⁻¹ (EFSA, 2009), foram bem inferiores aos 124, 150 e 391 mg 100g⁻¹ (Daniewski, 2009) e 188 mg

100g⁻¹ por Macpherson et al. (2007), em sucos de noni produzidos no mercado comum europeu, Camboja, Havai e Tahiti.

4.5. Composição Mineral das Folhas de Noni

4.5.1. Teores foliares de macronutrientes, micronutrientes e sódio

A acumulação de nitrogênio nas folhas de noni no solo sem potássio aumentou linearmente ($p < 0,01$), com o aumento dos percentuais de esterco bovino adicionado, atingindo o maior valor de 33,92 g kg⁻¹ na dose máxima do insumo orgânico fornecido (4,5%). No solo com potássio os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e, por isso, foram representados pelo valor médio de 32,92 g kg⁻¹ (Figura 37).

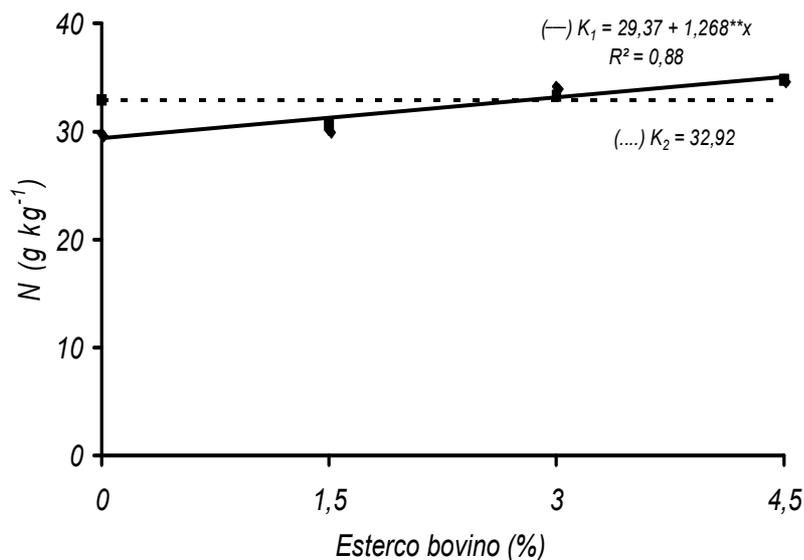


Figura 37. Teores de nitrogênio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

De acordo com a Figura 37, se verifica uma alternância de comportamento dos dados em função dos níveis de aplicação de esterco bovino nos tratamentos sem e com potássio. Os teores de N com K₂O foram superiores até a dose de 2,81% de esterco bovino. A partir dessa dose a superioridade passou a ser registrada nas plantas do solo sem o fertilizante mineral. Os valores de N correspondentes a 32,92 e 33,92 g kg⁻¹ estão na faixa admitida como adequada do macronutriente para a cultura do café que se situa entre 29 e 32 g kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997).

Essa situação indica que a fertilização do noni com 90 g de uréia a cada 120 dias e com as doses de esterco bovino também a cada 120 dias, foram suficientes para suprirem a cultura em nitrogênio. Verifica-se também que os resultados superam aos da amplitude de 19,24 a 23,16 g kg⁻¹ estabelecida como suficiente para a cultura do café (Clemente et al., 2008). Superaram também as faixas de 25 a 30, de 23 a 30 de 26 a 32 g kg⁻¹ dos teores adequados do macronutriente para cafeeiros propostas por Reuter & Robinson (1988), Jones Junior et al. (1991) e Raji et al. (1997).

A acumulação de fósforo na matéria seca foliar das plantas sofreu interferência significativa da interação esterco de bovino x cloreto de potássio (Figura 38). Os teores nas plantas desenvolvidas no solo com potássio aumentaram até a dose máxima estimada de esterco bovino de 3,41%, atingindo o maior valor de 2,75 g kg⁻¹. No solo sem cloreto de potássio o comportamento dos dados foi invertido, isto é, inferiores ao do tratamento sem adição de cloreto de potássio, em que a dose mínima foi de 2,2% do fertilizante orgânico com o menor teor foliar de P de 1,93 g kg⁻¹ (Figura 38).

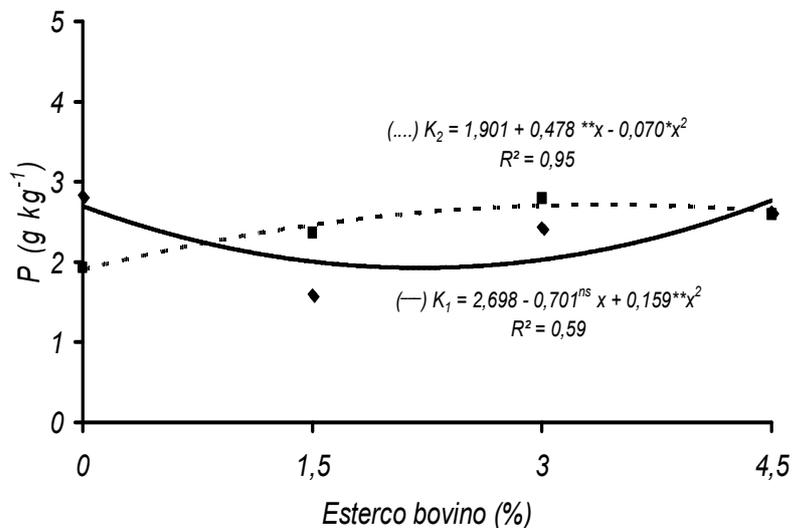


Figura 38. Teores de fósforo nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Apesar do decréscimo dos dados com o aumento dos níveis de esterco bovino, no solo sem potássio, os teores de fósforo acumulados nas folhas de noni estão compatíveis com a variação de 1,6 a 1,9 g kg⁻¹ sugerida por Malavolta et al. (1997) como adequada ao cafeeiro. Ao considerar que não foram registrados sintomas visuais de deficiência de P e ao comparar os teores de fósforo nas folhas de noni com os obtidos para plantas de cafeeiro, por Jones Junior et al. (1991), Mills & Jones Junior (1996), Raji et al. (1997) e Matiello (1997), que

propõem como suficientes à cultura, os valores entre 1,2 a 2,0 g kg⁻¹ do elemento, constata-se que o noni evidenciava estar adequadamente suprido em fósforo no período da amostragem.

A expressividade do fósforo como nutriente essencial às plantas, inclusive ao noni, está relacionada, dentre os fatores, com o crescimento do sistema radicular e as gemas de crescimento vegetativo e reprodutivo. Dessa forma, a adição de fósforo no solo, em cobertura, deve ser feita o mais cedo possível para estimular o crescimento e produção das plantas, principalmente porque o nutriente é de lenta mobilidade no solo (Acosta, 2003; Malavolta et al., 1997).

Os teores de potássio na matéria seca foliar do noni aumentaram com os níveis de esterco bovino aplicados, em relação ao solo sem o insumo, independentemente da ausência ou presença de potássio (Figura 39). No solo sem cloreto de potássio, os teores de K aumentaram até 12,66 g kg⁻¹ na dose máxima estimada de 3,1% do esterco de bovino. Nos tratamentos com K₂O os teores de potássio aumentaram linearmente ao nível de 1,331 g kg⁻¹ de K por aumento unitário de esterco bovino aplicado, atingindo o valor máximo de 14,34 g kg⁻¹ do referido nutriente na matéria seca foliar.

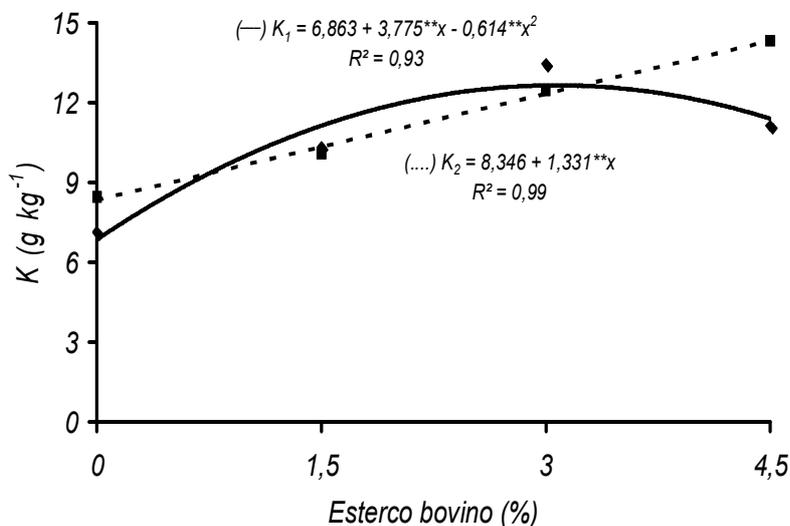


Figura 39. Teores de potássio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

A variação dos valores de 12,66 a 14,34 g kg⁻¹ apesar de aumentar com os níveis de esterco bovino, inclusive nos tratamentos com cloreto de potássio, está abaixo da faixa de 22 a 25 g kg⁻¹ expressa como recomendada para o cafeeiro (Malavolta et al., 1997). Está inferior também aos valores apresentados por Jones Junior et al. (1991), Bergmann (1992), Mills & Jones Junior (1996), Raji et al. (1997), Matiello (1997) para plantas de café em produção.

Essa situação evidencia que a cultura do noni revela-se muito exigente em potássio; por isso, se os limites de exigências nutricionais forem semelhantes às do cafeeiro, a fertilização a cada 120 dias, após iniciado o experimento, com 210 g de KCl simultaneamente com os níveis de esterco bovino, provavelmente não supriram adequadamente as plantas.

Ao considerar que o solo, por ocasião da amostragem das plantas, estava com teores elevados de potássio, variando de 120,7 a 202,5 mg dm⁻³ na camada de 0 - 20 cm e de 139,5 a 158 mg dm⁻³ na faixa de 20 - 40 cm, os baixos teores nas folhas podem ser respostas de uma elevada mobilização do macronutriente das folhas para os frutos. Essa condição tem sido reportada para algumas culturas como o maracujazeiro amarelo (Santos, 2004) e o mamoeiro Havaí (Mesquita et al., 2010), em que o potássio é o macronutriente mais transferido das folhas para os frutos.

Os teores de cálcio nas folhas do noni não foram influenciados pelas fontes de variação adotadas. Os resultados médios nas folhas das plantas do solo sem e com cloreto de potássio foram basicamente os mesmos, em função dos níveis percentuais de esterco bovino fornecido, com valores de 7,5 e 7,4 g kg⁻¹. Por outro lado, os teores foram muito aquém da faixa de 13 a 15 g kg⁻¹ adotada como suficiente à cultura do cafeeiro (Malavolta et al., 1997). Estes resultados também foram marcadamente inferiores também aos valores de cálcio descritos por Jones Junior et al. (1991) 10 a 25g kg⁻¹, Bergmann (1992) 12 a 14 g kg⁻¹, Matiello (1997) 10 a 15 g kg⁻¹, Raij et al. (1997) 10 a 15 g kg⁻¹ e Clemente et al. (2008), para plantas de cafeeiro.

Os baixos teores de cálcio na matéria seca foliar do noni são reflexos dos baixos e médios teores do nutriente no solo, por ocasião da avaliação nutricional das plantas que segundo Acosta (2003) é exigente em cálcio. Pelos baixos valores do nutriente no solo e nas plantas, os tratamentos adotados não foram suficientes ao suprimento adequado das plantas em cálcio.

A acumulação de magnésio na matéria seca foliar do noni, no solo sem cloreto de potássio, diminuiu com o aumento da aplicação de esterco bovino; nos tratamentos com o fertilizante mineral, os teores não se adequaram a nenhum modelo de regressão (Figura 40).

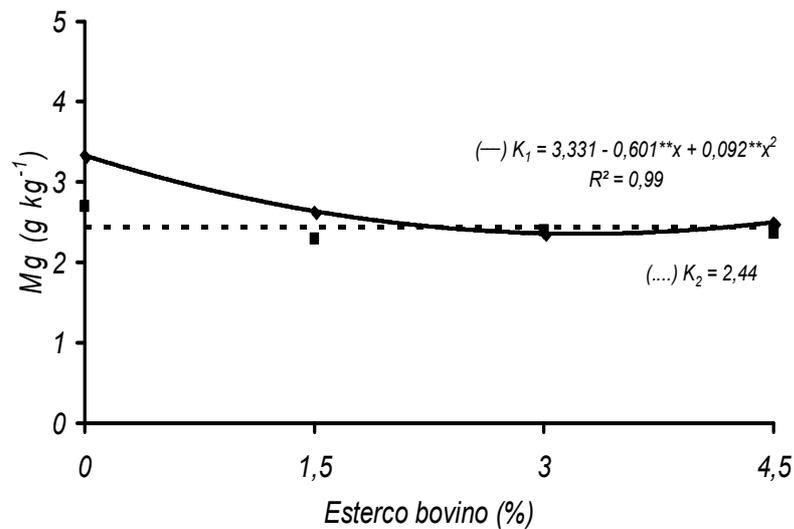


Figura 40. Teores de magnésio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os valores de magnésio nas plantas do solo sem potássio diminuíram de 3,33 para 2,44 g kg⁻¹ com o aumento da dose – 0 (Zero) para até a dose máxima fornecida de esterco bovino (4,5%). No solo com cloreto de potássio, pela elevada dispersão em função dos níveis do fertilizante orgânico aplicado, os dados não se ajustaram a nenhuma regressão, com valor médio de magnésio de 2,44 g kg⁻¹.

A variação de 2,44 a 3,33 g kg⁻¹ expressa que os teores de Mg²⁺ na matéria seca foliar do noni, são baixos, em relação ao cafeeiro que exige entre 4 e 4,5 g kg⁻¹ de magnésio para suprimento adequado do macronutriente (Malavolta et al., 1997). Foi inferior também às faixas dos teores admitidos como suficientes do macronutriente para o cafeeiro pelos autores Bergmann (1992), Mills & Jones Junior (1996), Raij et al. (1997), Matiello (1997) e Clemente et al. (2008).

Assim como verificado para o cálcio, os baixos teores de magnésio nas plantas são atribuídos à deficiência do nutriente no solo, com valores de 0,33 g kg⁻¹ e de 0,28 g kg⁻¹, nas camadas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, antes da aplicação dos tratamentos. Pelos resultados, a adição de esterco bovino nos níveis de até 4,5% e da aplicação de 210 g de cloreto de potássio não foi suficiente para suprimento adequado das plantas de noni em magnésio.

Os teores de enxofre acumulado na matéria seca foliar do noni, independentemente da aplicação de cloreto de potássio, não se ajustaram a nenhum modelo matemático, em função dos níveis de esterco bovino aplicados ao solo, mas foram significativamente superiores nas plantas do solo com cloreto de potássio (Figura 51). Os valores médios de 8,74

e $9,08 \text{ g kg}^{-1}$ são marcadamente superiores à faixa de $1,5$ a 2 g kg^{-1} do macronutriente considerado suficiente às exigências do cafeeiro (Malavolta et al., 1997).

Exceto no tratamento com potássio no solo com maior nível de esterco bovino, os teores de boro acumulados nas folhas de noni foram inibidos com o aumento dos níveis percentuais de esterco bovino fornecido, independentemente da adição de potássio ou não ao solo (Figura 41). Situação semelhante foi apresentada por Nascimento (2010) em que os teores de boro, na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo, diminuíram com aumento dos níveis de esterco de bovino fermentado aplicado ao solo na forma líquida.

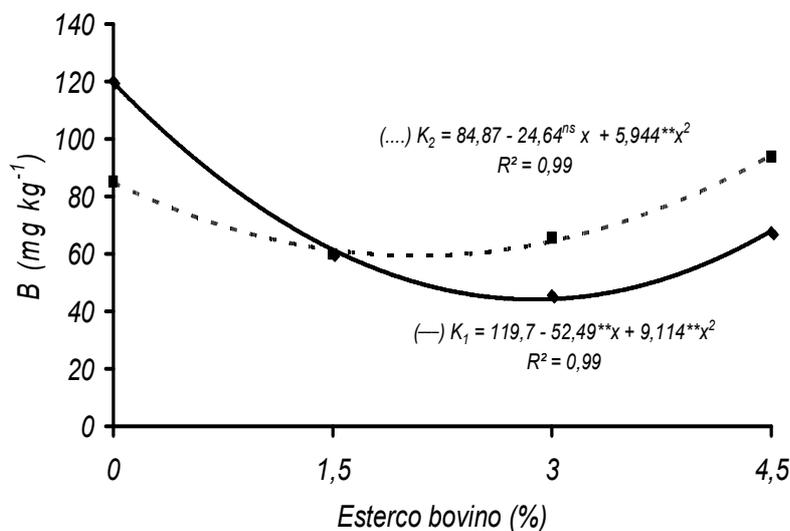


Figura 41. Teores de boro nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os menores valores de $44,1$ e $59,3 \text{ mg kg}^{-1}$ do micronutriente na folha de noni, foram obtidos nas doses mínimas estimadas de $2,9$ e $2,1\%$ de esterco bovino no solo sem e com potássio, respectivamente. O declínio de boro na matéria seca foliar das plantas, em função do aumento de esterco bovino no solo segundo Goldberg (1997) e Novais et al. (2007), é mais frequentemente registrada em algumas situações: a) apesar da matéria orgânica ser expressiva fonte de boro ao solo, a disponibilidade às plantas é prejudicada com a redução da umidade visto que, a dinâmica do micronutriente no solo é lenta; b) a matéria orgânica do solo adsorve mais fortemente o boro do que os constituintes minerais resultando também na diminuição da disponibilidade para as plantas; c) a competição entre boro e nitrogênio pode limitar a disponibilidade de boro no solo e comprometer o suprimento adequado às plantas (Marschner, 1995).

Os menores valores de 44,12 e 59,33 mg kg⁻¹ superam os 37,53 e 48,93 mg kg⁻¹ em mudas de cafeeiros obtidos por Gonçalves (2005) e Gontijo et al. (2007) e estão dentro da faixa estabelecida como adequada por Mills & Jones Junior (1996), Malavolta et al. (1997) e Matiello (1997), que se situa entre 40 e 100 mg kg⁻¹, na matéria seca no 3º ou 4º par de folhas.

Os teores foliares de ferro responderam significativamente aos efeitos da interação esterco de bovino x cloreto de potássio no solo. Verifica-se que nos tratamentos com cloreto de potássio os valores aumentaram linearmente, ao nível de 53,2 mg kg⁻¹ por incremento unitário do esterco de bovino aplicado, atingindo o valor máximo de 476,9 mg kg⁻¹ no tratamento com a maior dose do insumo orgânico. Nas plantas desenvolvidas no solo sem potássio os teores de ferro não se ajustaram a nenhum tipo de regressão, com valor médio de 351,6 mg kg⁻¹ do micronutriente (Figura 42).

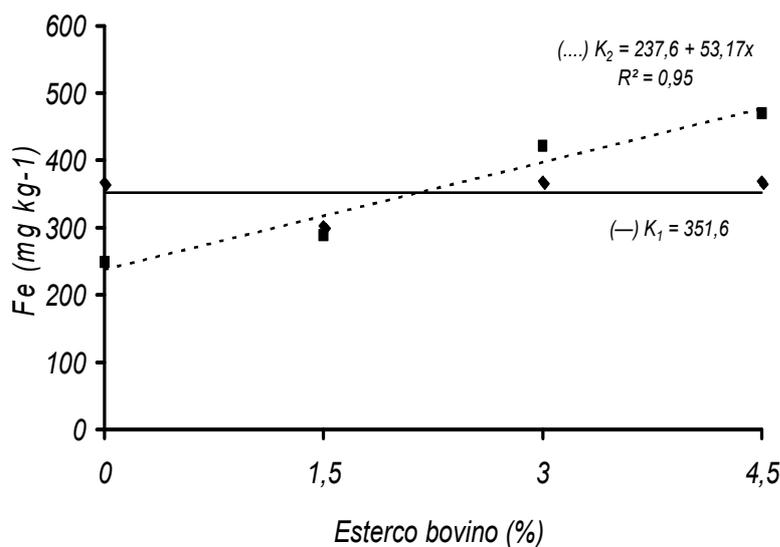


Figura 42. Teores de ferro nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os teores de ferro de 351,6 e 476,8 mg kg⁻¹ nas plantas cultivadas no solo sem e com potássio são superiores aos 388,11 mg kg⁻¹ obtidos por Guimarães (1994) em mudas de cafeeiro. Superaram também a amplitude de 94,12 a 115,33 mg kg⁻¹ adotada como suficiente às plantas do cafeeiro (Gonçalves, 2005) e à variação de 70 a 200 mg kg⁻¹ em cafeeiro em plena produção, conforme Reuter & Robinson (1988), Mills & Jones Junior (1996) e Matiello (1997).

Ao considerar que as exigências do noni por ferro sejam semelhantes aos do cafeeiro, a variação 351,6 e 476,86 mg kg⁻¹ foi superior a adotada como adequada para a cultura que é de 100 a 130 mg kg⁻¹ segundo Malavolta et al. (

1997), e expressa que as plantas na época da amostragem estavam suficientemente supridas em ferro. Os elevados valores de ferro na matéria seca foliar das plantas são respostas dos elevados teores de ferro no solo com 38,14 mg kg⁻¹ (Tabela 3) e no esterco de bovino aplicado com 30,39 mg kg⁻¹ do micronutriente (Tabela 4)

Assim como observado para os teores de ferro, os de manganês foram influenciados pela interação esterco de bovino x cloreto de potássio. Nas plantas do solo sem potássio, os valores não se adequaram a nenhum modelo matemático, sendo a variação representada pela média de 1.576 mg kg⁻¹. Na matéria seca das plantas com potássio aplicado no solo, a acumulação de manganês foi estimulada com o aumento do esterco de bovino atingindo o valor máximo de 2.268,2 mg kg⁻¹, referente ao maior nível da matéria orgânica aplicada 4,5% (Figura 43).

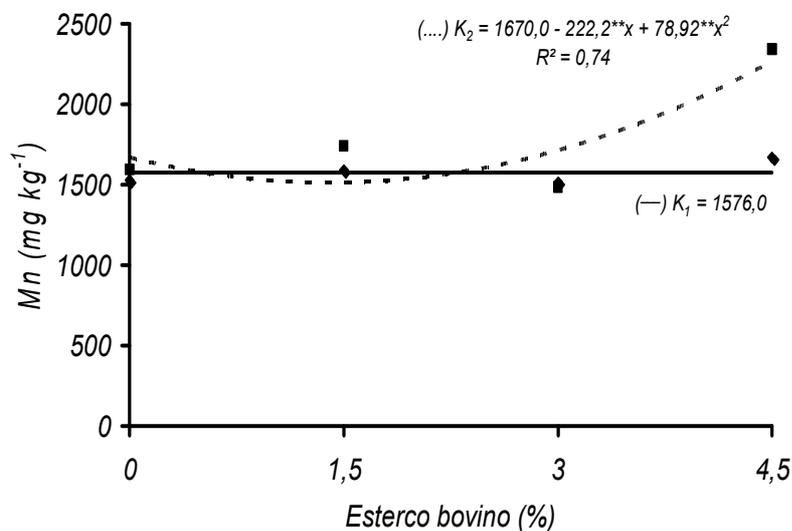


Figura 43. Teores de manganês nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os teores de manganês neste estudo em presença de esterco bovino foram de 1576 mg kg⁻¹ sem potássio e 1513,6 com potássio. O teor médio de 29,68 mg kg⁻¹ verificado por Guimarães (1994) está muito abaixo dos encontrados neste trabalho. Gonçalves (2005) observou em mudas de cafeeiro teores de manganês na faixa entre 225,14 a 253,60 mg kg⁻¹,

ou seja, valores abaixo dos encontrados no presente trabalho. Faixas com teores inferiores também foram determinadas por Malavolta et al. (1997), Reuter & Robson (1988), Mills & Jones Junior (1996) e Matiello (1997), para plantas de cafeeiro em produção que variaram de 50 a 210 mg kg⁻¹.

Apesar da interação esterco de bovino x cloreto de potássio exercer ação significativa na acumulação de zinco no noni, os valores referentes às plantas dos tratamentos sem potássio no solo não se adequaram a nenhum modelo de regressão (Figura 44). Nesses tratamentos, os teores foram representados pelo valor médio de 111,4 mg kg⁻¹; nas plantas referentes ao solo sem cloreto de potássio os teores decresceram até a dose mínima estimada de 2,16% de esterco bovino, resultando no menor valor de 94,3 mg kg⁻¹ do micronutriente. A partir da dose mínima os teores foliares de zinco aumentaram em função dos níveis de esterco bovino incorporado ao solo.

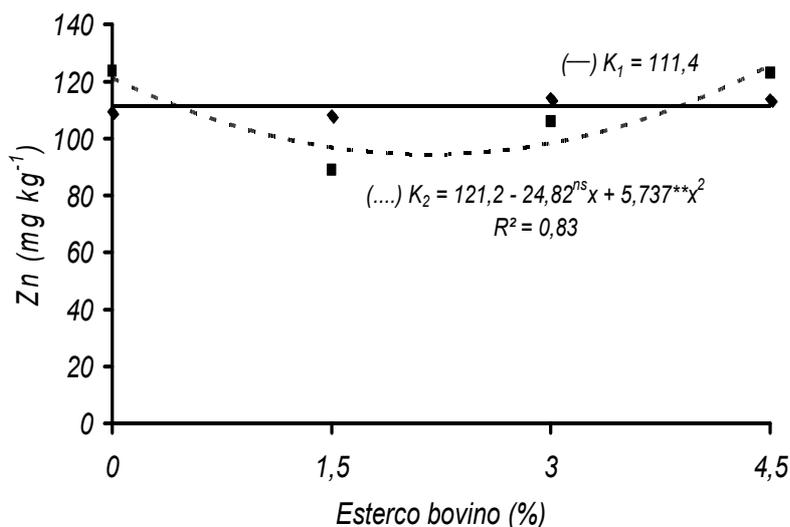


Figura 44. Teores de zinco nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Os valores de 94,36 e 111,4 mg kg⁻¹ são respostas dos altos teores do micronutriente no solo (Tabela 3) e na matéria orgânica oriunda do esterco de bovino (Tabela 4). Esses resultados são superiores à faixa de 12,08 a 15,54 mg kg⁻¹ obtida por Gonçalves (2005) em plantas de cafeeiro. São superiores também ao teor médio de zinco de 17 mg kg⁻¹ para o cafeeiro (Reis Jr et al., 2002) e à faixa admitida como adequada ao cafeeiro de 15 a 20 mg kg⁻¹ por Malavolta et al. (1997).

Os teores de sódio nas folhas de noni sofreram interferência estatística da interação com esterco bovino x cloreto de potássio. Nas plantas dos tratamentos sem potássio a acumulação de sódio cresceu até o maior valor de 288,2 mg kg⁻¹, referente a dose máxima estimada de esterco bovino de 2,5% e no solo com cloreto de potássio, em função da elevada dispersão, os dados foram representados pela média de 258,5 mg kg⁻¹ (Figura 45).

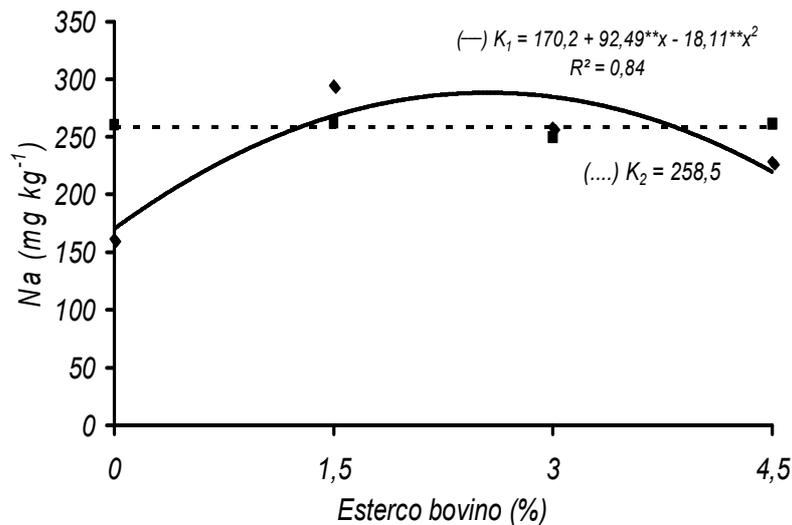


Figura 45. Teores de sódio nas folhas de noni, em função dos níveis de esterco bovino sem (—) e com (---) cloreto de potássio.

Ao considerar os baixos teores de sódio no solo (Tabela 3), no esterco de bovino (Tabela 4) e na água de irrigação (Tabela 5), os elevados teores de sódio na matéria seca foliar indicam que o noni é bastante efetivo na absorção do sódio. Observação semelhante foi verificada por Nelson (2005). O sódio, apesar de não ser elemento essencial, conforme Marschner (1995) estimula o crescimento de algumas espécies promovendo a expansão celular e, inclusive, pode substituir parcialmente o potássio como um soluto osmoticamente ativo.

Comparativamente com a variação de 44,1 a 59,3 mg kg⁻¹ referentes ao boro e de 94,36 a 111,4 mg kg⁻¹ para o zinco, constata-se que a acumulação foliar de sódio, com variação de 258,5 a 288,2 mg kg⁻¹, supera à soma dos respectivos micronutrientes. Superioridades semelhantes entre os teores de sódio sobre todos os micronutrientes foram também registradas por Cavalcante et al. (2008) em maracujazeiro amarelo e por Mesquita et al. (2010) em mamoeiro Havaí.

5. CONCLUSÕES

O esterco de bovino independentemente da aplicação de cloreto de potássio, elevou a fertilidade do solo de nível distrófico para eutrófico;

As doses de esterco bovino mais eficiente, quanto aos componentes da fertilidade do solo variaram de 2,1 a 3,8 %;

O noni produziu mais com adubação orgânica e cloreto de potássio, com maior viabilidade no período de alta pluviosidade;

A adubação com cloreto de potássio e matéria orgânica proporcionou nas camadas de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm maiores teores de potássio, fósforo e pH;

A adubação com cloreto de potássio estimulou maiores teores foliares de manganês, ferro, boro, potássio e enxofre, com o aumento das doses de esterco bovino;

Os maiores valores de fósforo, potássio e sódio na matéria seca foliar do noni, foi obtido nas respectivas doses de esterco bovino 2,2; 3,1 e 2,5 %;

O aumento do rendimento em polpa e do suco de noni foi favorecido pela aplicação de cloreto de potássio e adição de matéria orgânica;

Quanto aos teores de cálcio no suco, o maior valor de 28 mg 100g⁻¹ foi obtido na dose de 2,3 % de esterco bovino;

Independentemente da aplicação de cloreto de potássio e com adição de matéria orgânica, os teores de ácido ascórbico, proteína, cálcio, potássio, sólidos solúveis (°Brix), açúcares totais e pH, no suco de noni foram superiores aos reportados pela literatura;

As plantas cresceram mais no período de baixa pluviosidade e produziram mais durante o período de alta pluviosidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELFATTAH, M. A.; SHAHID, S. A.; OTHMAN, Y. R. Soil Salinity Mapping Model Developed Using RS and GIS-A Case Study from Abu Dhabi, United Arab Emirates. **European Journal of Scientific Research**, Cairo, v. 26. n. 3, p. 342-351, 2009.

ACOSTA, M. A. **Manejo ecológico del cultivo de noni**. Proyecto de generación y transferencia de tecnologías limpias para La producción del noni (*Morinda citrifolia* L), em Panamá. Panamá: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá Agencia Española de Cooperación Internacional, Panamá, 2003. 18p.

ADAMS, K. E.; COHEN, M. H.; EISENBERG, D.; JONSEN, A. R. Ethical Considerations of Complementary and Alternative Medical Therapies in Conventional Medical Settings. **Annals of Internal Medicine**, New York, v. 137, p. 660 – 664, 2002.

ALMEIDA, C. A.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A.; SILVA, L. F. H. Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 145 – 151, 2006.

ALOISI, R. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; FORIO, P. R. Aplicação de resíduos da indústria cítrica em três solos de São Paulo e o crescimento inicial da planta de milho em casa de vegetação. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 533-548, 2001.

ALTSCHUL, S. V. R. **Drugs and foods from little-known plants**. Cambridge: Harvard University, 1973. 366p.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. Washington, 1992. 1423p.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 21, n.1, p. 16 – 21, 2001.

ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim – Mombaça. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 65-72, 2008.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W.; **A qualidade da água na agricultura**. Tradução por H. R. Gueyi.; J. F. Medeiros de.; Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Título original: Water quality for Agriculture.

BAEZA, J. **El cambio climático revoluciona la flora y la fauna a la puerta de tu casa**. Vientos de las Dos Orillas. Marzo, 2008. 248p.

BARCELLOS, M. **Adubação orgânica e mineral na produção de culturas em rotação sob plantio direto e nas propriedades químicas do solo da região dos campos gerais do Paraná**. 2005, 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BARRIOS, E.; DELVE, R. J.; BEKUNDA, M.; MOWO, J.; AGUNDA, J.; RAMISCH, J.; TREJO, M. T.; THOMAS, R. J. **Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge**. Geoderma, v.135, p. 248-259, 2006.

BARROS, S. P. N.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S de.; NETO, M. A. S.; SOUSA, J. a de. Caracterização físico-química da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2008, Vitória-ES. **Trabalhos apresentados...**

BASAR, S.; UHLENHUT, T. K.; HÖGGER, P.; SCHÖNE, F.; WESTENDORF, J. **Analgesic and antiinflammatory activity of *Morinda citrifolia* L. (noni) fruit**. Phytother Res. Institute of Experimental and Clinical Pharmacology and Toxicology, University Clinic Hamburg, Germany. Jan; v.24, n.1, p. 38-42, 2010.

BENINCASA, M. M. **Análise de crescimento de plantas**. FUNEP, Jaboticabal – SP. 2003. 42 p.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. New York: G. Fisher, 1992. 741p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.^a edição, Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

BLAKE, G. E. Particle density. In: Black, C. A. (ed.): **Methods of soil analysis**. Madson, American Society of Agronomy, 1965, Part. 1, p. 545-567 (Agronomy).

BOND, L. F. M. **Aplicação de resíduo da produção de enzimas em pastagem estival: seus efeitos no solo e planta**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biossólido. II – Disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 557-568, 2004.

BOUYOUCOS, I. J. A. Recalibration of the hydrometer for making analysis of soils. **Agronomy Journal**, Madson, v. 43, p. 434-437, 1951.

BRETT, J. C.; JENSEN, C. J. **Noni juice increase Athlete endurance via antioxidant mechanism**. Chemical Society. June 17, Park City, Utah, USA, 2008.

BROWN, F. B. H. **Flora of southeastern Polynasia. III**. Dicotyledons. Bull. 130. Bernice P. Bishop Mus., Honolulu, HI, 1935.

CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C de. 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.

CAMedica. **Request for an opinion on the equivalence of Noni Juice (juice from the fruit of *Morinda citrifolia* L)**. CAMedica Ltd Brook House Tarrington Herefordshire HR1 4EU, 2004.

CARDOZO, S. V.; PEREIRA, M. G.; RAVALLI, A.; LOSS, A. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Semina-Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 517-530, 2008.

CARTER, M. R. Soil Quality for Sustainable Land Management: Organic Matter and Aggregation Interactions that Maintain Soil Functions. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 568 – 573, 2002.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. **Uso da água salina na agricultura**. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Ed). Algumas frutíferas e a salinidade. Jaboticabal: Funep, 2006. 148p.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D dos. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, Paris, v.63, n.1, p.1-10, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. de.; LOPES, E. B.; DAMASCENA, J. **Cultivo do maracujazeiro-amarelo nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**; Areia-PB: UFPB/MA. 2002, 68p.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; HERBES, M. G.; MOREIRA, I. C. L.; BERWANGER, A. L. Dejeito líquido de suínos: I – perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Saanta Maraia, v.35, p.1296-1304, 2005.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R. VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLANT, F.; PEREZ, A. M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J. M.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of food Composition and analysis**, v.19, n.6-7, p. 645-654, 2006.

CHAVES, M da. C. V.; GOUVEIA, J. P. G de.; ALMEIDA, F de. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H da. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2004.

CHEN, CHIN-HUI.; LIN, TSUEY-PIN.; CHUNG, YU-LING.; LEE, CHING-KUO.; YEH, DONG-BOR.; CHEN, SHIN-YING. Determination of Antioxidative Properties of *Morinda citrifolia* Using Near Supercritical Fluid extraction: **Journal of Food and Drug Analysis**, v.17, n. 5, p. 333-341, 2009.

CHUNHIENG, M. T. **Développement de nouveaux aliments santé tropicale: Application à la noix Du Brésil *Bertholettia* et au frit de Cambodge *Morinda citrifolia***. Thesis (PhD) – INPL, France, 2003.

CHUNHIENG, T.; HAY, L.; MONTET, D. Detailed study of the juice composition of noni (*Morinda citrifolia*) fruits from Cambodia. **Fruits**, Paris, v. 60, n. 1, p. 13-24, 2005.

CLEMENTE, F. M. V. T.; CARVALHO, J. G de.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio – primeiro ano. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 47-57, 2008.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D de. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.

CORREIA, J. B.; REIS JUNIOR, R. A.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do sul do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1279-1286, 2001.

COSTA, E. R. O.; RIZZI, N. E.; SILVA, H. D.; MAEDA, S.; LAVARONI, O. J. Alterações químicas do solo após aplicação de biossólidos de estação de tratamento de efluentes de fábrica de papel reciclado. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 1-10, 2009.

CUNHA, P. A. **Aspectos Históricos Sobre Plantas Medicinais, Seus Constituintes Ativos e Fitoterapia**. 2005. Disponível em: <HTTP://www.esalq.usp.br> Acessado em 13 de dezembro de 2009.

DANIEWSKI, W. ZASTOSOWANIE I WARTOSC ODZYWCZA PRODUKTOW Z MORWI INDDYJSKIEJ (NONI). **Bromat. Chem.** Toksykol, XLII, 2, str. 162-168, 2009.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C.; Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. Diagnose visual. In: Simpósio sobre micronutrientes na agricultura. Piracicaba. **Anais...** Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fosfato, p. 271-288, 1991.

DENG, S.; WEST, B. J.; JENSEN, C. J. **A quantitative comparison of phytochemical components in global noni fruits and their commercial products**. Research and Development Department, Tahitian Noni International, UT, USA, 2010.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia, 2009. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

DITTMAR, A. *Morinda citrifolia* L. Use in Indigenous Samoan Medicine. **Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants** v.1, n. 3, p. 77-92, 1993.

DORTZBACH, D.; LÉIS, C. M de.; SARTOR, L. R.; COMIN, J. Acúmulo de Fósforo em solo Adubado com Dejetos Suínos Cultivado com Milho sob Sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

DUNN, L. M. **New plants, new diseases, new practices: The changing face of ethnomedicine in Hiva OA, Marquesas Islands**. 2005. 233f. (Master of Science in Botany). University of Hawaii.

EFFGEN, T. A. M.; PASSOS, R. R.; LIMA, J. S. S.; BORGES, E. N.; DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F. Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de café conilon

submetida a diferentes tratamentos culturais no sul do Estado do Espírito Santo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 7-18, 2008.

EFSA (European Food Safety Authority). Opinion on the safety of Tahitian Noni *Morinda citrifolia* (noni) fruit puree and concentrate as a novel food ingredient. **The EFSA Journal**, v. 998, p. 1-16, 2009.

ELKINS, R. M. H. **Noni (*Morinda citrifolia*) la hierba preciada del pacific sur**. Woodland Publishing. Pleasant Grove, UT. 31 p., 1997.

ELKINS, R. M. H. **The Noni Revolution**. Today's Tropical Wonder that can Battle Disease, Boost Energy and Revitalize Your Health, 175 p. 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª Ed., ver. Atual., Rio de Janeiro: 1997, 212 p. (Embrapa - CNPS. Documentos, I.).

EMPRESA de ASSISTÊNCIA TÉCNICA e EXTENSÃO RURAL da PARAÍBA (EMATER-PB). **Sugestões de Adubação para o Estado da Paraíba; 1ª aproximação**. João Pessoa, 1979.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS F. C. **Potássio**. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594, 2007.

ERNEST, E. **Prevalence of Use of Complementary/Alternative Medicine: A Systematic Review**. Bulletin of the World Health Organization. v.78, p. 252-257, 2000.

ETKIN, N. L.; McMILLEN, H. L. **The Ethnobotany of Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae)**: Dwelling in the Land between Lā'au Lapa'au and TestNONIals. University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Research, 2003.

EUROPEAN COMMISSION. SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOOD. Opinion on a request from the Commission related to the safety of noni juice (juice of the fruits of *Morinda citrifolia*). **Official Journal of the European Union**, v. 21, p. 35-139, 2010.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARCK, R. B. **Micronutrients in crop protection**. *Advances in Agronomy*, v. 77, p. 185-268, 2002.

FARINE, J. P.; LEGAL, L.; MORETEAU, B.; LE QUERE, J. L. Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. **Phytochemistry** v. 41, p. 433-438, 1996.

FARNSWORTH, N. R.; SOEJARTO, D. D. **Global importance of medicinal plants**. In *The Conservation of Medicinal Plants* (ed. O. Akerele, V. Heywood and H. Singe), pp. 25-51. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1991.

FAUTREL, B.; ADAM, V.; St-Pierre, Y.; JOSEPH, L.; CLARK, A. E.; PENROD, J. R. Use of Complementary and Alternative Therapies by Patients Self-reporting Arthritis or rheumatism: Results from a Nationwide Canadian Survey. **Journal of Rheumatology** v.29, n. 11, p. 2435-2441, 2002.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, j. P.; SILVA, J. R. P da. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n. 2, p. 358-368, 2009.

FERNANDO, Q. M. N.; PAULA, B. M. M. A.; LIVIA, I. A.; MUNISA, G. ROSANGELA, R. de C.; JOSÉ, R. P. F.; ROBERTO, D. P. Delayed ossification in Wistar rats induced by *Morinda citrifolia* L. exposere during pregnancy. **Journal of ethnopharmacology**. v. 128, n.1, p. 85-91, 2010.

FERREIRA, A. P. S. **Conservação pós-colheita do jiló em embalagens ativas**. 2009. 36f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FERREIRA, D. C. **Fertirrigação do cafeeiro com esgoto doméstico – riscos de salinização e contaminação do solo**. 2008. 54f. Dissertação (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3 ed. Maceió: UFAL. 2000. 604 p.

FILHO, B. D. O. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

FINK, S. International Efforts Spotlight Traditional, Complementary, and Alternative Medicine. **American Journal of Public Health** v.92, n.11, p. 1734-1739, 2002.

FOGLIO, M. A.; QUEIROGA, C. L.; SOUSA, I. M. O.; RODRIGUES, R. A. F. **Plantas medicinais como fonte de recursos terapêuticos: Um Modelo Multidisciplinar**. Divisão de Fitoquímica, CPQB/UNICAMP, 2006.

FONTANAROSA, P. B. **Alternative Medicine: An objective Assessment**. American Medical Association. Chicago,IL, 2002.

FRANCHI, L. P.; GUIMARÃES, N. N.; LEHMANN, M.; ANDRADE, H. H. R.; CUNHA, K. S. Ausência de efeito tóxico-genético de *Morinda citrifolia* (Noni) em células somáticas de *Drosophila melano.gaster*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Porto Alegre, v.3, p. 46-53, 2008.

GALLO, J. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; MORAIS, F. R. P. Teores de nitrogênio em folhas de cafeeiro, em relação à adubação química. I. Latossolo Roxo transição para Latossolo Vermelho-Amarelo-Orto. **Bragantia**, Campinas, v. 30, n. 17, p. 169-177, 1971.

GARCIA, G. de O.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.; NAZÁRIO, A. A. BRAGANÇA, H. N. Características químicas de um solo degradado após aplicação de lodo de esgoto doméstico. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 2, p. 01-12, 2009.

GILANI, A. H.; MANDUKHAIL, S. U.; IQBAL, J.; YASINZAI, M.; AZIZ, N.; KHAN, A.; REHMAN, N. U. **Antispasmodic and vasodilator activities of Morinda citrifolia root extract are mediated through blockade of voltage dependent calcium channels**. BMC Complement Altern. Med., Nova Deli, v. 10, n. 1, 2010.

GISELLE, B. M. **Técnica permite acelerar obtención del jugo de noni para su comercialización.** Boletín N° 63. MICIT-CONICIT, Francia. Outubro, 2007.

GOEDERT, W. J. **Qualidade do solo em Sistemas de Produção Agrícola.** XXX Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2005.

GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, p. 35-48, 1997.

GONÇALVES, M. S. **Faixas críticas de teores foliares de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes.** 2005. 82f. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GONTIJO, R. A. N.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; ANDRADE, W. E. de B. Faixas críticas de teores foliares de micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 135-141, 2007.

GOODING, E. G. B.; LOVELESS, A. R.; PROCTOR, G. R. **Flora of Barbados.** 7 th ed. Overseas Res. Pub. 7. Her Majesty's Staty. Off., London, 1965.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; FARIAS, E. S.; SILVA, M. M.; REIS, L. S. Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n. 1, p. 65-68, 2005.

GREENWAY, H.; MUNS, R. Mechanisms of salt tolerance in crop plants. **Plant Physiology**. v.31, p. 149-190, 1980.

GUIMARÃES, R. J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão.** 1994. 113p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HEINICKE, R. M. **The pharmacologically active ingredient of noni.** Pacific Tropical Botanical Garden Bulletin, n. 15, p. 10-14. 1985.

HEINICKE, R. M. **The Xeronine System: A new Cellular Mechanism That Explains the Health Promoting Action of Noni and Bromelain.** Direct Source Publishing, Orem, Utah, 2001.

HIRAZUMI, A.; FURUSAWA, E. An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with anti-tumor activity. **Phytotherapy Research.** v.13, p. 380-387, 1999.

HIRAZUMI, A.; FURUSAWA, E.; CHOU, S. C.; HOKAMA, Y. **Immunomodulation contributes to anticancer activity of Morinda citrifolia (noni) fruit juice.** Proceedings of the Western Pharmacological Society. n.39, p. 7-9, 1996.

HORSFALL, A. U.; OLABIYI, O.; AIYEGBUSI, A.; NORONHA, C. C.; OKANLAWON, A. O. **Morinda citrifolia fruit juice augments insulin action in Sprague-Dawley rats with experimentally induced diabetes.** Nig. Q. J. Hosp. Med. Dept. of Anatomy, College of Medicine, University of Lagos, Nigeria. v.18, n.3, p. 162-5, 2008.

HOWARD, A. Sir. **Um testamento agrícola:** Expressão popular, 1. Ed. São Paulo. 2007. 360p.

INBiO. 1997. **Instituto Nacional de Biodiversidade.** Costa Rica. Consultado em 25 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0142/f01359/g008903/s028172.htm>

INSTITUTO ADOLPHO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2ª Edição. São Paulo, 2005. 1023p.

IZQUIERDO, S. S.; HERNÁNDEZ, O. D. L.; GARCÍA, C. M.; SANABIA, M. L. G.; MORENO, V. F. Desarrollo de una tecnología para La obtención de extracto acuoso de hojas de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Revista Cubana de Plantas Medicinales.** Havana, v.14, n. 2, 2009.

JAYARAMAN, S. K.; MANOHARAN, M. S.; ILLANCHEZIAN, S. Antibacterial, Antifungal and Tumor cell suppression potential of *Morinda citrifolia* fruit extracts. **International Journal of Integrative Biology**. v. 3, n. 1, 44, 2008.

JOHANSSON, J. T. **The genus *Morinda* (Morindae, Rubiodeae, Rubiaceae) in New Caledonia: taxonomy and phylogeny**. Opera Botanica, v. 122, p. 1-67, 1994.

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, b.: MILLS, H. A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro, 1991. 213p.

KIRCH, P. V. **Feathered Gods an Fishhooks: An Introduction to Hawaiian Archaeology and Prehistory**. University of Hawaii Press. Honolulu, 1985. 235p.

KLEIN, B. **Redução de brix e a acidez em sucos de frutas através de nanofiltração**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

KRISHNAIAH, D.; SARBATLY, R.; HAFIZ, A. M. M.; HAFEZA, A. B.; RAO, S. R. M. Study on Retention of Bioative Components of *Morinda Citrifolia* L. Using Spray-Drying. **Journal of Applied Sciences**. V.9, n. 17, p. 3092-3097, 2009.

LAVAUT, N. G.; LAVAUT, J. G. Potencialidades para su utilización em la salud humana. **Ver. Cubana Farm**. Havana, v. 37, n. 3, 2003.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques de totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 27, p. 821-832, 2003.

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’**. 2006. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, UESB.

LIMA, J. J.; MATA, J. D. V.; NETO, R. P.; SCAPIM, C. A. **Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** Universidade Estadual de Maringá. Maringá, v.29, supl., p. 715-719, 2007.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistemas integrado agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p. 68-75, 2009.

MACCARI, M.; MAPUSUA, K. **An Overview of Organic Agriculture in the Pacific.** Report Commissioned by IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Moviments), New York, 2007. 44 p.

MACPHERSON, H.; DANIELLS, J.; WEDDING, B.; DAVIS, C. **The Potential for a New Value Adding Industries for Noni Tropical Fruit Producers.** Rural Industries Research and Development Corporation. Australian Government, Sidney n. 7, 2007. 132p.

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

MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D. R.; CASALE, H.; ROMERO, J. P. Seja doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 64, p.1-13, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.

MARQUES, N. F.; MARQUES, A. P.; IWANO, A. L.; GOLIN, M.; DE-CARVALHO, R. R.; PAUMGARTTEN, F. J.; DALSENTER, P. R. Delayed ossification in wistar rats induced by *Morinda citrifolia* L. exposure during pregnancy. **Journal Ethnopharmacology.** Department of Pharmacology, Federal University of Paraná, Curitiba Brasil. Dec 28, 2009.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant.** 2. Ed. Academy, New York, 889p, 1995.

MASSAI, E.; BARRAU, J. **Food plants of the South Sea Islands**. Tech. Paper #94. So. Pac. Comm., Noumea. New Caledonia, 1956.

MATHIVANAN, N.; SURENDIRAN, G. **Chemical properties and biological activities of *Morinda* spp.** Noni Phytochemical Research Programme. World Noni Research Foundation, 2006.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. M. A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale* L) and guava (*Psidium guajava* L) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Brasilia, v. 48, Special n., p. 143-150, 2005.

MATIELLO, J. B. **Gosto do meu cafezal**. Rio de Janeiro: Globo, 1997. 139p.

McCLATCHEY, W. From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). **Integrative Cancer Therapies** v.1, n.2, p. 110-120, 2002.

MELO, R. F.; FERREIRA, P. A.; RUIZ, H. A.; MATOS, A. T.; OLIVEIRA, L. B. Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 383-392, 2005.

MERRILL, E. D. **Noni (*Morinda citrifolia*) as an edible plant**. In: Technical manual: emergency food plants and poisonous plants of the pacific. Washington DC: US Government Printing Office, 1943.

MESQUITA, E. F de.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, 2010.

MILLER, G. L. Use of dinitrotrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426-428, 1959.

- MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**. 2. Ed. Athens; Micro-Macro, 1996. 422p.
- MOHD-ZIN, Z.; HAMID, A. A.; OSMAN, A.; SAARI, N. Antioxidative activities of chromatographic fractions obtained from root, fruit and leaf of mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). **Food Chemistry**, n.94, p. 169-178, 2006.
- MONOKROUSOS, N.; PAPTAEODOROU, E. M.; DIAMANTOPOULOS, J. D.; STAMOU, G. P. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated Field sites. **Soil Biology Biochemistry**, n. 38, p. 1282-1289, 2006.
- MONTAVONI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.29, p. 817-824, 2005.
- MORTON, J. F. The ocean-going Noni, or Indian mulberry (*Morinda citrifolia*, *Rubiaceae*) and some of its “colouful” relatives. **Ecological Botany**. n.46, p. 241-256, 1992.
- MOTTA, I. S.; CUNHA, F. A. D.; SENA, J. O. A.; CLEMENTE, E.; CALDAS, R. G.; LORENZETTI, E. R. Análise econômica da produção do maracujazeiro amarelo em sistemas orgânico e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1927-1934, 2008.
- MÜLLER, J. C. **Toxicidade Reprodutiva da *Morinda citrifolia* linn**. Curitiba, PR. 2007. Dissertação (Mestrado em Farmacologia). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas.
- MURALIDHARAN, P.; SRIKANTH, J. Anti Epileptic Activity of *Morinda Citrifolia* Linn Fruit Extract. **E-Journal of Chemistry**, tamilnadu, v. 7, n. 2, p. 612-616, 2010.
- NANDHASRI, P.; PAWA, K. K.; KAEWTUBTIM, J.; JEAMCHANYA, C.; JANSON, C.; SATTAPONPUN, C. Nutraceutical properties of Thai “Yor”, *Morinda citrifolia* and “Noni” juice extract. Songklanakarín **Journal Science Technology**, Thailand, v. 27(Suppl. 2), p. 579-586, 2005.

NASCIMENTO, P. C do.; LANI, J. L.; MENDONÇA, E de. S.; ZOFFOLI, H. J de. O.; PEIXOTO, H. T. M. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromorficos do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 339-348, 2010.

NELSON, S. C. ***Morinda citrifolia* (noni). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry.** 2005. Disponível em: <http://www.traditionaltree.org.htm> Acessado em 23 de outubro de 2006.

NELSON, S. C. **Noni cultivation and Production in Hawaii.** In: Proceedings of the 2002 Hawaii Noni Conference. University of Hawaii at Manoa. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Hawaii, 2003.

NELSON, S. C. **Noni cultivation in Hawaii.** Fruit and Nuts n.4, p. 1-4, 2001.

NELSON, S. C. **Noni Seed Handling and Seedling Production.** Cooperative Extension Service. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Manoa, 2005.

NELSON, S. C; ELEVITCH, C. R. **Workshop manual to supplement Noni:** The Complete Guide for Consumers and Growers for Noni Processing, Marketing, and Field Training Workshop for YAP. Permanent Agriculture Resources, Holualoa, Hawaii, 2006.

NEWTON, K. **Production of Noni Juice and Powder in Samoa.** In: Proceedings of the 2002 Hawaii Noni Conference (ed. S. C. Nelson), University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2003.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Sociedade brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG, 2007.

NUGEO/LABMET. **Atlas do Maranhão.** UEMA, São Luís-MA, 2002.

OLIVEIRA, G. H. H de.; CORREIA, P. C.; BAPTESTINI, F. M. ; FREITAS, R. L de.; VASCONCELOS, D de. S. L. **Controle do amadurecimento de goiabas ‘Pedro Sato’**

tratadas por frio. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v. 6, p. 1, 2010.

PADILHA, W. **Lo que usted desea saber del suelo su analisis y interpretación para fertirrigación.** Quito, 121 p. 1998.

PALU, A. K.; SEIFULLA, R. D; WEST, B. J. *Morinda citrifolia* L. (noni) improves athlete endurance: Its mechanisms of action. **Journal of Medicinal Plants Research** v. 2, n.7, p. 154-158, 2008.

PARHAM, H. B. R. **Fiji native plants with their medicinal and other uses.** The Polynesian Soc., Wellington, New Zealand, 1943.

PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, A. R. **Agroecologia Aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de bases ecológicas.** Porto Alegre: Emater/RS, 86p, 2000.

PEERZADA, N.; RENAUD, S.; RYAN, P. Vitamin C and Elemental composition of some bushfruits. **Journal Plant Nutrition**, v.13, n.7, p. 787-793, 1990.

PEREIRA, G. F. **A família Rubiaceae Juss. Na vegetação ripária de um trecho do alto rio Paraná, Brasil, com ênfase na tribo spermacoaceae.** 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, PR.

PETELOT, A. **Plantes medicinales Du Cambodge, Du Laos et Du Vietnam.** #18. Centre de Rech. Sci. et Tech., Arch. Des Rech. Agron. Au Camb., au Laos et au Vietnam, Saigon, 1953.

PIERRE-NOEL, A. V. **Nomenclature polyglote dès plants Haitiennes et tropicales.** Presses Nationales d'Haiti, Port-au-Prince, Haiti, 1971.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M do.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n. 1, p. 98-103, 2006.

PINO, J. A.; MÁRQUEZ, E.; CASTRO, D. Volatile and non-volatile acids of noni (*Morinda citrifolia* L.) fruit. **Journal Science Food Agriculture**. v.88, n.7, p. 1247-1249, 2009.

PIRES, A. A. MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

PORCHER, M. H. **Multilingual multiscrypt Plant Name Database (MMPND)**. Most useful plants of the world in 60 languages and 18 scripts – A Work in Progress, Institute of Land and Food Resources, The University of Melbourn. Australia, 1995.

POTTERAT, O.; HAMBURG, M. Mophytochemistry, *Morinda citrifolia* (noni) fruit-phytochemistry, pharmacology, safety. **Planta medica**, v.73, n.3, p. 191-9, 2007.

PRADO, R. M.; NASCIMENTO, V. M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 2003. 274p.

PRAVEEN, K. R.; AWANG, B. Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of *Morinda citrifolia* fruit extracts from various extraction processes. **Journal of Engineering Science and Technology**. v. 2, n. 1, p. 70-80, 2007.

PRIOR, M.; SMANHOTTO, A.; SAMPAIO, S. C.; NOBREGA, L. H. p.; OPAZO, M. A. U.; DIETER, J. Acúmulo e percolação de fósforo no solo devido à aplicação de água residuária de suinocultura na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v. 2, n. 1, 2009.

PROCTOR, G. R. **Flora of the Caymam Islands**. Royal Botanic Gard., Kew, England, 1984.

QUISUMBING, E. **Medicinal plants of the Philippine**. Dept. of Agr. & Nat. Res., Manila, 1951.

RAGASSI, C. F. **Efeito da localização de nutrientes em profundidade para o crescimento radicular**. Universidade de São Paulo. ESALQ, 2007.

RAIJ, B. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 28, n. 8, p. 85-112, 1969.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p. 2001.

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, Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico 100).

RAM, J. **Noni processing and quality control**: Protecting the image of Hawaiian products. In: Proceeding of the 2002 Hawaii Noni Conference (Ed. S.C.Nelson) p. 25-32. College of tropical Agriculture and Human Resources, 2003.

RAZAFIMANDIMBISON, S. G.; McDOWELL, T. D.; HALFORD, D. A.; BREMER, B. Origin of the pantropical and nutraceutical *Morinda citrifolia* L. (*Rubiaceae*): comments on its distribution range and circumscription. **Journal of Biogeography**, Stockholm, n.37, p. 520-529, 2010.

REIS JR, R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnóstico nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: Normas DRIS e teores foliares adequados. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 801-808, 2002.

REIS, A. R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

RENA, A. B.; MAESTRI, R. **Fisiologia do cafeeiro**. In: Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, p. 13-85, 1986.

REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis: an interpretation manual** 2. Ed. Melbourne: Inkata, 1988. 218p.

REZENDE, C. I. O. **Influência da aplicação do lodo de esgoto (biossólido) sobre a concentração e o estoque de nutrientes na biomassa do sub-bosque, na serrapilheira e no solo de um talhão de *Eucalyptus grandis***. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 28, n.4, p. 623-639, 2004.

RODRIGUES, C. M. **Efeito da aplicação de resíduos da Indústria de Papel e Celulose nos Atributos Químicos, Físicos e Biológicos do Solo, na Nutrição e Biomassa de *Pinus taeda*** L.2004. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROIG Y MESA, J. T. **Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba**. Cultural, S. A., Havana, Cuba, 1945.

RUSSEL, H. **Island energy juice**. Processing Exotic Fruits. pp. 486-488, 2000.

SABITHA, P.; ADHIKARI, P. M. R.; SHETTY, R. M. S.; HEGDE, A.; KAMATH, A. The beneficial effects of noni fruit juice in diabetic patients. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**. n. 3, p. 1822-1826, 2009.

SAFFORD, W. E. **Useful plants of the island of Guam**. Contrib. U. S. Natl. Herb., Vol. 9. Smithsonian Inst., U.S. Natl. Mus., Washington, D.C., 1905.

SAMOYLENKO, V.; ZHAO, J. DUNBAR, D. C.; KHAN, I. A.; RUSHING, J. W.; MUHAMMAD, I. New constituents from noni (*Morinda citrifolia*) fruit juice. National Center for Natural Products Research, University of Mississippi, USA. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.54, n.17, p. 6398-6402, 2006.

SÁNCHEZ, P. **Flórula del parquet nacional Cahuita**. UNED. Segunda edición. San José, Costa Rica. 346p, 2001.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro – amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. 2004, 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e da Água). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

SANTOS, H. G. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 360 p.

SELVAM, P.; MURUGESH, N.; WITVROUW, M.; KEYAERTS, E.; NEYTS, J. Studies of antiviral activity and cytotoxicity of *Wrightia tinctoria* and *Morinda citrifolia*. **Indian Journal Pharmacy Science**, n.71, p. 670-2, 2010.

SHUMAN, L.M. **Chemical forms of micronutrients in soils**. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, r. M. (Ed.). *Micronutrients in agriculture*. 2. Ed. Madson: Soil Science Society American, p. 113-114, 1991.

SILVA, R. A da. 2005. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia). **Comportamento vegetativo, produtivo e nutricional do coqueiro anão verde e propriedades e propriedades químicas do solo fertirrigado com nitrogênio e potássio**. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SILVA, S. de A.; LIMA, S. de S. Lógica fuzzy no mapeamento de variáveis indicadoras de fertilidade do solo. **IDESIA** (Chile) v.27, n. 3, 2009.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P de.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6. Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 1104p.

SINGH, D. R. ***Morinda citrifolia* – an evergreen tool for Commercial Horticulture**. World Noni Research Foundation. Proceeding of First National Symposium on Noni Research, p. 7-8, 2006.

SINGH, D. R.; RAI, R. B. *Morinda citrifolia* Linn. An important fruit tree of Andaman in Nicobar Islands. Division of Horticulture and Forestry. National Product Radiance, v. 6, n. 1, p. 62-65, 2007.

SISVAR V.S1. **Programa de análises estatísticas e planejamento de experimento**. Lavras, 2007.

SMITH, O. H.; PETERSEN, G. W.; NEEDELMAN, B. A. Environmental indicators of agroecosystems. **Advanced Agronomy**, n. 69, p. 75-97, 2000.

SOARES, M.R.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C. Parâmetros termodinâmicos da reação de adsorção de boro em solos tropicais altamente imtemperizados. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 1014-1012, 2005.

SOLOMON, N. **Nature's Amazing Healer**. Utah: Woodland Publishing, 1998.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas**: métodos comprobados, 42p. 1967.

SUBRAMANI, J. **Crop Improvement in *Morinda citrifolia***. Noni Crop Development Programme. World Noni Research Foundation, 2006.

SURENDIRAN, G; MATHIVANAN, N. **An over view of the Potentials of *Morinda citrifolia***. Proceedings of First National Symposium on Noni Research, p. 7-8, 2006.

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

TASKIN, E. I.; AKGÜN-DAR, K.; KAPUCU, A.; OSANÇ, E.; DOĞRUMAN, H.; ERALTAN, H.; ULUKAYA, E. Apoptosis-inducing effects of *Morinda citrifolia* L. and doxorubicin on the Ehrlich ascites tumor in Balb-c mice. **Cell Biochem Funct**. n. 27, p. 1-5, 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de solos/UFRGS, (Boletim Técnico, 5) 2 ed., 1995.

TEO, E. **Noni fruit (*Morinda citrifolia* L)**. Food Science – Noni. Acessado em 13 de dezembro de 2009 de: <http://www.foodscience.wikispaces.com/noni>.

THOMSON, G. E. **The health Benefits of Traditional Chinese Plant Medicines: Weighing the scientific evidence**. A reporter for the Rural Industries Research and Development Corporation. Australian, 2007.

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 2, p. 289-306, 2006.

VALARINI, V. **Demanda de macronutrientes pelas folhas e frutos em cultivares de café arábica de porte baixo**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, 2005.

VALENTINE, N. **A preliminary Report on Non-timber Forest Products in Some Pacific Island Countries (with a case study on *Morinda citrifolia*)**. RAS/97/330. Working Paper N° 6. SPC/UNDP/AusAID/FAO Paci. Islands Forests and Trees Support Programme, Suva, Fiji, 1999.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 743-755, 2009.

WAGNER, W. L.; HERBST, D. H.; SOHMER, S. H. **Manual of the Flowering Plants of Hawaii**, rev. ed. University of Hawaii Press, Honolulu, 1999.

WANG, M. Y.; LUTFYYA, M. N.; WEIDENBACHER-HOPER, V.; ANDERSON, G.; SU, C. X.; WEST, B. J. Antioxidant activity of noni juice in heavy smokers. Chem. Cent. **Journal Department of Pathology**, UIC College of Medicine, USA. Oct. 6;3:13, 2009.

WANG, M. Y.; SU, C. Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (noni). **Annals of the New York Academy of Science**. New York, n. 953, p. 161-168, 2001.

WANG, M. Y.; WEST, B. J.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C.; PALU, A. K.; ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologica Sinica**. v.23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

WEST, B. J.; DENG, S.; PALU, A. K.; JENSEN, C. J. *Morinda citrifolia* Linn. (*Rubiaceae*) leaf extracts mitigate UVB-induced erytrea. **Journal Natural Medicine**, n.3, p. 351-354, 2009.

WEST, B. J.; JENSEN, C. J.; WESTENDORF, J. Noni juice is not hepatotoxic. Research and development, Tahitian Noni International, American Fork, USA. **World Journal Gastroenterology**, v.12, n. 22, p. 3616-9, 2006.

WEST, B. J.; WHITE, L. D.; JENSEN, C. J.; PALU, A. K. A Double-Blind Clinical Safety Study of Noni Fruit Juice. **Pacific Health Dialog**, Utah, v. 15, n. 2, 2009.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; SANTOS, M. A.; TORNE, J. M. Obtenção de uma linhagem de milho tolerante ao estresse salino mediante a cultura de anteras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 1313-1318, 1994.

WINSTON, E. C.; LITTLEMORE, J.; SCUDAMORE, S. P.; O'FARREL, P. J.; WIFFEN, D.; DOOGAN, V. J. Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of coffee (*Coffea arabica* L.) in tropical Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 32, p. 217-224, 1992.

YANG, J.; GADI, R.; PAULINO, R.; THOMSON, T. **Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage**. Western Pacific Tropical Research Center, College of Natural and Applied Sciences, University of Guam, UOG Station, Mangilao, GUAM, USA, 2010.

YANG, SHU-CHUAN.; CHEN, TSU-I.; LI, KEN-YUON.; TSAI, TSUN-CHUNG. Change in Phenolic Compound Content, Reductive Capacity and ACE inhibitory Activity in Noni

Juice during Traditional Fermentation. **Journal of Food and Drug Analysis**, Tunghai University, Taiwan, v.15, n. 3, p. 290-298, 2007.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohy drate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-514, 1954.

YOUNOS, C.; ROLLAND, A.; FLEURENTIN, J.; LANHERS, M. C.; MISLIN, R.; MORTIER, F. Analgesic and behavioral effects of *Morinda citrifolia*. **Planta Medica**. v. 56, n. 5, p. 430-434, 1990.

ZHU, Y. P.; WOERDENBAG, H. J. Traditional chinese herbal medicine. **Pharmacy World Science**, n.17, p. 103-12, 1995.

ANEXOS

Tabela 1 anexo. Resumo da análise de variância, referentes ao pH, fósforo (P), enxofre (S), potássio (K⁺), sódio (Na⁺) e hidrogênio + alumínio (H⁺ + Al³⁺) no solo.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		pH	P	S	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺
Bloco	2	0,043 ^{ns}	39,197 ^{ns}	2,779 ^{ns}	20,171 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,267 ^{ns}
Potássio (K)	1	0,112 ^{ns}	299,201*	2,656 ^{ns}	7051,416**	0,041**	0,508 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	1,089**	2734,850**	15,227**	41846,477**	0,174**	0,734 ^{ns}
K x Eb	3	0,109 ^{ns}	162,824*	2,833*	1647,123**	0,018**	0,993 ^{ns}
Erro (a)	14	0,112	47,227	0,856	146,107	0,002	0,334
Profundidade (P)	1	0,101 ^{ns}	2284,452**	33,383**	456,703 ^{ns}	0,013*	0,068 ^{ns}
K x P ₋	1	0,099 ^{ns}	161,187**	1,488	898,389*	0,005 ^{ns}	0,230 ^{ns}
Eb x P ₋	1	0,085*	684,355**	3,437*	622,779**	0,006 ^{ns}	0,058 ^{ns}
K x Eb x P	3	0,028 ^{ns}	367,075**	4,455*	695,514**	0,003 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Erro (b)		0,0248	17,5214	0,9368	128,3922	0,0019	0,2407
CV (%)		5,83	15,54	15,81	12,19	19,70	23,45
CV (%)		2,74	9,47	16,55	11,43	19,32	19,89
Eb/ K ₁ e P ₁							
Efeito linear	1	0,332*	1682,433**	26,814**	18718,541**	0,040**	0,189 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,340*	2,430 ^{ns}	0,029 ^{ns}	1708,137**	0,001 ^{ns}	0,364 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,001 ^{ns}	51,820 ^{ns}	7,972**	122,437 ^{ns}	0,014**	0,017 ^{ns}
Eb/ K ₂ e P ₁							
Efeito linear	1	0,212 ^{ns}	3061,061**	21,170**	54052,213**	0,268**	0,780 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,049 ^{ns}	285,383**	1,936 ^{ns}	267,813 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,068 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,021 ^{ns}	413,018**	7,018**	2801,803**	0,018**	1,405 ^{ns}
Eb/ K ₁ e P ₂							
Efeito linear	1	0,442*	800,007**	0,089 ^{ns}	23805,595**	0,071**	0,008 ^{ns}
Efeito quadrático	1	1,135**	115,630 ^{ns}	0,095 ^{ns}	2814,284**	0,006 ^{ns}	1,110 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,035 ^{ns}	574,927**	0,147 ^{ns}	316,986 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Eb/ K ₂ e P ₂							
Efeito linear	1	0,928**	1764,210**	0,827**	26207,346**	0,163**	0,730 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,307*	2774,608**	0,360 ^{ns}	2606,916**	0,020**	0,000 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,129 ^{ns}	321,7850**	0,896 ^{ns}	1013,608**	0,003 ^{ns}	0,735 ^{ns}
Resíduo combinado		0,0684	32,374414	0,896194	137,2495	0,0020	0,2876

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 2 anexo. Resumo da análise de variância, referentes ao alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}), matéria orgânica (MO), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB) e capacidade de troca de catiônica (CTC) no solo.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Al^{3+}	Ca^{2+}	MO	Mg^{2+}	SB	CTC
Bloco	2	0,006 ^{ns}	0,229*	15,917 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,415*	1,244 ^{ns}
Potássio (K)	1	0,002 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,167*	0,711**	0,017 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	0,027 ^{ns}	0,603**	43,457**	0,731**	4,509**	6,321**
K x Eb	3	0,011 ^{ns}	0,190 ^{ns}	3,160 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,261*	0,772 ^{ns}
Erro (a)	14	0,013	0,063	4,500	0,025	0,081	0,376
Profundidade (P)	1	0,120**	12,865**	451,291**	1,932**	24,225**	26,865**
K x P ₋	1	0,000 ^{ns}	0,009 ^{ns}	1,166 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,060 ^{ns}
Eb x P ₋	1	0,016 ^{ns}	0,257**	16,832 ^{ns}	0,312**	0,957**	0,914*
K x Eb x P	3	0,010 ^{ns}	0,024 ^{ns}	3,366 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,048 ^{ns}
Erro (b)		0,0080	0,0264	6,0187	0,0294	0,038	0,2909
CV (%)		184,91	16,26	21,95	19,25	10,85	12,07
CV (%)		143,76	10,54	25,39	20,79	7,42	10,61
Eb/ K ₁ e P ₁							
Efeito linear	1	0,000 ^{ns}	0,472**	41,317**	1,737**	5,545**	3,670**
Efeito quadrático	1	0,001 ^{ns}	0,864**	7,223 ^{ns}	0,000 ^{ns}	1,033**	0,168 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,001 ^{ns}	0,101 ^{ns}	11,034 ^{ns}	0,212**	0,013 ^{ns}	0,059 ^{ns}
Eb/ K ₂ e P ₁							
Efeito linear	1	0,002 ^{ns}	1,276**	120,615**	1,190**	7,928**	13,680**
Efeito quadrático	1	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,211 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,092 ^{ns}	0,317 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,000 ^{ns}	0,026 ^{ns}	2,856 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,163 ^{ns}	0,610 ^{ns}
Eb/ K ₁ e P ₂							
Efeito linear	1	0,057*	0,067 ^{ns}	3,165 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,840**	0,685 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,035 ^{ns}	0,106 ^{ns}	0,513 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,307**	0,249 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,015 ^{ns}	0,078 ^{ns}	2,456 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,290 ^{ns}
Eb/ K ₂ e P ₂							
Efeito linear	1	0,045*	0,139 ^{ns}	9,017 ^{ns}	0,074 ^{ns}	1,123**	3,665**
Efeito quadrático	1	0,000 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,017 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,035 ^{ns}	0,056 ^{ns}	2,024 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,750 ^{ns}
Resíduo combinado		0,0107	0,0447	5,2593	0,0273	0,0592	0,3337

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 3 anexo. Resumo da análise de variância, referentes à saturação por bases (V), boro, ferro, manganês e zinco no solo.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		V	Boro	Ferro	Manganês	Zinco
Bloco	2	14,937 ^{ns}	0,022 ^{ns}	27,515 ^{ns}	0,424 ^{ns}	0,141 ^{ns}
Potássio (K)	1	234,348*	0,078*	94,360 ^{ns}	1,985*	46,808**
Est. bov. (Eb)	3	377,995**	0,361**	1313,706**	21,619**	92,733**
K x Eb	3	237,424**	0,117**	1669,631**	12,748**	22,017**
Erro (a)	14	41,251	0,011	28,683	0,277	0,059
Profundidade (P)	1	1814,988**	0,117**	19416,608**	39,931**	24,999**
K x P ₁	1	79,259 ^{ns}	0,194**	323,441**	5,148**	0,213 ^{ns}
Eb x P ₁	1	35,018 ^{ns}	0,061**	140,693**	23,591**	3,525**
K x Eb x P	3	3,566 ^{ns}	0,205**	540,559**	15,327**	24,147**
Erro (b)		29,6649	0,0068	17,6189	0,1531	0,0660
CV (%)		12,72	19,26	11,27	12,71	8,79
CV (%)		10,79	14,99	8,83	9,45	9,31
Eb/ K ₁ e P ₁						
Efeito linear	1	570,293**	0,020 ^{ns}	306,682**	69,919**	0,847**
Efeito quadrático	1	294,426**	0,735**	787,806**	11,781**	0,099 ^{ns}
Desvio regress.	1	1,165 ^{ns}	0,533**	5,017 ^{ns}	0,151 ^{ns}	1,408**
Eb/ K ₂ e P ₁						
Efeito linear	1	139,7510 ^{ns}	0,000 ^{ns}	133,743*	6,163**	123,812**
Efeito quadrático	1	0,4524 ^{ns}	0,000 ^{ns}	265,268**	9,170**	82,530**
Desvio regress.	1	194,0761*	0,046*	162,888**	2,988**	15,637**
Eb/ K ₁ e P ₂						
Efeito linear	1	182,7713*	0,432**	3084,391**	0,390 ^{ns}	35,251**
Efeito quadrático	1	459,793**	0,099**	844,537**	9,434**	26,137**
Desvio regress.	1	16,685 ^{ns}	0,025 ^{ns}	51,652 ^{ns}	58,253**	6,227**
Eb/ K ₂ e P ₂						
Efeito linear	1	10,392 ^{ns}	0,023 ^{ns}	2468,364**	3,690**	120,842**
Efeito quadrático	1	1,408 ^{ns}	0,203**	1524,155**	12,282**	3,597**
Desvio regress.	1	90,799 ^{ns}	0,109**	1359,266**	35,636**	10,880**
Resíduo combinado		35,459	0,0090	23,1510	0,2151	0,0623

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 4 anexo. Resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
		TCA
Bloco	2	0,018*
Potássio (K)	1	0,002 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	0,007 ^{ns}
K x Eb	3	0,004 ^{ns}
Erro (a)	14	0,003
Idade (I)	1	0,242**
K x I ₁	1	0,002 ^{ns}
Eb x I ₁	1	0,008 ^{ns}
K x Eb x I	3	0,006 ^{ns}
Erro (b)	16	0,0027
CV (%)		42,30
CV (%)		38,11
Eb/ K ₁ e I ₁		
Efeito linear	1	0,003 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,000 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,009 ^{ns}
Eb/ K ₂ e I ₁		
Efeito linear	1	0,018*
Efeito quadrático	1	0,005 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,032**
Eb/ K ₁ e I ₂		
Efeito linear	1	0,000 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,000 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,002 ^{ns}
Eb/ K ₂ e I ₂		
Efeito linear	1	0,000 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,003 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,001 ^{ns}
Resíduo combinado		0,0030

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 5 anexo. Resumo da análise de variância, referente ao número de frutos (NF), percentagem de polpa (PP), massa média do fruto (MMF), e produção dos frutos de noni (PROD).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NF	PP	MMF	PROD
Bloco	2	472,270 ^{ns}	76,029**	0,00072 ^{ns}	29699188,14**
Potássio (K)	1	2852,083**	192,989**	0,00075 ^{ns}	75386433,99**
Est. bov. (Eb)	3	18440,166**	1068,161**	0,00237**	417250490,91**
K x Eb	3	357,694 ^{ns}	6,005 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	2345812,769 ^{ns}
Erro (a)	14	316,889	6,619	0,00025	2585695,993
Epoca (P)	1	428652,00**	20308,967**	0,02585**	7933190120,00**
K x E	1	374,083 ^{ns}	22,538 ^{ns}	0,00010 ^{ns}	8803856,453 ^{ns}
Eb x E	1	1191,944 ^{ns}	154,988**	0,00001 ^{ns}	60542203,914**
K x Eb x E	3	10,805 ^{ns}	2,631 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	1027644,040 ^{ns}
Erro (b)		525,85418	25,22538	0,000083	9853665,32389
CV (%)		8,85	7,11	9,39	7,11
CV (%)		11,40	13,89	5,47	13,89
Eb/ K ₁ e E ₁					
Efeito linear	1	8190,017**	281,901**	0,001760**	110117466,901**
Efeito quadrático	1	14,083 ^{ns}	0,148 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	57754,688 ^{ns}
Desvio regress.	1	156,817 ^{ns}	1,481 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	578692,604 ^{ns}
Eb/ K ₂ e E ₁					
Efeito linear	1	10322,817**	402,092**	0,001561**	157067350,104**
Efeito quadrático	1	396,750 ^{ns}	14,679 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	5733918,750 ^{ns}
Desvio regress.	1	6,017 ^{ns}	1,112 ^{ns}	0,000029 ^{ns}	434350,417 ^{ns}
Eb/ K ₁ e E ₂					
Efeito linear	1	17681,667**	1504,183**	0,002667**	587571450,026**
Efeito quadrático	1	2700,000*	78,869*	0,000008 ^{ns}	30808063,021*
Desvio regress.	1	166,667 ^{ns}	0,47989 ^{ns}	0,000015 ^{ns}	187460,651 ^{ns}
Eb/ K ₂ e E ₂					
Efeito linear	1	20020,267**	1384,503**	0,001224**	540821562,246**
Efeito quadrático	1	341,333 ^{ns}	21,065 ^{ns}	0,000052 ^{ns}	8228457,064 ^{ns}
Desvio regress.	1	5,400 ^{ns}	4,843 ^{ns}	0,000018 ^{ns}	1891928,444 ^{ns}
Resíduo combinado		421,372024	15,922382	0,000165	6219680,6582

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 6 anexo. Resumo da análise de variância, referentes à perda de água do fruto (PA), total de perdas de massa do fruto (TPERDA), percentagem da polpa do fruto (POLPA), percentagem de sementes do fruto (SEMENTE), percentagem de suco do fruto (SUCO), comprimento do fruto (COMP) e diâmetro do fruto (DIAM).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		PA	TPERDA	POLPA	SEMENTE	SUCO	COMP	DIAM
Bloco	2	5,247 ^{ns}	0,543 ^{ns}	27,225 ^{**}	21,435 [*]	27,255 ^{**}	84,565 ^{ns}	3,438 ^{ns}
K	1	0,120 ^{ns}	0,240 ^{ns}	7,150 ^{ns}	4,770 ^{ns}	7,370 ^{ns}	98,010 ^{ns}	0,634 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	3,778 ^{ns}	0,230 ^{ns}	3,508 ^{ns}	5,130 ^{ns}	3,957 ^{ns}	51,399 ^{ns}	14,566 [*]
K x Eb	3	1,434 ^{ns}	0,201 ^{ns}	1,646 ^{ns}	2,403 ^{ns}	0,989 ^{ns}	37,052 ^{ns}	6,298 ^{ns}
Eb/ K ₁								
Efeito linear	1	0,817 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2,282 ^{ns}	2,204 ^{ns}	2,400 ^{ns}	21,962 ^{ns}	1,148 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,083 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,301 ^{ns}	0,241 ^{ns}	0,053 ^{ns}	9,188 ^{ns}	18,008 [*]
Desvio regress.	1	0,267 ^{ns}	0,726 ^{ns}	7,280 ^{ns}	12,604 ^{ns}	6,017 ^{ns}	21,480 ^{ns}	5,340 ^{ns}
Eb/ K ₁								
Efeito linear	1	12,974	0,000 ^{ns}	1,291 ^{ns}	1,291 ^{ns}	0,542 ^{ns}	164,011 ^{ns}	35,883 [*]
		*						*
Efeito quadrático	1	0,608 ^{ns}	0,563 ^{ns}	0,853 ^{ns}	2,803 ^{ns}	0,368 ^{ns}	18,750 ^{ns}	0,480 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,888 ^{ns}	0,000 ^{ns}	3,456 ^{ns}	3,456 ^{ns}	5,460 ^{ns}	29,963 ^{ns}	1,734 ^{ns}
Resíduo	14	2,8571	0,3010	3,6154	4,1055	3,1678	55,8983	3,6227
CV (%)		17,07	4,82	2,47	17,52	2,53	7,17	3,17

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 7 anexo. Resumo da análise de variância, referente ao comprimento do fruto (COMP) e diâmetro do fruto (DIAM) na época de baixa e alta pluviosidade.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		COMP	DIAM
BLOCO	2	81,895 ^{ns}	7,859 ^{ns}
PER	1	20496,759**	864,167**
ERRO (A)	2	31,575	5,255
E	3	221,502 ^{ns}	16,092 ^{ns}
PER x E	3	113,995 ^{ns}	16,066 ^{ns}
K	1	26,780 ^{ns}	1,217 ^{ns}
PER x K	1	233,096 ^{ns}	14,114 ^{ns}
E x K	3	62,623 ^{ns}	24,397 ^{ns}
PER x E x K	3	74,137 ^{ns}	35,767 ^{ns}
ERRO (B)	28	125,984	16,351
EP	6	27281,379**	6686,059**
PER x EP	6	151,289**	80,610**
EST x EP	18	12,732 ^{ns}	1,432 ^{ns}
PER x EST x EP	18	12,373 ^{ns}	0,780 ^{ns}
K x EP	6	25,071 ^{ns}	6,902**
PER x K x EP	6	4,100 ^{ns}	9,906**
EST x K x EP	18	3,857 ^{ns}	1,690 ^{ns}
PER x EST x K x EP	18	5,484 ^{ns}	0,852 ^{ns}
ERRO (C)		12,7054	2,00411
EST e EP / PER ₁ E K ₁			
Efeito linear (EST)	1	89,136 ^{ns}	30,963 ^{ns}
Efeito quadrático (EST)	1	129,984 ^{ns}	43,810 ^{ns}
Efeito linear (EP)	1	4306,246**	1841,102**
Efeito quadrático (EP)	1	605,976**	694,267**
Efeito linear x linear (EST x EP)	1	0,021 ^{ns}	0,124 ^{ns}
EST e EP / PER ₁ E K ₂			
Efeito linear (EST)	1	134,422 ^{ns}	8,526 ^{ns}
Efeito quadrático (EST)	1	155,938 ^{ns}	9,862 ^{ns}
Efeito linear (EP)	1	4418,317**	1835,290**
Efeito quadrático (EP)	1	541,347**	712,692**
Efeito linear x linear (EST x EP)	1	7,968 ^{ns}	0,032 ^{ns}
EST e EP / PER ₂ E K ₁			
Efeito linear (EST)	1	60,779 ^{ns}	34,949 ^{ns}
Efeito quadrático (EST)	1	30,210 ^{ns}	27,832 ^{ns}
Efeito linear (EP)	1	1765,546**	1539,415**
Efeito quadrático (EP)	1	36,944 ^{ns}	383,001**
Efeito linear x linear (EST x EP)	1	13,802 ^{ns}	0,296 ^{ns}
EST e EP / PER ₂ E K ₂			
Efeito linear (EST)	1	154,648 ^{ns}	14,468 ^{ns}
Efeito quadrático (EST)	1	219,948 ^{ns}	16,174 ^{ns}
Efeito linear (EP)	1	1829,406**	1473,101**
Efeito quadrático (EP)	1	14,681 ^{ns}	301,187**
Efeito linear x linear (EST x EP)	1	25,064 ^{ns}	2,416 ^{ns}
CV (%) parcela		15,36	6,27
CV (%) subparcela		30,69	11,06
CV (%) sub-subparcela		9,75	3,87

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

PER = período (seco e chuvoso); EP = épocas de avaliação; K = potássio (ausência e presença) e E = níveis de esterco bovino.

Tabela 8 anexo. Resumo da análise de variância, referente à qualidade do suco dos frutos de noni em função da aplicação de esterco bovino na ausência e presença de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Cinzas	Umidade	Acidez	pH	Brix	Açúc. Totais
Bloco	2	0,003 ^{ns}	2,199 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,480 ^{ns}	0,843 ^{ns}
K	1	0,008 ^{ns}	1,622 ^{ns}	0,031 ^{**}	0,032 ^{**}	1,550 ^{ns}	0,510 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	0,004 ^{ns}	3,143 ^{ns}	0,016 [*]	0,033 ^{**}	0,868 ^{ns}	1,740 ^{ns}
K x Eb	3	0,011 ^{ns}	5,481 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,048 ^{**}	1,115 ^{ns}	0,942 ^{ns}
Eb/ K ₁							
Efeito linear	1	0,008 ^{ns}	0,986 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,022 [*]	1,803 ^{ns}	3,504 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,009 ^{ns}	1,222 ^{ns}	0,041 ^{**}	0,0002 ^{ns}	0,480 ^{ns}	2,708 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,023 ^{ns}	14,435 [*]	0,010 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,771 ^{ns}	0,038 ^{ns}
Eb/ K ₁							
Efeito linear	1	0,000 ^{ns}	1,414 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,017 ^{ns}
Efeito quadrático	1	0,000 ^{ns}	7,632 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,205 ^{**}	1,688 ^{ns}	0,963 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,005 ^{ns}	0,185 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,005 ^{ns}	1,148 ^{ns}	0,817 ^{ns}
Resíduo	14	0,003984	2,932555	0,003235	0,002983	0,495655	0,406250
CV (%)		21,31	2,45	7,68	1,41	7,47	7,52

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 9 anexo. Resumo da análise de variância, referente à qualidade do suco dos frutos de noni em função da aplicação de esterco bovino na ausência e presença de potássio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		Açúc. Redutores	Vit. C	Proteína	Cálcio	Potássio
Bloco	2	0,362 ^{ns}	36,125 ^{ns}	0,050 ^{ns}	5,187 ^{ns}	67,094 ^{ns}
K	1	0,107 ^{ns}	54,000 ^{ns}	0,007 ^{ns}	4,568 ^{ns}	76,220 ^{ns}
Est. bov. (Eb)	3	1,923 ^{**}	268,778 ^{**}	0,150 ^{ns}	61,082 ^{**}	777,414 ^{**}
K x Eb	3	0,914 ^{ns}	21,444 ^{ns}	0,794 ^{**}	38,392 ^{**}	58,117 ^{ns}
Eb/ K ₁						
Efeito linear	1	4,931 ^{**}	264,600 [*]	0,005 ^{ns}	0,038 ^{ns}	455,787 ^{**}
Efeito quadrático	1	2,253 [*]	33,333 ^{ns}	0,691 ^{**}	94,978 ^{**}	308,966 [*]
Desvio regress.	1	0,033 ^{ns}	56,067 ^{ns}	1,392 ^{**}	36,038 ^{**}	675,429 ^{**}
Eb/ K ₁						
Efeito linear	1	0,024 ^{ns}	516,267 ^{**}	0,207 ^{ns}	156,9137 ^{**}	672,278 ^{**}
Efeito quadrático	1	0,750 ^{ns}	0,333 ^{ns}	0,009 ^{ns}	5,866 ^{ns}	0,301 ^{ns}
Desvio regress.	1	0,523 ^{ns}	0,067 ^{ns}	0,530 ^{ns}	4,587 ^{ns}	393,831 ^{**}
Resíduo	14	0,357857	43,077381	0,051983	2,644440	40,647528
CV (%)		7,69	14,75	16,18	6,77	8,16

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Tabela 10 anexo. Resumo da análise de variância, referentes aos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), enxofre (S) e os micronutrientes boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) na matéria seca das folhas de noni

Fonte de variação	GL	Quadrados médios										
		N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	B	Fé	Mn	Zn	Na
Bloco	2	1,365 ^{ns}	0,189 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,458 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,093 ^{ns}	28,958 ^{ns}	2704,942*	50639,861*	34,805 ^{ns}	227,913**
K	1	2,940 ^{ns}	0,015 ^{ns}	4,084**	0,027 ^{ns}	0,427**	0,667 ^{ns}	48,166 ^{ns}	192,100 ^{ns}	278792,370**	4,594 ^{ns}	3121,320**
Est. bov. (Eb)	3	24,896**	0,536**	35,412**	0,633 ^{ns}	0,527**	3,745**	2797,472**	23097,148**	307542,241**	482,049**	4668,712 ^{ns}
K x Eb	3	4,419 ^{ns}	0,762**	5,175**	0,358 ^{ns}	0,123 ^{ns}	0,134 ^{ns}	1139,466**	13570,797**	148096,721**	358,532**	4978,214**
Eb/ K ₁												
Efeito linear	1	54,340**	0,008 ^{ns}	34,353**	0,561 ^{ns}	1,148**	0,014 ^{ns}	4442,762**	772,568 ^{ns}	18800,940 ^{ns}	54,150 ^{ns}	4065,620**
Efeito quadrático	1	0,068 ^{ns}	1,541**	22,963**	0,003 ^{ns}	0,521**	2,168*	5047,101**	3100,867 ^{ns}	6426,440 ^{ns}	0,653 ^{ns}	19934,90**
Desvio regress.	1	7,562 ^{ns}	1,094**	4,374**	0,523 ^{ns}	0,000 ^{ns}	4,648**	13,160 ^{ns}	5898,433**	20339,368 ^{ns}	28,017 ^{ns}	4616,528**
Eb/ K ₁												
Efeito linear	1	10,004 ^{ns}	0,888**	59,800**	0,416 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,122 ^{ns}	150,100 ^{ns}	95440,817**	596086,402**	33,302 ^{ns}	15,201 ^{ns}
Efeito quadrático	1	10,268 ^{ns}	0,300*	0,041 ^{ns}	1,470*	0,101 ^{ns}	2,708**	2146,687**	56,333 ^{ns}	378430,083**	1999,50**	78,030 ^{ns}
Desvio regress.	1	5,704 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,060 ^{ns}	1,980*	11,008 ^{ns}	4734,817*	346833,654**	406,120*	230,496 ^{ns}
Resíduo	14	4,4636	0,0639	0,4604	0,2113	0,0490	0,3105	51,6959	737,1977	11496,9740	55,0059	112,3262
CV (%)		6,49	10,54	6,21	6,16	8,60	6,26	6,61	7,66	6,37	6,68	4,29

ns, *e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)