



**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO,
TEORES FOLIARES E PRODUTIVIDADE DE
GRAVIOLEIRA EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO N E K**

DENIS PEREIRA RIBEIRO

2018

DENIS PEREIRA RIBEIRO

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, TEORES FOLIARES E
PRODUTIVIDADE DE GRAVIOLEIRA EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO N E K**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: D. Sc. Abel Rebouças São José

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
BAHIA - BRASIL
2018

R367c Ribeiro, Denis Pereira.

Características químicas do solo, teores foliares e produtividade de gravioleira em função da adubação N e K. / Denis Pereira Ribeiro, 2018.
69f.

Orientador (a): D. Sc. Abel Rebouças São José.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2018.

Inclui referência F. 61 – 65.

1. *Annona muricata*. 2. Cultura da graviola – Aspectos gerais. 3. Gravioleira – Nutrição. 4. Análise foliar – Análise de solo. I. São José, Abel Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Área de concentração Fitotecnia. III. T.

CDD 634.41

Catlogação na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia


Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, TEORES FOLIARES E PRODUTIVIDADE DA GRAVIOLEIRA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO N E K”.

Autor: Denis Pereira Ribeiro

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:


Prof. Abel Rebouças São José, D.Sc., UESB
Presidente


Prof. Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB


Prof. Quelmo Silva de Novaes, D.Sc., UESB


Prof. Pedro Ricardo Rocha Marques, D.Sc., IFBaiano-Guanambi


Pesq. Adriana Dias Cardoso, D.Sc., PNPd/CAPES

Data de realização: 31 de agosto de 2018.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059
– Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, todo poderoso, por estar sempre ao meu lado, pela sua enorme misericórdia, pela minha capacidade, pela minha saúde e por conceder-me a graça de realizar mais este sonho. Obrigado também, meu Deus, por ter colocado excelentes pessoas no meu caminho, algumas das quais eu não poderia deixar de mencionar;

Aos meus pais José Antônio e Diguimar, exemplos de dignidade, fortaleza, por quem tenho grande admiração;

A Danilo e Daniel, meus irmãos e cúmplices. E todos os meus familiares, que foram sempre carinhosos, compreensivos e dispostos a ajudar no que fosse preciso;

A minha namorada Jecilene, pelo apoio e carinho, por ter estado ao meu lado durante toda essa etapa, sendo companheira e sempre disposta a me ajudar;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, pela sua competência, enquanto Instituição;

À FAPESB e à CAPES, pela bolsa concedida durante todo cumprimento da pós-graduação;

Ao professor D. Sc. Abel Rebouças São José, que me orientou com boa vontade e dedicação, contribuindo significativamente para a minha formação acadêmica;

Aos amigos: Jamire, Jailson, Diego e Denice, pela companhia, carinho e por me tratarem como membro dessa família;

Aos Drs. Sc. Marinês Pereira Bomfim e Ivan Vilas Boas Souza e aos funcionários da Biofábrica, pela ajuda e por suas orientações;

Às Família de Francisco Andrighetti e Vanderlei Rici, por cederem suas áreas para a realização do experimento e por me receberem tão bem em suas casas;

Ao diretor do SENAR em Gandu, Renato Dias Souza, por apoiar e me auxiliar durante todo o período de realização do experimento.

RESUMO

RIBEIRO, D. P. **Características químicas do solo, teores foliares e produtividade de gravioleira em função da adubação N e K.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2018. 69 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Nas etapas de produção da graviola, o cultivo comercial está relacionado com a utilização de várias técnicas, possibilitando uma maior produtividade e melhor qualidade do fruto, dentre as quais se destaca a nutrição das plantas. Diante do exposto a realização do presente trabalho teve como objetivos determinar os reflexos da adubação NK nas características químicas do solo, nos teores foliares dos macronutrientes e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e na produção da cultura da graviola. O experimento foi realizado em um pomar comercial de gravioleiras, no Sítio Santa Matilde, localizada no Município de Presidente Tancredo Neves – BA, onde foram utilizadas 225 plantas úteis de gravioleira, com quatro anos de idade, originadas de mudas de pé franco, sendo plantadas em espaçamento de 5,0 x 5,0 m, perfazendo um total de 400 plantas por hectare. Foram avaliados os efeitos da aplicação mensal de N: 0, 120, 240, 360 e 480 g planta⁻¹ ano⁻¹, e de K₂O: 0, 140, 280, 420 e 560 g planta⁻¹ ano⁻¹, utilizando-se de um arranjo fatorial 5 x 5, obtendo-se, assim, 25 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e três plantas úteis por parcela. Também foram analisados os teores foliares dos nutrientes, parâmetros químicos do solo, Índice SPAD, crescimento da circunferência do tronco, porcentagem de vingamento de frutos, porcentagem de vingamento de flores, porcentagem de frutos quiescentes e a produtividade. As doses de NK não influenciam as características porcentagem de vingamento de frutos, porcentagem de vingamento de flores, porcentagem de frutos quiescentes e a produtividade. Dosagens de NK não influenciam os teores dos nutrientes nas folhas da gravioleira. Os teores dos nutrientes foliares variam a cada ciclo de produção da gravioleira com exceção do magnésio. Doses elevadas de N, utilizando ureia, causam redução do pH, acidificação do solo e redução da saturação de bases. A adubação continuada de elevadas doses de nitrogênio afeta negativamente os teores de Ca, Mg, K, B, Cu, Fe e Mg do solo cultivado com gravioleira, afetando consequentemente a soma de bases e a CTC efetiva. A adubação potássica influencia somente no teor de potássio no solo, aumentando seu teor no solo ciclo após ciclo.

Palavras-chave: Nutrição. *Annona muricata*. Análise foliar. Análise de solo.

*Orientador: Abel Rebouças São José, D.Sc., UESB

ABSTRACT

RIBEIRO, D. P. **Soil characteristics, leaf contents and productivity of soursop in fertilization N and K.** Vitoria da Conquista - BA: UESB, 2018. 69 p. (Thesis - Doctor degree in Agronomy, Concentration Area Fitotecnia)*

In the production stages of graviola, commercial cultivation is related to the use of several techniques, allowing a greater reproductive quality and better quality of the fruit, among which the plant nutrition stands out. The objective of this work was determining the NK fertilization effects in the soil chemical characteristics, leaf contents of the macronutrients and the micronutrients (B, Cu, Fe, Mn and Zn) and production in the soursop culture. The experiment was carried out in a commercial soursop orchard, in the Santa Matilde farm, located in the Municipality of Presidente Tancredo Neves, Bahia State, Brazil. In the experiment, 225 useful soursop plants were used, with four years old, from free - standing seedlings, being planted in spacing of 5.0 x 5.0 m, for a total of 400 plants per hectare. The effects of the monthly application of N: 0, 120, 240, 360 and 480 g plant⁻¹ year⁻¹, and K₂O: 0, 140, 280, 420 and 560 g plant⁻¹ year⁻¹, were evaluated using a factorial arrangement 5 x 5, thus obtaining 25 treatments, distributed in randomized blocks, with 3 replicates and three useful plants per plot. Leaf nutrient content, soil chemical characteristics, SPAD reading, trunk circumference growth, percentage of fruit set, percentage of revenge of flowers, percentage of quiescent fruits and yield were evaluated. The NK doses did not influence the characteristics of fruit set percentage, flower revenge percentage, quiescent fruit percentage and yield. NK dosages do not influence the nutrient content of soursop leaves. Leaf nutrient contents vary in each production cycle of soursop except for magnesium. High doses of N, using urea, cause pH reduction, acidification of the soil and reduction of base saturation. The continuous fertilization of high nitrogen doses affects negatively the Ca, Mg, K, B, Cu, Fe, and Mg contents of the soil cultivated with soursop, thus affecting the sum of bases and the effective CTC. Continuous fertilization of high doses of potassium influences only the potassium content in the soil, increasing its content in the soil cycle after cycle.

Keywords: Nutrition. *Annona muricata*. Leaf analysis. Soil analysis.

*Adviser: Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Recomendação de adubação de formação para a gravioleira, de acordo com a idade da planta e a disponibilidade de nutrientes no solo..... | 21 |
| Tabela 2 - Recomendação de adubação de produção para a gravioleira, de acordo com a produtividade esperada, o teor foliar de N e a disponibilidade de nutrientes no solo..... | 21 |
| Tabela 3 – Análise química do solo da área experimental, na projeção da copa da gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA. 2018..... | 26 |
| Tabela 4 - Resumo da análise de variância do teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 31 |
| Tabela 5 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 32 |
| Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos teores de boro foliar, em relação ao desdobramento NK, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 32 |
| Tabela 7 - Resumo da análise de variância do teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no segundo ciclo de produção (2016/2017) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 36 |
| Tabela 8 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no segundo ciclo de produção (2016/2017) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 36 |
| Tabela 9 - Resumo da análise de variância do teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no terceiro ciclo de produção (2017/2018) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 37 |
| Tabela 10 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O no terceiro ciclo de produção (2017/2018) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 37 |
| Tabela 11 - Resumo da análise de variância do teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N considerando os três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 39 |
| Tabela 12 - Resumo da análise de variância do teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de K ₂ O considerando os três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018..... | 40 |

| | |
|--|----|
| Tabela 13 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K ₂ O nos três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 40 |
| Tabela 14 - Análise química de solo da área experimental no primeiro ciclo de produção (2015/2016) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), saturação por bases (V) e fósforo (P) em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 42 |
| Tabela 15 - Análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 43 |
| Tabela 16 - Análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 43 |
| Tabela 17 - Análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 45 |
| Tabela 18 - Análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 45 |
| Tabela 19 - Resumo da análise de variância da Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final de cada ciclo de produção. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 56 |
| Tabela 20 - Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final de cada ciclo de produção. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 56 |
| Tabela 21 - Resumo da análise de variância do crescimento da circunferência do tronco das gravioleiras ao final de dois ciclos de produção em função das doses de N e K ₂ O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 57 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Teores de nitrogênio foliar para as doses de N aplicados por planta no primeiro ciclo de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018.33
- Figura 2 - Teores foliares de B na dose 280 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (A) e na dose 420 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (B) em função das doses de N e na dose 0 de N (C) em função das doses de K₂O, ao final do primeiro ciclo de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018.35
- Figura 3 - pH do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente.46
- Figura 4 - Saturação por Al³⁺ do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente.47
- Figura 5 - Acidez potencial do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente.47
- Figura 6 - Saturação de bases do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente.50
- Figura 7 - CTC a pH 7,0 (T) do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente51
- Figura 8 - Teores de cálcio (A), magnésio (B), potássio (C), soma de bases (D) e CTC efetiva (E) do solo no final do terceiro ciclo de produção de gravioleira em função das doses de nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018.....52
- Figura 9 – Teores de boro (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) do solo no final do terceiro ciclo de produção de gravioleira em função das doses de nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018.....53
- Figura 10 - Teor de potássio do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de potássio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações

| | |
|--|----|
| para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente. | 54 |
| Figura 11 - Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final do primeiro ciclo de produção. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 57 |
| Figura 12 - Crescimento da circunferência do tronco de gravioleira ao final do primeiro ciclo de produção em função das doses de N. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. | 58 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da gravioleira..... | 14 |
| 2.1.1 Fatores edafoclimáticos | 16 |
| 2.1.2 Floração e frutificação | 17 |
| 2.2 Nutrição da gravioleira | 19 |
| 2.2.1 Nitrogênio e potássio no solo..... | 22 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 25 |
| 3.1 Localização, solo e clima da região experimental | 25 |
| 3.2 Delineamento experimental | 27 |
| 3.3 Características avaliadas | 27 |
| 3.3.1 Parâmetros químicos do solo | 27 |
| 3.3.2 Teores foliares dos nutrientes | 28 |
| 3.3.3 Índice SPAD | 28 |
| 3.3.4 Crescimento em circunferência do tronco | 29 |
| 3.3.5 Porcentagem de vingamento de frutos | 29 |
| 3.3.6 Porcentagem de vingamento de flores | 29 |
| 3.3.7 Porcentagem de frutos quiescentes | 29 |
| 3.3.8 Produtividade | 30 |
| 3.3.9 Análise estatística | 30 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 4.1 Teores dos nutrientes nas folhas de gravioleira | 31 |
| 4.2 Análise química do solo..... | 41 |
| 4.3 Características fisiológicas e produtividade das plantas | 55 |
| 5 CONCLUSÕES | 60 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 60 |
| REFERÊNCIAS..... | 61 |
| APÊNDICE..... | 66 |
| APÊNDICE A – Tabelas de análises de variância das análises de solo. | 67 |

1 INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma planta originária da América Central e do norte da América do Sul. Pode ser encontrada disseminada em toda a faixa equatorial do planeta. É conhecida como “sour sop” na língua inglesa, “guanabano” no idioma espanhol e “coros sol” em francês. (SOBRINHO, 2014).

A maior região produtora do País é o baixo sul da Bahia, onde Freitas e outros (2013) realizaram levantamento e observaram uma produtividade variando de 0,2 a 35 t ha⁻¹, sendo que a produtividade média era de 5,6 t ha⁻¹. Entretanto, considerando-se apenas as lavouras com idade superior a dois anos e produtivas, o rendimento foi de aproximadamente 12 t ha⁻¹, quando se considera a média dos vinte pomares mais produtivos. Essa grande variação está associada aos diferentes níveis de tecnologias adotadas pelos produtores.

A gravioleira possui uma carga genética que apresenta requerimentos específicos para o bom funcionamento de seu metabolismo. Além da genética, outros fatores também são fundamentais dentro da fisiologia dessa frutífera, como nutrição, ambiente (pluviosidade, temperatura, luminosidade, umidade relativa, ventos etc.), manejo das plantas (podas e polinização) e fitossanidade (controle de insetos, ácaros, patógenos e plantas daninhas). Assim, todos esses fatores em conjunto são essenciais para o êxito da produção e, logicamente, da comercialização de frutos e seus derivados.

A nutrição mineral é de grande importância para a produtividade e qualidade dos frutos, tanto para consumo *in natura* como para o processamento industrial. A nutrição deficiente ou excessiva ou, ainda, desequilibrada pode afetar a qualidade, como, por exemplo, o teor de açúcares, firmeza da massa, cores externa e interna, rachaduras nos frutos etc. O nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, boro e zinco, em particular, têm

sido relatados por apresentar um efeito pronunciado na qualidade de frutos (SÃO JOSÉ e outros, 2014).

Uma recomendação nutricional adequada para a gravioleira requer atenção especial em relação ao nitrogênio e ao potássio, por tratar-se de nutrientes extraídos em maior volume pela planta. Esses elementos apresentam grande mobilidade no solo e, se não forem manejados corretamente, podem ser facilmente lixiviados para as camadas mais profundas, não sendo aproveitados pelas raízes, causando prejuízos ao produtor e, no caso de atingirem o lençol freático, a contaminação dos mananciais. Outro fator importante é a influência do N e K₂O sobre a absorção dos outros macronutrientes, verificando-se a ocorrência de antagonismo e sinergismo entre eles (HOLANDA FILHO e outros, 2006).

Conhecer as exigências nutricionais da gravioleira é imprescindível para elaborar um pacote nutricional que atenda suas necessidades, garantindo as plantas um desenvolvimento com qualidade para obter altas produtividades. Entretanto, são escassas as pesquisas com nutrição de gravioleira, principalmente pesquisas realizadas em campo e na principal região produtora do País, sendo necessárias pesquisas com diferentes doses de adubos, com o auxílio de análises de solo e foliar.

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional. Através dela, pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se está havendo deficiência dele em situações não diagnosticadas visualmente. Circunstâncias de antagonismo e sinergismo entre nutrientes são também detectadas (HOLANDA FILHO e outros, 2006).

A realização do presente trabalho tem como objetivos determinar os reflexos da adubação NK nas características químicas do solo, nos teores foliares dos macros e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e na produtividade de gravioleira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da gravioleira

As plantas da família Annonaceae são constituídas por cerca de 120 gêneros e em torno de 2.300 espécies. No Brasil, estão registrados 29 gêneros, dentro dos quais cerca de 260 espécies, sendo algumas de importância econômica. Entre as espécies de maior importância comercial, destacam-se a graviola (*Annona muricata* L.), pinha, ata ou fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.), cherimoia (*Annona cherimola* Mill.) e a atemoia, híbrido de *A. cherimola* e *A. squamosa* (SOBRINHO, 2014).

A gravioleira apresenta hábito de crescimento ereto, com altura média de 4 a 8 metros na fase adulta, caule único e com ramificação assimétrica. Inicia a frutificação entre o terceiro e o quinto ano, e alcança o seu pleno desenvolvimento entre o sexto e o oitavo ano (FREITAS e BRIENZA, 2007). As folhas apresentam pecíolo curto, são oblongo-lanceoladas ou elípticas, medem 14 a 16 cm de comprimento e 5 a 7 cm na maior largura; as nervuras são pouco perceptíveis (MANICA, 1997).

A gravioleira tem como centro de origem a América Tropical, mais precisamente a América Central e vales peruanos, sendo considerada a mais tropical das anonáceas (RAMOS; PINTO; RODRIGUES, 2001). É encontrada tanto na forma silvestre como cultivada em regiões, desde o nível do mar até altitudes superiores a 1.100 m, distribuídas do Caribe ao Sudeste do México e no Brasil (MORTON, 1966), bem como nas regiões tropicais e subtropicais da Europa, Ásia, África, Nova Zelândia e Austrália (RAMOS; PINTO; RODRIGUES, 2001; SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009).

A espécie foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI (CORREA, 1931) e distribuída para diversas regiões, onde passou a ser

cultivada em pomares caseiros (RAMOS; PINTO; RODRIGUES, 2001), tornando-se mais tarde uma fruta de importância econômica para a região Nordeste. A graviola recebe diversas denominações, de acordo com a região, sendo conhecida como “soursop” na língua inglesa, “guanabano” no idioma espanhol e “coros sol” em francês (SOBRINHO, 2014). No Brasil, as denominações mais comuns são coração-de-boi, coração-de-rainha, jaca-de-pobre, jaca-do-pará e condessa (PINTO; RAMOS; RODRIGUES, 2001; SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009).

Segundo Ramos, Pinto e Rodrigues (2001), a gravioleira faz parte de um grupo de frutíferas de importância econômica em diversos países, como Venezuela, Colômbia, Porto Rico, Costa Rica, México, Panamá, Jamaica, Cuba, Espanha, Índia, Honduras, Guiana, Suriname, Brasil, Peru, Senegal e Cingapura.

A gravioleira é considerada a segunda anonácea em área cultivada e em produção no Brasil, perdendo apenas para a pinheira. Em 2006, a produção brasileira atingiu 5,5 mil toneladas de frutos, sendo que 80% desse total foi produzido na região Nordeste. A região Norte destaca-se como segunda produtora, produzindo cinco vezes menos do que a região Nordeste (LEMOS, 2014).

Na última década, a produção da gravioleira no Nordeste era bem distribuída, com exceção dos estados de Sergipe, Piauí e Maranhão, que no total apresentavam apenas 2% da área cultivada. A Bahia apresentava uma forte tendência ao crescimento na área plantada, porém, com produtividade inferior do que o estado de Pernambuco (LEMOS, 2014).

Apesar da escassez de dados sobre área plantada e comercialização da graviola, sabe-se que o cultivo desta fruta tem crescido bastante no Brasil nos últimos anos, especialmente no sul da Bahia, cuja área plantada georreferenciada alcança os 1.300 ha (ADAB, 2010), podendo ultrapassar 1.500 ha após o georreferenciamento de todos os pomares. A Agência de Defesa Agropecuária da Bahia estimou a produção de graviola, no ano de 2010, em 8.000 toneladas, com perspectivas de crescimento nos próximos

anos, colocando a Bahia como maior produtor mundial de graviola (ADAB, 2010).

Grande parte dos frutos de graviola comercializados tem como destino os mercados de São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Recife e Brasília, e os principais mercados atacadistas encontram-se na região Nordeste. Na Central de Abastecimento de Salvador, observa-se a tendência de aumento da oferta da fruta fresca. No ano de 2011 foram comercializadas mais de 52 toneladas. Na maioria das agroindústrias de polpa de frutas do Nordeste, a graviola é a quinta mais vendida, com 12% do total, ficando em volume atrás apenas das polpas de acerola, goiaba, maracujá e caju (LEMOS, 2014).

2.1.1 Fatores edafoclimáticos

Os fatores climáticos, como temperatura, precipitação, umidade relativa, luminosidade e edáficos influenciam a época de produção, produtividade e qualidade do fruto (SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009). A gravioleira vegeta bem em climas A ou Aw da classificação de Köppen, com temperaturas variando de 21 a 30°C. Geadas e quedas súbitas de temperaturas abaixo de 12°C e ocorrência de ventos frios provocam desfolhamento, seca dos ramos e abortamento das flores (RAMOS; PINTO; RODRIGUES, 2001).

A baixa umidade relativa do ar (50%) pode causar desidratação dos grãos de pólen, afetando a polinização das flores e, conseqüentemente, a frutificação e a produtividade do pomar (SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009). Em contrapartida, a alta umidade relativa favorece o desenvolvimento de doenças fúngicas (RAMOS; PINTO; RODRIGUES, 2001). A gravioleira vegeta e produz bem em regiões próximas ao nível do mar, como nos municípios de Ilhéus (50 m) e Una (58

m), Bahia, cuja temperatura média é de 23,6°C e as precipitações médias anuais são cerca de 1.700 a 1.900 mm, respectivamente (SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009).

Uma precipitação superior a 1.000 mm anuais e com chuvas bem distribuídas favorece a produção, desde que as chuvas não sejam intensas durante a frutificação (ARAÚJO FILHO e outros, 1998). Segundo Ramos, Pinto e Rodrigues (2001), a gravioleira necessita de um período de estiagem para favorecer a fecundação das flores e a formação dos frutos, sendo que a ocorrência de chuvas nesse período provoca o abortamento das flores e favorece o aparecimento de doenças como a antracnose. Entretanto, Sacramento, Barreto e Faria (2003) têm verificado que, em pomares bem manejados no Sul da Bahia, onde a precipitação é elevada e bem distribuída, a produção ocorre em todos os meses do ano, com produtividade superior a 30 t ha⁻¹.

2.1.2 Floração e frutificação

As flores no estágio de capulho têm um formato subgloboso ou piramidal, são hermafroditas, de cor verde-escura, quando em crescimento, e verde-clara, quando próximas da antese, distribuídas em pedúnculos curtos axilares ou diretamente no tronco, solitárias ou agrupadas de 2 a 4 flores (MANICA, 1997), formando uma estrutura denominada almofada floral. O cálice é constituído por três sépalas pequenas e a corola por seis pétalas carnosas, formadas por dois verticilos, sendo o externo de pré-floração valvar (PINTO e GENÚ, 1984). O androceu é composto por diversos estames, claviformes e apinhados, com filetes curtos. Cada um deles possui duas anteras que se abrem longitudinalmente para lançar os polens. O gineceu é composto de numerosos pistilos agrupados em forma de abóbodas acima dos estames; o ovário é súpero, unilocular e uniovulado; e o estilete é

curto com estigma único (PINTO; RAMOS; RODRIGUES, 2001). Os vários ovários unem-se durante a formação do fruto.

O fruto é uma baga composta, fruto múltiplo ou sincarpo, carnosos, com peso variando de 0,4 a 10 kg. A polpa apresenta coloração branca, sucosa e ligeiramente ácida, muito aromática e com alto teor de vitamina A e ácido ascórbico (MANICA, 1997). Possui até 490 sementes, as quais são obovóides, aplanadas, medem de 17 a 20 mm de comprimento e pesam de 0,57 a 0,61 g, com a testa dura e de cor marrom-escuro-brilhante (SACRAMENTO; MOURA; COELHO JUNIOR, 2009).

O desenvolvimento do botão floral da gravioleira não é uniforme e leva, em média, 48 dias entre o início de crescimento da gema floral e a antese (VILASBOAS e outros, 2009), com abertura da flor acontecendo em vários estádios. Após a polinização e abscisão das pétalas e anteras, o ovário fecundado não apresenta nenhuma mudança morfológica, sendo esse estágio denominado de quiescência. Em observações efetuadas em um pomar de gravioleiras no Sul da Bahia, foi verificado que o período de quiescência se estendeu de 32 a 169 dias (GATTWARD e outros, 2005).

A retomada de crescimento dos frutos que vingaram foi denominada por Worrell, Sean Carrington e Huber (1994) de “take off”, os quais relatam que, a partir desse ponto, o fruto inicia o seu desenvolvimento alcançando a maturação entre 13 a 21 semanas. Gattward e outros (2005) verificaram que, nas condições da região Sul da Bahia, o período compreendido entre a saída de quiescência e a colheita de frutos, em gravioleira do tipo Morada, foi 91 a 187 dias. Verificou-se, ainda, que as taxas de aborto nas fases de botão floral, quiescência e de desenvolvimento do fruto foram de 65,1%, 51,3% e 10,3%, respectivamente, resultando em uma taxa de 15,2% de frutos maduros a partir dos botões florais.

A taxa de crescimento dos frutos inicia-se de forma lenta, posteriormente, aumenta até o tamanho do fruto ficar próximo ao de colheita e, finalmente, decresce até a maturação.

2.2 Nutrição da gravioleira

A gravioleira, apesar da aparente rusticidade, extrai do solo grande quantidade de elementos minerais. Essa extração pode variar em função da sua fase de crescimento e desenvolvimento, além das condições ambientais ao longo do ano (SÃO JOSÉ e outros, 2014). Segundo Silva e outros (1999), os macronutrientes cálcio, potássio e nitrogênio, e os micronutrientes ferro e boro são os mais exigidos pela gravioleira. De acordo com Holanda Filho e outros (2006), os nutrientes mais absorvidos pela gravioleira são nitrogênio, potássio e cálcio.

O nitrogênio afeta diretamente o desenvolvimento vegetativo das anonáceas, assim como o florescimento, a produção e a qualidade dos frutos. A deficiência de nitrogênio pode acarretar, primeiramente, a perda gradual da coloração verde para uma tonalidade verde-pálida nas folhas mais velhas a partir da região basal, distribuindo-se uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras. Com a intensidade da deficiência, todas as folhas amarelecem e ficam sem brilho, ocorrendo queda prematura das folhas mais velhas, além da redução generalizada na altura e diâmetro do caule (BATISTA e outros, 2003; SÃO JOSÉ e outros, 2014).

O cálcio, como elemento formador de parede celular, é indispensável para o bom crescimento dos frutos logo após a fecundação e até sua maturidade fisiológica. A omissão de cálcio acarreta anormalidades visíveis nas folhas mais novas, percebendo-se, inicialmente, necrose ao longo da margem superior do ápice da folha, com o restante da folhagem apresentando verde normal (BATISTA e outros, 2003; SÃO JOSÉ e outros, 2014).

O potássio é responsável por ativar numerosas enzimas, sua deficiência acarreta distúrbios em reações metabólicas de acumulação de compostos livres ou solúveis. Em gravioleira, esse nutriente é fundamental

na fase inicial do crescimento de plântulas até seu período de produção. A deficiência de potássio caracteriza-se, inicialmente, por um esverdeamento intenso da folhagem, com pequena redução no tamanho das folhas novas. Nas folhas mais velhas, a partir do ápice, observa-se clorose marginal, avançando em direção à parte central por entre as nervuras, inicialmente de coloração verde-amarela para, posteriormente, marrom, como consequência da necrose. Com a severidade da deficiência, ocorre a queda das folhas basais e estabilidade no crescimento (BATISTA e outros, 2003; SÃO JOSÉ e outros, 2014).

A adubação adequada da cova é condição básica para que a muda de gravioleira tenha um excelente crescimento do seu sistema radicular, tornando-se vigorosa e resistente às condições adversas, que resultarão em planta adulta produtiva com frutos de qualidade (PINTO, 2009). A recomendação de adubação para a cultura da gravioleira é realizada a partir de análises das amostras do solo.

Araque (1971), realizando estudo com gravioleira na Venezuela, recomenda 250 g da fórmula 10-10-15 ou 10-15-15 misturada com 5 kg de esterco de curral. Andrade (2004) recomenda, para solos ácidos do Cerrado, as seguintes quantidades de corretivo e de adubo para cova: 216 g de calcário dolomítico (100% PRNT); 151 g de fósforo (P_2O_5), 1,0 g de boro; 0,5 g de cobre; 1,0 g de manganês; 0,05 g de molibdênio e 5,0 g de zinco; 21,6 litros de esterco bovino bem curtido ou 5,4 litros de esterco de aves; o nitrogênio e o potássio devem ser colocados em cobertura ao redor da planta, na quantidade de 20 g planta⁻¹ em três parcelas com intervalos de 30 dias.

Silva e Farnezi (2009) verificaram que, na fase de formação de mudas de gravioleira, o fósforo (P), nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram os nutrientes que, em baixa disponibilidade ou ausência, mais afetaram o crescimento das plantas. A produção de massa seca das mudas foi mais afetada na ausência de P e Ca.

Andrade (2004) apresenta um pacote nutricional para a formação da cultura da gravioleira, de acordo com a idade das plantas e com o resultado

da análise de solo (Tabela 1); e um pacote nutricional para a fase de produção, de acordo com a produtividade esperada e com o resultado da análise do solo (Tabela 2).

Tabela 1 - Recomendação de adubação de formação para a gravioleira, de acordo com a idade da planta e a disponibilidade de nutrientes no solo

| Idade | Nitrogênio | P ₁ (mg dm ⁻¹) | | | K ₂ (mg dm ⁻³) | | |
|-------|--------------|--|-----------|-------|---|-------------|--------|
| | | < 10,0 | 10,1-15,0 | >15,0 | <15,0 | 15,1 – 40,0 | > 40,0 |
| Anos | N (g/planta) | ----- P ₂ O ₅ (g/planta) ----- | | | ----- K ₂ O (g/planta) ----- | | |
| 1 | 40 | 100 | 60 | 30 | 60 | 40 | 20 |
| 2 | 100 | 140 | 100 | 50 | 100 | 60 | 30 |
| 3 | 190 | 200 | 140 | 70 | 140 | 90 | 45 |
| 4 | 270 | 240 | 160 | 80 | 160 | 110 | 50 |

Fonte: Andrade (2004); ¹Extrator Mehlich-1 e teor de argila de 16-35%; ²Extrator Mehlich-1 e teor de argila de <20%.

Tabela 2 - Recomendação de adubação de produção para a gravioleira, de acordo com a produtividade esperada, o teor foliar de N e a disponibilidade de nutrientes no solo

| Produtividade esperada | Teor N na folha ₁ (g kg ⁻¹) | | | P ₂ (mg dm ⁻¹) | | | K ₃ (mg dm ⁻³) | | |
|------------------------|--|-------|-----|---|----------|-------|---------------------------------------|-----------|--------|
| | <18 | 18-28 | >28 | < 10,0 | 10,-15,0 | >15,0 | <15,0 | 15,1-40,0 | > 40,0 |
| t/ha | ----- N (kg/ha) ----- | | | ---- P ₂ O ₅ (kg/ha) ---- | | | ----- K ₂ O (kg/ha) ----- | | |
| < 5 | 40 | 30 | 20 | 50 | 30 | 10 | 40 | 30 | 20 |
| 5 – 10 | 60 | 50 | 30 | 70 | 50 | 15 | 60 | 40 | 30 |
| > 10 | 100 | 80 | 50 | 120 | 80 | 20 | 105 | 70 | 50 |

Fonte: Andrade (2004); ¹ Extrator Mehlich-1 e teor de argila de 16-35%; ³Extrator Mehlich-1 e teor de argila de <20%.

Na fase em que o pomar de graviola se encontra em maior produção, as adubações com nitrogênio e potássio devem ser divididas em três ou quatro parcelas, a serem aplicadas durante o período chuvoso e distribuídas equidistantes, em toda a volta das plantas (ROZANE E NATALE, 2014).

As folhas da parte mediana da copa das árvores, na posição mediana do ramo, são as mais indicadas para amostragem e diagnóstico do estado nutricional da planta, pois refletem adequadamente os teores dos nutrientes da gravioleira (LIMA e outros, 2007).

2.2.1 Nitrogênio e potássio no solo

As plantas requerem maiores quantidades de nitrogênio e sua disponibilidade geralmente limita a produtividade das plantas. Esse elemento é encontrado em muitos compostos orgânicos, destacando-se os aminoácidos e ácidos nucleicos (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Os fertilizantes mais consumidos são os nitrogenados (RAIJ, 2011) e, dentre eles, destaca-se a ureia. Entretanto, alguns autores relatam altas perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 , quando a ureia é aplicada na superfície do solo (CANTARELLA e outros 2003; FRENEY e outros 1992). Além disso, o ânion nitrato apresenta baixa interação química com os minerais do solo, os quais apresentam predominância de cargas negativas (CANTARELLA, 2007).

A interação mais comum relacionada ao nitrogênio é com o potássio. Esses dois nutrientes minerais são absorvidos em maiores quantidades em quase todas as plantas e as interações entre ambos normalmente são do tipo não-competitiva. A absorção de um elemento eleva a demanda pelo outro. O estímulo do crescimento provocado pela adição de nitrogênio pode levar à deficiência de potássio por efeito de diluição e vice-versa. O suprimento balanceado de nitrogênio e de potássio, frequentemente, aumenta a resposta a ambos, mas a não-adição de um deles, em solos deficientes, pode levar a decréscimos na resposta ao outro, tanto em produção, quanto em acúmulo do nutriente (CANTARELLA, 2007).

Souza (2016), estudando quatro doses crescentes de adubação nitrogenada e potássica na cultura da pinheira, no estado da Bahia em um Cambissolo Háplico eutrófico, observou regressão quadrática de potássio no solo com aumento da dose de ureia no terceiro ciclo de produção avaliado,

no qual ocorreu o incremento no teor de potássio no solo ($663,75 \text{ g Kg}^{-1}$) até a terceira maior dose de ureia. Esse autor também observou um crescimento linear no teor de potássio no solo com aumento da dose de cloreto de potássio no primeiro, terceiro e quarto ciclo de produção avaliados.

Amorim (2012) avaliou a adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras 'Paluma' no estado de São Paulo em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, no qual observou que elevadas doses de ureia diminuíram as concentrações de potássio do solo, enquanto os aumentos das doses de cloreto de potássio elevaram linearmente as concentrações desse nutriente no solo.

A fertilização com ureia, por ser uma molécula de reação básica, inicialmente causa aumento do pH, principalmente ao redor dos grânulos do adubo. Porém, após a nitrificação do amônio, originado da hidrólise da ureia, o pH decresce para valores inferiores aos originais (LANGE e outros 2006).

A acidificação do solo pelo uso de adubos nitrogenados amoniacais ou, no caso da ureia, que gera amônio pela sua hidrólise, ocorre, pois, no processo de nitrificação, quando há formação de dois prótons (H^+) para cada íon de NH_4^+ nitrificado (CAMPOS, 2004; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

De acordo com Malavolta (2006), adicionalmente à nitrificação, a absorção de cátions pelas raízes também promove a acidificação do solo, devido à extrusão do H^+ celular para a solução do solo. Além disso, segundo o autor, o próprio tempo de cultivo promove acidificação do solo devido à lixiviação e à extração de bases pelas plantas, exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes, hidrólise do Al e, como consequência, aumento dos teores de H^+ e Al^{3+} .

A acidificação provocada pelo uso de adubos nitrogenados pode alterar também outros atributos químicos do solo, como: aumentar o teor de alumínio trocável e a acidez potencial; reduzir a CTC efetiva e as bases trocáveis; e, conseqüentemente, aumentar a necessidade de calagem (ROSADO e outros, 2014; CANTARELLA e outros, 2003; COSTA e outros, 2008).

Rosado e outros (2014) estudaram o efeito da aplicação de diferentes fontes e doses de N sobre os atributos químicos de um Latossolo Amarelo no município de Santa de Tereza - ES, e observaram decréscimo linear no pH e aumento linear da acidez potencial com aumento das doses de N, utilizando ureia como fonte.

Costa e outros (2008) avaliaram o efeito da aplicação de doses de ureia em pastagem de capim-marandu, por um período de três anos, sobre atributos químicos do solo no município de São Luís de Montes Belos – GO em um Latossolo Vermelho distrófico, e observaram redução linear do pH com aumento das doses de N.

Lange e outros (2006), estudando as alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio em sistema de plantio direto na cultura do milho em um Latossolo Vermelho distrófico típico, identificaram redução do pH nos teores de Ca, Mg e na saturação por bases com o aumento nas doses de ureia, após dois anos de cultivo de milho.

Cantarella e outros (2003) observaram redução do pH, dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e, conseqüentemente, da saturação por bases com aumento da dose de ureia, bem como uma redução 0,9 unidades no pH e um decréscimo de 20% na saturação por bases, após cinco anos de experimento em um pomar comercial de laranja no Estado de São Paulo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, solo e clima da região experimental

O experimento foi conduzido de março de 2015 a março de 2018, durante três ciclos de produção, 2015/2016 (1º ciclo), 2016/2017 (2º ciclo) e 2017/2018 (3º ciclo), em um pomar comercial de gravioleiras, no Sítio Santa Matilde, localizada no Município de Presidente Tancredo Neves – BA. No primeiro ano do experimento, as plantas tinham 4 anos de idade. A propriedade está situada no Bioma Mata Atlântica e o clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é Equatorial úmido (Af) (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), apresentando condições ideais para o cultivo da gravioleira, com temperatura média anual próxima a 25°C e precipitação anual entre 1100 mm a 1800 mm, bem distribuídos, apresentando pequenos veranicos, principalmente, nos meses de agosto, setembro e outubro.

Antes da realização do estudo, foram coletadas de solos da área experimental na camada de 0-20 cm e de 20-40 cm na projeção da copa, cerca de 10 sub-amostras para constituir uma amostra composta por camada, (Tabela 4).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2014), cujas médias das características químicas de todas as parcelas, na profundidade de 0-20 cm e 20-40 cm, estão apresentadas na Tabela 4. O pomar da área experimental apresenta topografia plana.

Tabela 3 – Análise química do solo da área experimental, na projeção da copa da gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| Camada | pH | MO | K* | Ca* | Mg* | Al | H ⁺ Al | V |
|---------|---------------------------------|--------------------|--|-------|-------|------------------------------------|----------------------|----|
| cm | H ₂ O | g dm ⁻³ | mmol _c dm ⁻³ | | | | | % |
| 0 – 20 | 5,85 | 27,8 | 0,75 | 28,5 | 13,7 | 1,0 | 27 | 72 |
| 20 – 40 | 5,05 | 21,2 | 3,80 | 27,3 | 12,7 | 1,2 | 35 | 56 |
| | P** | B**** | Cu*** | Fe*** | Mn*** | Zn*** | SB | T |
| cm | mg dm ⁻³ | | | | | mmol _c dm ⁻³ | | |
| 0 – 20 | 26,6 | 0,15 | 0,67 | 47,0 | 1,50 | 3,40 | 43 | 60 |
| 20 – 40 | 22,7 | 0,44 | 0,25 | 34,4 | 0,42 | 0,43 | 44 | 79 |

Extratores: *Resina; **Mehlich-1; ***DTPA; ****Água quente.

3.2 Condução do pomar

No experimento foram utilizadas 225 plantas úteis de gravioleira, com quatro anos de idade, originadas de mudas de pé franco, sendo plantadas em espaçamento de 5,0 x 5,0 m, perfazendo um total de 400 plantas por hectare.

O pomar de graviola foi iniciado em consórcio com banana da terra na linha de plantio e abacaxi na entrelinha. O abacaxi foi colhido somente uma safra, e a banana da terra foi conduzida durante duas colheitas. A partir do quarto ano, só permaneceram na área as gravioleiras em cultivo solteiro.

No período do inverno, foram aplicados fungicidas junto com inseticidas a cada 15 dias. Durante o ano, quando foi percebido ataque de pragas, foi realizado a aplicação de inseticidas com intervalo de aplicação de 4 dias, totalizando 4 a 5 aplicações.

Em épocas de pico de florescimento, junto com inseticidas, foram aplicados adubos foliares à base de cálcio e boro. Foram utilizados também fertilizantes foliares com aminoácidos.

No primeiro ano do experimento (2015), foi realizada uma adubação orgânica com esterco de cabra, sendo colocados em cobertura 5 kg de esterco por planta.

Foram realizadas podas a cada quatro meses na cultura da gravioleira para eliminação, principalmente, de ramos “ladrões” e para abertura da copa em forma de cálice. As flores eram polinizadas diariamente.

3.3 Delineamento experimental

Foram avaliados os efeitos da aplicação, parcelada em 12 vezes, de N: 0, 120, 240, 360 e 480 g planta⁻¹ ano⁻¹; de K₂O: 0, 140, 280, 420 e 560 g planta⁻¹ ano⁻¹, utilizando-se de um arranjo fatorial 5 x 5, obtendo-se, assim, 25 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e três plantas úteis por parcela. As fontes de N e K₂O utilizadas foram ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

As parcelas constituídas de três plantas úteis apresentavam 75 m², sendo divididas por uma planta na bordadura. A área total do experimento foi de 7.500 m², em um total de 300 plantas.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Parâmetros químicos do solo

As amostras de solo para análise foram retiradas abaixo da copa das plantas na camada de 0-20 cm. Uma subamostra foi coletada em cada planta

da parcela. As três subamostras foram misturadas e homogeneizadas, perfazendo uma amostra composta por parcela. A coleta das amostras foi realizada trinta dias após a última dose anual de aplicação dos adubos, ao final de cada ciclo de produção, no mês de março.

Os solos coletados foram identificados e encaminhados ao laboratório credenciado para determinação do pH, P, K, Ca, Mg, Al, H, Soma de bases, CTC efetiva, CTC potencial e saturação por bases.

3.4.2 Teores foliares dos nutrientes

Foram coletadas amostras de folhas para realização das análises, ao final de cada ciclo de produção estudado, no mês de março, trinta dias após a última dose anual de aplicação dos adubos. As folhas, para verificar o estado nutricional das plantas, foram retiradas do terço médio nos quadrantes das três plantas úteis da parcela, coletando-se a quarta folha em completa maturação, a começar a contar da ponta do ramo.

As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel, após a coleta, sendo devidamente identificadas e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn.

3.4.3 Índice SPAD

A leitura do Índice SPAD foi realizada na quarta folha em completa maturação, a começar a contar da ponta do ramo, no terço médio, nos quadrantes das três plantas úteis da parcela, 30 dias após a adubação ao final de cada ciclo de produção, no mês de março, no período da manhã. O Índice SPAD foi quantificado com auxílio do clorofilômetro, modelo Minolta SPAD-502. Foram realizadas duas leituras por folha, totalizando 24 leituras. Essas leituras ficaram armazenadas no clorofilômetro para, posteriormente, fazer o descarregamento no computador, no qual foram calculadas as médias para cada parcela experimental.

3.4.4 Crescimento em circunferência do tronco

A determinação do crescimento em circunferência do tronco foi realizada no início do experimento e a cada final de ciclo de produção até o final do experimento, com auxílio de trena graduada. O valor do crescimento em circunferência do tronco foi determinado através da diferença entre uma leitura e a leitura seguinte, ou seja, após um ano de crescimento.

3.4.5 Porcentagem de vingamento de frutos

Para determinar a porcentagem de vingamento de frutos, foram marcados 10 frutos no estágio de crescimento inicial, por parcela. Após 60 dias da data de marcação dos frutos, foram contados os frutos marcados que ainda se encontravam na planta, e foi calculada a porcentagem de frutos vingados.

3.4.6 Porcentagem de vingamento de flores

Para determinar a porcentagem de vingamento de flores, foram marcadas 10 flores em estágio feminino (flores com as pétalas totalmente abertas) por parcela, polinizadas manualmente e, 30 dias após a polinização das flores, foi calculada a porcentagem de flores vingadas.

3.4.7 Porcentagem de frutos quiescentes

Para determinar a porcentagem de frutos quiescentes, frutos que estão no estágio após a fase masculino da flor, mas que não iniciaram o crescimento, foram marcadas 10 flores, polinizadas manualmente, sendo

essas acompanhadas por 60 dias. Após esse período, foi feita a contagem do número de frutos que se encontravam, ainda, quiescentes.

3.4.8 Produtividade

A produtividade foi acompanhada durante todo o ciclo de produção, sendo contabilizado o número de frutos colhidos por parcela. Após a colheita, alguns frutos de cada parcela foram pesados durante o ano. Foi calculado o peso médio do fruto por parcela e, através do produto do peso médio com o número de frutos colhidos por ciclo de produção, foi determinada a produtividade da parcela, ou seja, a produtividade de três plantas. Essa produtividade foi convertida para um hectare (kg ha^{-1}).

As características relacionadas à fisiologia da planta, porcentagem de vingamento de frutos, porcentagem de vingamento de flores, porcentagem de frutos quiescentes e a característica agrônômica produtividade foram avaliadas somente no segundo e terceiro ciclos de produção.

3.4.9 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e regressão, com a utilização do Programa SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010). Para a comparação entre os ciclos da cultura, utilizou-se o teste de médias Tukey a 5 % de probabilidade, e análise conjunta dos ciclos de produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores dos nutrientes nas folhas de gravioleira

Na tabela 5, pode-se verificar que as dosagens de K_2O , bem como as suas interações com as dosagens de N não proporcionaram efeito significativo sobre os teores dos macronutrientes N, K, P, Mg, Ca e S e dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas da gravioleira, ao final de cada ciclo de produção estudado (Tabela 5, 7 e 9), com exceção do B, que sofreu influência da interação N com K_2O no primeiro ciclo de produção (Tabela 7 e Figura 2). As dosagens de N influenciaram significativamente os teores de N foliar da gravioleira somente no primeiro ciclo de produção (Tabelas 5 e 6). No segundo e terceiro ciclos de produção, não foram observadas diferenças significativas (Tabelas 8, 9, 10 e 11).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K_2O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------|----|----------------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | GL | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 8,626* | 0,587* | 73,990* | 0,456 | 0,344* | 0,809* |
| N | 4 | 7,517* | 0,139 | 0,360 | 1,564 | 0,086 | 0,009 |
| K | 4 | 0,793 | 0,059 | 1,259 | 0,778 | 0,062 | 0,009 |
| NK | 16 | 2,384 | 0,126 | 1,230 | 0,874 | 0,092 | 0,032 |
| Resíduo | 48 | 1,365 | 0,131 | 1,937 | 1,394 | 0,078 | 0,024 |
| CV (%) | | 6,39 | 27,04 | 13,34 | 14,95 | 14,61 | 9,87 |
| | | B | Cu | Fe | Mn | Zn | |
| | | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 264,435* | 2,177 | 0,988 | 3,018 | 0,656 | |
| N | 4 | 78,539 | 0,365 | 48,825 | 18,878 | 1,163 | |
| K | 4 | 24,839 | 0,812 | 12,352 | 10,658 | 0,859 | |
| NK | 16 | 62,962* | 1,390 | 40,050 | 15,101 | 1,856 | |
| Resíduo | 48 | 33,676 | 1,257 | 44,311 | 11,322 | 1,135 | |
| CV (%) | | 31,67 | 39,00 | 39,72 | 16,53 | 7,32 | |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 5 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | |
|---|-------------------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|------|-------|-------|-------|--|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | | |
| 0 | 18,23 | 1,38 | 10,46 | 7,73 | 1,86 | 1,59 | 22,03 | 2,99 | 16,49 | 20,78 | 14,12 | |
| 120 | 17,99 | 1,19 | 10,40 | 7,67 | 1,91 | 1,56 | 18,65 | 2,84 | 15,06 | 20,07 | 14,76 | |
| 240 | 17,77 | 1,33 | 10,19 | 7,61 | 2,04 | 1,58 | 16,16 | 2,91 | 19,83 | 19,00 | 14,44 | |
| 360 | 17,95 | 1,34 | 10,60 | 8,34 | 1,84 | 1,62 | 16,80 | 2,62 | 16,15 | 19,90 | 14,73 | |
| 480 | 19,53 | 1,46 | 10,50 | 8,13 | 1,90 | 1,56 | 17,95 | 3,00 | 16,25 | 22,01 | 14,74 | |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 18,44 | 1,41 | 10,83 | 8,28 | 1,94 | 1,59 | 16,58 | 3,06 | 15,52 | 19,50 | 14,54 | |
| 140 | 18,37 | 1,37 | 10,14 | 7,67 | 1,99 | 1,58 | 17,61 | 2,66 | 16,73 | 19,75 | 14,50 | |
| 280 | 18,54 | 1,26 | 10,28 | 7,83 | 1,84 | 1,58 | 19,95 | 2,62 | 16,75 | 21,63 | 14,19 | |
| 420 | 18,16 | 1,30 | 10,28 | 7,81 | 1,94 | 1,54 | 18,95 | 3,14 | 17,15 | 20,68 | 14,76 | |
| 560 | 17,97 | 1,37 | 10,63 | 7,88 | 1,85 | 1,61 | 18,52 | 2,90 | 17,55 | 20,22 | 14,78 | |

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos teores de boro foliar, em relação ao desdobramento NK, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O no primeiro ciclo de produção (2015/2016) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | GL | Quadrado Médio |
|---------|----|----------------|
| N/K0 | 4 | 14,718 |
| N/K140 | 4 | 50,156 |
| N/K280 | 4 | 95,147* |
| N/K420 | 4 | 94,350* |
| N/K560 | 4 | 76,016 |
| K/N0 | 4 | 111,518* |
| K/N120 | 4 | 76,887 |
| K/N240 | 4 | 9,173 |
| K/N360 | 4 | 2,974 |
| K/N480 | 4 | 76,135 |
| Resíduo | 48 | 33,676 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Para o teor de nitrogênio foliar, observou-se efeito quadrático, de acordo com as doses crescentes de N. O teor de nitrogênio foliar decresceu

até a dose 240 g de N planta⁻¹ ano⁻¹, aumentando na dose seguinte, atingindo seu teor máximo na maior dose de nitrogênio aplicada, como pode ser observado na Figura 1.

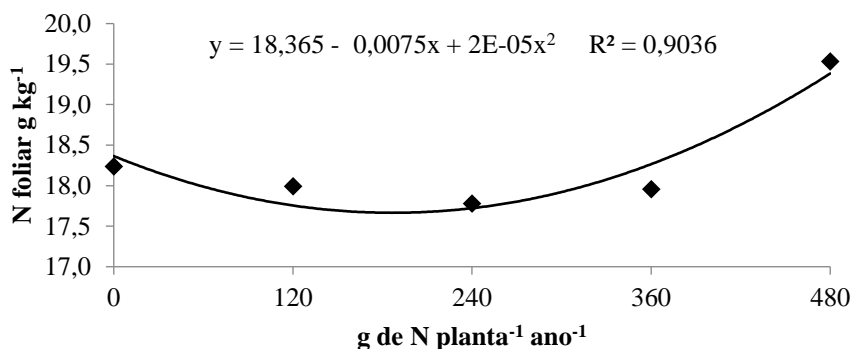


Figura 1 - Teores de nitrogênio foliar para as doses de N no primeiro ciclo de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA. 2018

Holanda Filho e outros (2006), avaliando os efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira no município de Teresina, no Piauí, observaram que as dosagens de K₂O influenciaram os teores de K foliar. As dosagens de N, bem como suas interações com dosagens de K₂O, não propiciaram efeito significativo sobre os teores de macronutrientes nas folhas.

Souza (2016), estudando as características da pinheira no estado da Bahia, em função da adubação NK, observou aumento linear do N foliar com o aumento das doses de N nos três primeiros ciclos de produção e regressão quadrática no quarto ciclo. As doses de K₂O e suas interações com as dosagens de N não proporcionaram efeito significativo sobre os teores de N e K foliares na cultura da pinha, semelhante ao que foi encontrado no presente trabalho.

Amorim e outros (2015) avaliaram o efeito da adubação N e K em goiabeiras ‘Paluma’ sobre o estado nutricional das plantas, e identificaram que a adubação nitrogenada promoveu aumento nos teores foliares de N em quatro ciclos de produção e a adubação potássica aumentou os teores de K

foliar nos ciclos de produção estudados, com exceção do primeiro ciclo. Esses autores não observaram interação da adubação N e K sobre os teores dos nutrientes nas folhas.

O acréscimo no teor de N foliar, por meio da aplicação de doses crescentes de ureia, não aconteceu no presente estudo, durante o segundo e terceiro ciclos de produção, possivelmente, porque podem ter sido mascaradas pelo incremento de N ao solo pela água da chuva, considerando que a região onde se encontra o experimento apresenta um elevado índice pluviométrico e boa distribuição ao longo do ano. Através da chuva, acontece o aporte de N aos solos, uma vez que a chuva arrasta os óxidos de N produzidos na atmosfera por descargas elétricas (SOUZA; FERNANDES 2006).

O teor foliar de B sofreu influência da interação da adubação com N e K_2O apenas no primeiro ciclo de produção estudado. Na dose de $280 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O , os teores de B, em função do aumento na dose de N, apresentaram regressão quadrática; já na dose $420 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O , em função do aumento na dose de N, esses apresentaram regressão linear negativa (Figura 2). Os teores de B na dose 0 N, em função do aumento na dose de K_2O , apresentaram regressão quadrática (Figura 2).

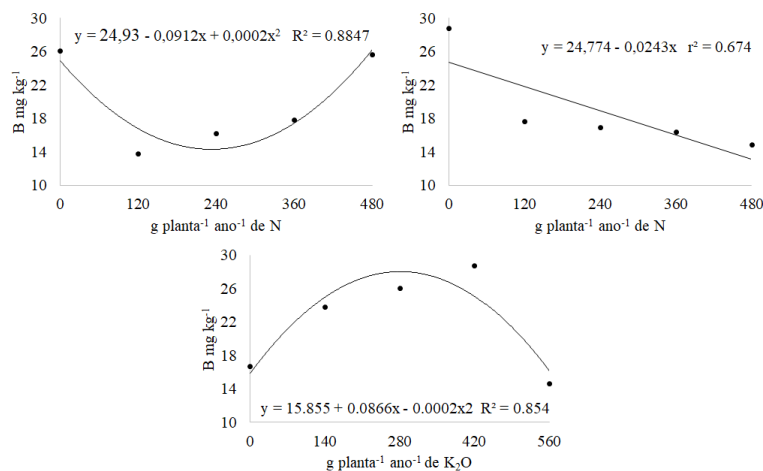


Figura 2 - Teores foliares de B na dose 280 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (A) e na dose 420 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (B) em função das doses de N e na dose 0 de N (C) em função das doses de K₂O, ao final do primeiro ciclo de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

Na dose 280 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, as menores doses de N ocasionaram efeito antagônico ao boro foliar, entretanto, a partir de 240 g planta⁻¹ ano⁻¹ N, ocorreu efeito contrário, favorecendo o acúmulo do micronutriente na folha. Na dose 420 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, a utilização de adubação nitrogenada reduziu o teor do boro, acentuando a redução deste com o aumento da quantidade de N aplicado ao solo. Quando não se adubou com nitrogênio, as menores doses de K₂O incrementaram o teor de boro na folha, porém, o aumento na dose de potássio, a partir da dose 280 g planta⁻¹ ano⁻¹, reduziu o teor de boro na folha.

Os teores dos nutrientes nas folhas apresentaram a seguinte ordem no primeiro ciclo de produção: N > K > Ca > Mg > S > P > Mn > B > Fe > Zn > Cu (Tabela 6). No segundo ciclo de produção, os teores de ferro superaram os teores de manganês e boro (Tabela 9). No terceiro ciclo, os teores de fósforo superaram os teores de magnésio e enxofre, ficando na seguinte ordem: N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu (Tabela 11).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O no segundo ciclo de produção (2016/2017) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------|----|----------------|-------|------------|----------|----------|--------|
| | GL | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 95,973* | 0,277 | 135,872* | 3,784* | 0,232 | 1,096* |
| N | 4 | 2,374 | 0,086 | 11,212 | 0,671 | 0,047 | 0,010 |
| K | 4 | 1,100 | 0,272 | 11,402 | 0,317 | 0,005 | 0,008 |
| NK | 16 | 2,966 | 0,207 | 4,687 | 0,623 | 0,083 | 0,047 |
| Resíduo | 48 | 4,055 | 0,206 | 6,055 | 0,775 | 0,075 | 0,046 |
| CV (%) | | 8,49 | 30,91 | 12,70 | 19,56 | 14,11 | 11,35 |
| | | B | Cu | Fe | Mn | Zn | |
| | GL | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 14,521 | 7,388 | 26473,130* | 507,958* | 115,605* | |
| N | 4 | 11,283 | 6,311 | 170,925 | 41,152 | 11,018 | |
| K | 4 | 2,938 | 5,102 | 65,665 | 62,072 | 9,329 | |
| NK | 16 | 5,467 | 4,484 | 803,006 | 121,773 | 8,891 | |
| Resíduo | 48 | 6,886 | 4,894 | 853,597 | 134,983 | 9,621 | |
| CV (%) | | 12,86 | 24,17 | 26,78 | 22,57 | 22,05 | |

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

Tabela 8 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O no segundo ciclo de produção (2016/2017) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|---|-------------------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | |
| 0 | 23,39 | 1,54 | 19,94 | 4,85 | 1,98 | 1,88 | 21,65 | 10,20 | 109,55 | 52,50 | 14,53 |
| 120 | 23,34 | 1,48 | 18,90 | 4,29 | 1,90 | 1,93 | 19,34 | 9,30 | 107,50 | 52,33 | 15,04 |
| 240 | 23,67 | 1,53 | 19,74 | 4,44 | 1,97 | 1,87 | 20,71 | 8,60 | 113,10 | 49,30 | 13,70 |
| 360 | 23,80 | 1,40 | 18,20 | 4,47 | 1,86 | 1,93 | 19,91 | 8,70 | 104,31 | 50,20 | 12,82 |
| 480 | 24,33 | 1,37 | 20,35 | 4,44 | 1,98 | 1,88 | 20,40 | 9,02 | 111,10 | 53,12 | 14,30 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | | |
| 0 | 23,42 | 1,38 | 17,92 | 4,75 | 1,93 | 1,89 | 19,77 | 8,63 | 110,32 | 50,60 | 13,62 |
| 140 | 23,73 | 1,57 | 19,44 | 4,42 | 1,96 | 1,92 | 20,98 | 9,00 | 112,20 | 49,10 | 13,60 |
| 280 | 23,48 | 1,32 | 19,84 | 4,47 | 1,95 | 1,91 | 20,27 | 8,70 | 108,05 | 50,90 | 14,20 |
| 420 | 23,81 | 1,64 | 20,08 | 4,40 | 1,92 | 1,90 | 20,41 | 10,03 | 107,64 | 24,44 | 15,40 |
| 560 | 24,09 | 1,42 | 19,85 | 4,45 | 1,96 | 1,86 | 20,57 | 9,43 | 107,33 | 52,45 | 13,51 |

Tabela 9 - Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O no terceiro ciclo de produção (2017/2018) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------|----|----------------|---------|-----------|----------|---------|-------|
| GL | | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 10,856* | 0,015 | 63,192* | 2,340* | 0,124 | 0,005 |
| N | 4 | 2,664 | 0,032 | 7,299 | 1,215 | 0,076 | 0,010 |
| K | 4 | 2,768 | 0,048 | 8,490 | 0,357 | 0,025 | 0,008 |
| NK | 16 | 2,004 | 0,044 | 2,895 | 1,011 | 0,121 | 0,021 |
| Resíduo | 48 | 1,782 | 0,035 | 3,952 | 0,550 | 0,072 | 0,022 |
| CV (%) | | 4,80 | 9,30 | 11,53 | 13,90 | 13,77 | 8,52 |
| | | B | Cu | Fe | Mn | Zn | |
| GL | | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 358,872* | 35,313* | 3121,755* | 368,903* | 40,723* | |
| N | 4 | 3,748 | 3,054 | 90,017 | 68,396 | 4,967 | |
| K | 4 | 19,302 | 0,387 | 314,671 | 40,728 | 2,123 | |
| NK | 16 | 13,244 | 1,236 | 172,535 | 35,827 | 6,091 | |
| Resíduo | 48 | 16,759 | 1,898 | 130,930 | 38,089 | 8,181 | |
| CV (%) | | 25,06 | 17,93 | 17,46 | 14,12 | 17,94 | |

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

Tabela 10 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O no terceiro ciclo de produção (2017/2018) de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | |
|---|-------------------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|------|-------|-------|-------|--|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | | |
| 0 | 27,90 | 2,70 | 18,10 | 5,31 | 1,85 | 1,73 | 16,63 | 8,20 | 66,40 | 46,20 | 15,86 | |
| 120 | 28,23 | 2,60 | 16,42 | 4,86 | 1,89 | 1,74 | 16,73 | 7,60 | 66,90 | 42,84 | 16,40 | |
| 240 | 27,42 | 2,03 | 17,10 | 5,54 | 1,98 | 1,77 | 15,66 | 7,35 | 66,80 | 45,80 | 15,03 | |
| 360 | 27,43 | 1,97 | 16,80 | 5,56 | 2,02 | 1,74 | 16,70 | 7,20 | 66,51 | 42,20 | 16,50 | |
| 480 | 28,30 | 1,98 | 17,80 | 5,40 | 1,98 | 1,70 | 16,10 | 8,13 | 61,20 | 41,53 | 15,96 | |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 27,66 | 1,96 | 17,32 | 5,21 | 1,99 | 1,74 | 15,52 | 7,64 | 58,40 | 45,16 | 16,24 | |
| 140 | 28,20 | 2,09 | 17,60 | 5,45 | 1,96 | 1,75 | 15,43 | 7,90 | 67,41 | 42,94 | 16,40 | |
| 280 | 27,44 | 1,97 | 16,20 | 5,37 | 1,93 | 1,70 | 18,14 | 7,63 | 65,05 | 41,43 | 15,60 | |
| 420 | 27,60 | 2,02 | 16,94 | 5,50 | 1,96 | 1,75 | 16,73 | 7,50 | 65,94 | 45,42 | 15,52 | |
| 560 | 28,43 | 2,05 | 18,20 | 5,15 | 1,88 | 1,74 | 15,85 | 7,80 | 70,92 | 43,57 | 16,00 | |

Nos três ciclos de produção estudados, os teores de N e P (Tabela 6, 9 e 11) apresentaram valores maiores aos considerados como adequado por Batista e outros (2003), que avaliaram a omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em mudas de gravioleiras em casa de vegetação. Já os teores de K, Ca, Mg e S, no primeiro ciclo de produção (Tabela 6), são considerados menores aos adequados, mas não são considerados deficientes.

No segundo e terceiro ciclos de produção estudados, os teores de K apresentaram-se semelhantes aos considerados adequados por esses autores, os demais nutrientes permaneceram menores aos teores adequados. A ordem dos macronutrientes foi diferente à encontrada por esses autores com relação ao K, que ficou após o Ca; e ao Mg, que ficou após o S. Esses diferentes resultados observados por esses autores, possivelmente, ocorreram por terem utilizado todas as folhas das mudas para análise foliar e mudas cultivadas em casa de vegetação, e o presente trabalho utilizou a quarta folha do ramo em plantas adultas, cultivadas em condições de campo.

Silva e Farnezi (2009) estudaram as limitações nutricionais para o crescimento de mudas de gravioleira em casa de vegetação e observaram valores maiores aos encontrados no presente trabalho, nos três ciclos de produção estudados, para os nutrientes N, K e B. Os teores de P, Mg e S, encontrados no presente trabalho, estão próximos aos teores encontrados por esses autores. Os teores de Ca foram semelhantes nos dois estudos. A ordem dos macronutrientes foi semelhante ao encontrado por esses autores, com exceção do S, que veio antes do Mg e do P.

Holanda Filho e outros (2006) encontraram valores de N, P, Ca, Mg e S semelhantes aos observados no presente trabalho no primeiro ciclo de produção, somente os valores encontrados para K foram inferiores aos observados por esses autores (Tabela 6). No segundo e terceiro ciclos de produção estudados, os valores de N superaram os valores observados por esses autores, provavelmente pelo aporte de N no solo ocasionado pelas chuvas bem distribuídas na área do presente estudo, diferente da região de

estudo desses autores, com chuvas concentradas somente no verão. Os teores de K, no segundo e terceiro ciclos de produção, tornaram-se semelhantes aos teores encontrados por esses autores (Tabelas 9 e 11). Comparando os dados obtidos pelos referidos autores com aqueles encontrados no presente trabalho no primeiro e no segundo ciclos, observa-se que a ordem dos macronutrientes foram iguais.

As análises de variância conjuntas realizadas, comparando as diferenças nos teores foliares dos macros e micronutrientes entre os três ciclos de produção estudados em função das doses de N e K₂O, apresentaram diferença significativa para todos os nutrientes estudados, com exceção do magnésio (Tabela 12 e 13). Os nutrientes Fe, Mn e Zn não apresentaram quadrados médios homogêneos, isto é, possuem uma relação maior que 7:1, por isso não foram avaliados na análise conjunta.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N considerando os três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu |
|---------|-----|----------------|--------|----------|---------|-------|--------|---------|----------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
| N | 4 | 1,782 | 0,014 | 2,153 | 0,356 | 0,023 | 0,004 | 9,452 | 1,321 |
| Ciclo | 2 | 345,055* | 1,967* | 330,379* | 47,013* | 0,019 | 0,439* | 62,028* | 161,843* |
| NxCiclo | 8 | 0,362 | 0,018 | 0,810 | 0,167 | 0,009 | 0,004 | 4,631 | 0,313 |
| Resíduo | 144 | 2,397 | 0,122 | 3,990 | 0,900 | 0,076 | 0,031 | 19,103 | 2,547 |
| CV (%) | | 6,65 | 21,66 | 12,72 | 16,05 | 14,26 | 10,22 | 23,81 | 24,28 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância dos teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de K₂O considerando os três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu |
|---------|-----|----------------|--------|----------|---------|-------|--------|---------|----------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
| K | 4 | 0,240 | 0,035 | 1,072 | 0,090 | 0,008 | 0,001 | 5,815 | 0,445 |
| Ciclo | 2 | 344,955* | 1,964* | 330,348* | 46,977* | 0,005 | 0,442* | 61,973* | 397,115* |
| NxCiclo | 8 | 0,345 | 0,020 | 1,579 | 0,100 | 0,005 | 0,006 | 1,800 | 0,407 |
| Resíduo | 144 | 2,397 | 0,122 | 3,990 | 0,900 | 0,076 | 0,031 | 19,103 | 2,547 |
| CV (%) | | 6,65 | 21,66 | 12,72 | 16,05 | 14,26 | 10,22 | 23,81 | 24,28 |

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

Tabela 13 - Teores foliares dos macros e micronutrientes em função das doses de N e K₂O nos três ciclos de produção de gravioleira. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | N | P | K | Ca | S | B | Cu |
|----------|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|-----------------------------|-------|
| Ciclos | -----g Kg ⁻¹ ----- | | | | | --- mg Kg ⁻¹ --- | |
| 1º Ciclo | 18,30c | 1,34b | 10,43c | 7,90a | 1,56c | 18,32ab | 2,88c |
| 2º Ciclo | 23,71b | 1,47b | 19,43a | 4,50c | 1,90a | 20,40a | 9,15a |
| 3º Ciclo | 27,86a | 2,02a | 17,24b | 5,34b | 1,74b | 16,34b | 7,68b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de N e P nas folhas apresentaram aumento do primeiro ciclo de produção para o terceiro ciclo de produção, como pode ser observado na Tabela 14. Os teores de Ca nas folhas diminuíram no segundo ciclo, e aumentaram no terceiro, porém os teores do terceiro ciclo não superaram os do primeiro ciclo (Tabela 14). Os teores foliares dos outros nutrientes (K, S, B e Cu) apresentaram aumento no segundo ciclo de produção, mas diminuíram no terceiro ciclo de produção. O boro foi o único desses que diminuiu a ponto de apresentar teores inferiores aos encontrados no primeiro ciclo de produção (Tabela 14).

Um fator que pode ter contribuído para o aumento nos teores de N foliar na gravioleira de um ciclo para o outro é o local onde se encontra o pomar que foi desenvolvido o experimento, que apresenta chuvas bem

distribuídas durante o ano. Através da chuva acontece o aporte de N aos solos (SOUZA; FERNANDES, 2006). Paralelamente ao acréscimo de N pela chuva no solo, está ocorrendo a mineralização da matéria orgânica do esterco de carneiro e da própria planta, que é depositada ao solo por meio das podas, disponibilizando ao longo do tempo nutrientes para a planta.

Souza (2016) encontrou resultado diferente do presente trabalho para a cultura da pinha, sendo observada uma redução do teor de N foliar do primeiro ciclo para o segundo ciclo, aumentando novamente no terceiro e quarto ciclos, porém, não supera o teor de N foliar apresentado no primeiro ciclo de produção. Souza realizou seu estudo no semiárido baiano, que apresenta condições edafoclimáticas completamente distintas do local do presente estudo.

Amorim e outros (2015) observaram que a adubação nitrogenada promoveu o aumento nos teores foliares de N e Mn, e decréscimos nos de P, S e B na folha de goiabeira ao longo de quatro ciclos avaliados. A adubação potássica promoveu aumento nos teores foliares de K e Mn, e decréscimo nos teores de Mg.

A determinação dos teores foliares dos nutrientes é importante para saber se os fertilizantes aplicados estão sendo bem aproveitados, se estão sendo utilizados em quantidades corretas, para que não deixem de suprir às necessidades nem causem toxidez à cultura ou para não causarem antagonismo e sinergismo entre eles.

4.2 Análise química do solo

Através das análises de solo realizadas no final de cada ciclo de produção estudados, observou-se que as doses de N proporcionaram efeito significativo sobre os teores do pH, Al^{3+} , acidez potencial (H + Al), CTC a pH 7,0 e saturação por bases nos três ciclos estudados (Tabelas 14, 15 e 17).

No segundo ciclo de produção, as doses de N também afetaram significativamente os teores de B no solo, ocasionando a redução do seu teor à medida que aumentou a dose de N (Tabela 16).

Tabela 14 - Análise química de solo da área experimental no primeiro ciclo de produção (2015/2016) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), saturação por bases (V) e fósforo (P) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | pH | Ca | Mg | Al | H ⁺ | | SB | t | T | V | P |
|---|--|------|------|------|----------------|------|------|------|----|----|------|
| | | | | | Al | K | | | | | |
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | mmol _c dm ⁻³ mg dm ⁻³ | | | | | | | | | | |
| 0 | 6,1 | 25,5 | 14,0 | 0,87 | 26,3 | 0,97 | 40,5 | 41,4 | 67 | 60 | 21,6 |
| 120 | 5,9 | 27,7 | 13,4 | 0,93 | 31,7 | 0,75 | 41,8 | 42,7 | 73 | 57 | 26,3 |
| 240 | 5,5 | 30,3 | 12,5 | 1,33 | 33,0 | 0,85 | 43,1 | 44,5 | 76 | 56 | 20,5 |
| 360 | 5,3 | 28,4 | 11,0 | 2,07 | 41,3 | 0,96 | 34,3 | 36,7 | 76 | 45 | 27,0 |
| 480 | 5,3 | 29,6 | 11,1 | 1,93 | 42,6 | 1,20 | 41,9 | 43,9 | 84 | 49 | 37,5 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | | |
| 0 | 5,5 | 29,6 | 13,5 | 1,46 | 35,7 | 0,22 | 42,5 | 43,9 | 78 | 54 | 23,6 |
| 140 | 5,8 | 29,8 | 13,8 | 1,07 | 32,7 | 0,60 | 43,4 | 44,5 | 76 | 57 | 31,2 |
| 280 | 5,5 | 25,9 | 11,3 | 1,40 | 36,2 | 1,26 | 36,4 | 37,9 | 73 | 50 | 24,4 |
| 420 | 5,5 | 27,5 | 11,3 | 1,70 | 37,2 | 1,42 | 39,0 | 40,7 | 76 | 51 | 28,6 |
| 560 | 5,9 | 28,5 | 12,2 | 1,40 | 33,1 | 1,30 | 40,3 | 41,7 | 73 | 55 | 25,2 |

Tabela 15 - Análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | pH | Ca | Mg | Al | H + Al | K | SB | t | T | V |
|---|--------------------------------------|------|-----|------|--------|------|------|------|----|----|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | mmolc dm ⁻³ % | | | | | | | | | |
| 0 | 5,2 | 23,0 | 6,3 | 0,38 | 23,8 | 1,45 | 30,8 | 31,2 | 54 | 55 |
| 120 | 4,8 | 21,3 | 4,9 | 1,41 | 31,3 | 1,60 | 27,8 | 29,2 | 59 | 47 |
| 240 | 4,7 | 23,9 | 6,2 | 1,47 | 30,2 | 1,21 | 31,4 | 32,8 | 61 | 50 |
| 360 | 4,3 | 20,1 | 5,3 | 3,96 | 41,6 | 1,25 | 26,7 | 30,7 | 68 | 39 |
| 480 | 4,3 | 22,0 | 5,3 | 4,26 | 43,5 | 1,28 | 28,6 | 32,8 | 72 | 40 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | |
| 0 | 4,5 | 23,0 | 6,3 | 3,36 | 37,3 | 0,67 | 30,8 | 33,3 | 67 | 44 |
| 140 | 4,7 | 22,5 | 6,2 | 1,94 | 33,1 | 1,49 | 27,8 | 32,1 | 63 | 48 |
| 280 | 4,8 | 22,8 | 6,1 | 1,63 | 30,7 | 1,44 | 31,4 | 32,0 | 61 | 49 |
| 420 | 4,7 | 21,7 | 5,0 | 1,72 | 31,9 | 1,65 | 26,7 | 30,1 | 60 | 47 |
| 560 | 4,6 | 20,4 | 4,5 | 2,84 | 37,3 | 1,54 | 28,6 | 29,3 | 63 | 42 |

Tabela 16 - Análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | P | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | M.O. |
|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ |mg dm ⁻³ | | | | | | | g dm ⁻³ |
| 0 | 73 | 6,5 | 0,17 | 0,68 | 66,8 | 1,85 | 3,74 | 22,4 |
| 120 | 72 | 10,6 | 0,14 | 0,67 | 65,8 | 1,68 | 3,89 | 23,1 |
| 240 | 68 | 8,1 | 0,15 | 0,62 | 63,1 | 1,75 | 3,8 | 22,3 |
| 360 | 75 | 7,5 | 0,12 | 0,65 | 66,1 | 1,61 | 3,82 | 22,8 |
| 480 | 80 | 10,0 | 0,13 | 0,71 | 65,8 | 1,64 | 3,84 | 22,7 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | |
| 0 | 75 | 9,2 | 0,13 | 0,69 | 66,4 | 1,59 | 3,92 | 22,3 |
| 140 | 74 | 8,3 | 0,16 | 0,63 | 66,0 | 1,78 | 3,66 | 22,5 |
| 280 | 77 | 10,9 | 0,16 | 0,64 | 64,2 | 1,76 | 4,26 | 23,3 |
| 420 | 72 | 7,1 | 0,14 | 0,71 | 65,6 | 1,80 | 3,96 | 22,6 |
| 560 | 71 | 7,1 | 0,14 | 0,66 | 65,4 | 1,60 | 3,31 | 22,6 |

Os autores Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) interpretam a disponibilidade do nutriente potássio no solo em cinco classes: muito baixa, baixa, média, boa e muito boa. No final do primeiro ciclo de produção (Tabela 14), os teores de potássio no solo, de acordo com as doses de K_2O aplicadas, apresentavam disponibilidade média, com exceção das doses 0 e $140 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, que estavam muito baixa e baixa, respectivamente. No final do segundo ciclo (Tabela 15), os teores de potássio permaneceram com disponibilidade média, com exceção da dose 0, que estava baixa.

No final do terceiro ciclo de produção (Tabela 17), os solos com as três menores doses de K_2O possuíam boa disponibilidade e as duas maiores estavam com muito boa disponibilidade no solo. Vale ressaltar que, segundo esses autores, a disponibilidade de potássio acima de $1,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$ (disponibilidade boa) indica nível crítico de potássio no solo, no qual não se deve esperar resposta à adubação potássica.

No terceiro ciclo de produção, as doses de N afetaram, além dos parâmetros citados anteriormente, os teores de cálcio, magnésio, alumínio, potássio, soma de bases, CTC efetiva do solo e dos micronutrientes B, Cu, Fe e Mn (Tabelas 17, 18 e Figuras 8 e 9).

Tabela 17 - Análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | pH | Ca | Mg | Al | H + Al | K | SB | T | T | V |
|---|--------------------------------------|------|-----|------|--------|------|------|------|------|----|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | mmolc dm ⁻³ % | | | | | | | | | |
| 0 | 5,8 | 35,8 | 9,5 | 0,40 | 19,0 | 4,02 | 49,4 | 49,7 | 68,4 | 71 |
| 120 | 5,3 | 31,0 | 7,0 | 0,56 | 30,0 | 4,02 | 42,1 | 42,7 | 72,6 | 58 |
| 240 | 5,1 | 31,5 | 7,4 | 0,74 | 36,6 | 3,01 | 41,9 | 42,7 | 78,5 | 53 |
| 360 | 4,8 | 28,4 | 6,8 | 1,98 | 41,0 | 2,84 | 38,0 | 40,0 | 79,1 | 47 |
| 480 | 4,6 | 25,4 | 5,4 | 3,02 | 52,3 | 3,17 | 34,0 | 37,0 | 86,3 | 39 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | | | |
| 0 | 5,1 | 31,2 | 7,6 | 1,58 | 38,5 | 2,14 | 40,9 | 42,5 | 79,5 | 52 |
| 140 | 5,1 | 31,0 | 7,5 | 1,77 | 38,8 | 2,88 | 41,4 | 43,2 | 79,3 | 52 |
| 280 | 5,3 | 31,7 | 8,4 | 0,54 | 31,1 | 3,14 | 43,1 | 43,7 | 74,2 | 58 |
| 420 | 5,1 | 29,6 | 7,0 | 1,21 | 36,3 | 4,10 | 40,8 | 41,9 | 77,0 | 54 |
| 560 | 5,1 | 28,6 | 5,8 | 1,24 | 35,3 | 4,80 | 39,2 | 40,4 | 74,4 | 53 |

Tabela 18 - Análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | P | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | M.O. |
|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ |mg dm ⁻³ | | | | | | | g dm ⁻³ |
| 0 | 87 | 6,6 | 0,38 | 0,84 | 60,1 | 2,20 | 3,90 | 25,0 |
| 120 | 80 | 10,4 | 0,37 | 0,74 | 53,9 | 2,13 | 2,93 | 26,6 |
| 240 | 89 | 10,1 | 0,32 | 0,71 | 50,4 | 2,08 | 3,09 | 25,6 |
| 360 | 88 | 9,0 | 0,25 | 0,62 | 53,1 | 1,85 | 2,81 | 24,8 |
| 480 | 81 | 9,5 | 0,20 | 0,62 | 49,2 | 1,49 | 2,73 | 25,2 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | | | | | |
| 0 | 86 | 10,2 | 0,28 | 0,72 | 51,9 | 2,01 | 3,11 | 26,1 |
| 140 | 82 | 10,2 | 0,25 | 0,66 | 54,3 | 1,95 | 2,87 | 25,8 |
| 280 | 83 | 10,6 | 0,34 | 0,67 | 51,8 | 1,96 | 2,61 | 24,5 |
| 420 | 90 | 7,5 | 0,33 | 0,76 | 54,2 | 1,99 | 3,08 | 24,6 |
| 560 | 84 | 7,1 | 0,31 | 0,71 | 54,5 | 1,83 | 2,98 | 26,2 |

O pH e a saturação por bases apresentaram regressão linear negativa, uma vez que, ao aumentar as doses de nitrogênio, ocasionou a redução desses parâmetros (Figura 3 e 6). O teor do Al^{3+} , da acidez potencial e da CTC a pH 7,0 apresentaram regressão linear positiva, pois à medida que aumentou-se as doses de nitrogênio, observou-se o aumento desses parâmetros do solo (Figura 4, 5 e 7).

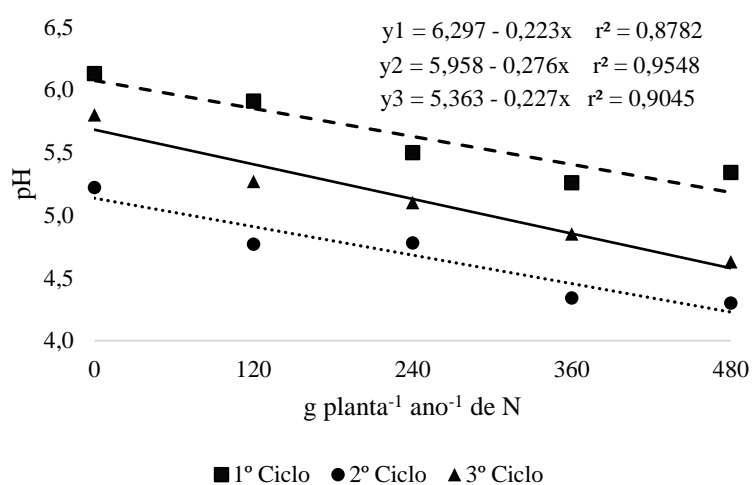


Figura 3 - pH do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

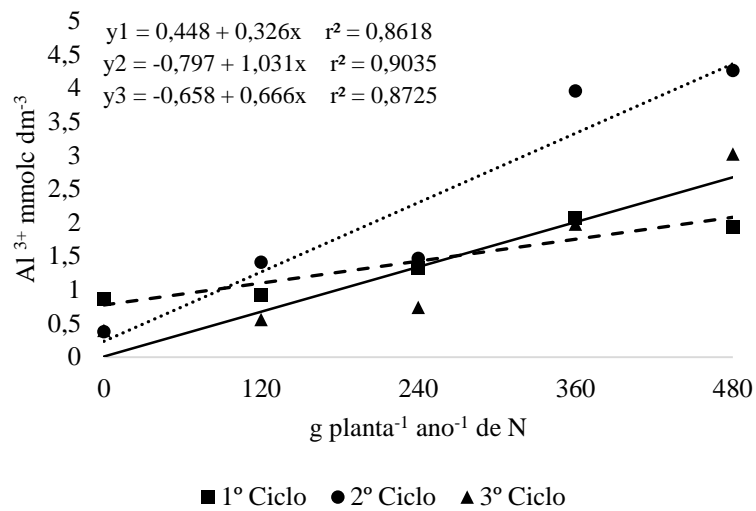


Figura 4 - Saturação por Al³⁺ do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

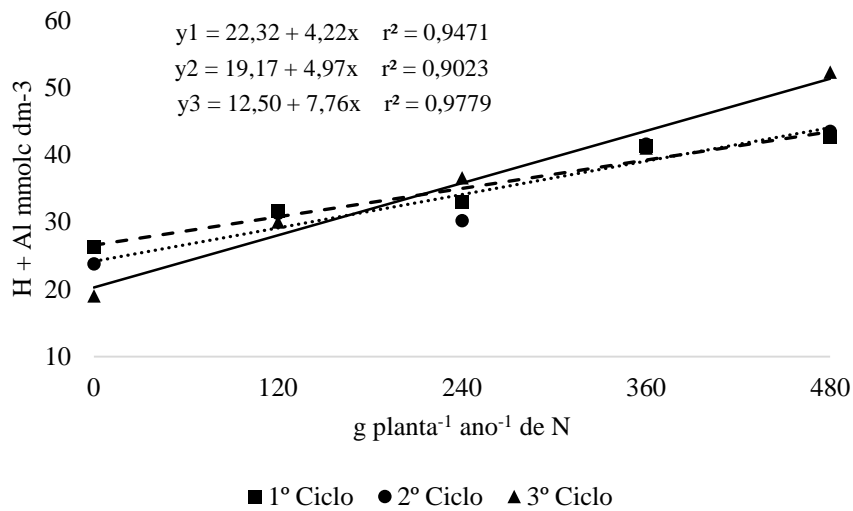


Figura 5 - Acidez potencial do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

A ureia, fonte de nitrogênio utilizada, apresentou efeito acidificante no solo, com efeito mais intenso ao final do terceiro ciclo de produção, como pode ser observado na Figura 3 e na Tabela 18. Esse fato é resultado das adubações com ureia serem realizadas na mesma área do solo, a cada ciclo, abaixo da copa da planta, intensificando esse efeito com o passar do tempo. O pH do solo, ao final do terceiro ciclo de produção, variou de 5,8, no tratamento sem N, para 4,6, para o tratamento que utilizou a maior dose de N, tendo redução de 1,2 unidades. Esse efeito desfavorável de redução do pH pode ser explicado pelo aumento da acidez potencial, à medida que se aumentou as doses de N. O aumento da acidez potencial intensificou-se a cada ciclo de produção, atingindo uma maior amplitude entre a menor e a maior dose de nitrogênio aplicadas, no terceiro ciclo de produção (33,3 mm. dm⁻³) (Tabela 4).

Segundo Malavolta (2006), adicionalmente à nitrificação, a absorção de cátions pelas raízes também promove a acidificação do solo, devido à extrusão do H⁺ celular para a solução do solo. Além disso, o próprio tempo de cultivo promove acidificação do solo, devido à lixiviação e à extração de bases pelas plantas, exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes, hidrólise do Al³⁺ e, como consequência, aumento dos teores de H⁺ e Al³⁺.

A acidificação do solo pelo uso de adubos nitrogenados amoniacais ou, no caso da ureia, que gera amônio pela sua hidrólise, ocorre, pois, no processo de nitrificação, quando há formação de dois prótons (H⁺) para cada íon de NH₄⁺ nitrificado (CAMPOS, 2004; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Esses resultados corroboram os resultados encontrados por outros autores (LATTUADA e outros, 2016; ROSADO e outros, 2014; AMORIM, 2012; COSTA e outros, 2008; CANTARELLA e outros, 2003). Rosado e outros (2014) estudaram o efeito da aplicação de fontes e doses de N sobre os atributos químicos de um Latossolo Amarelo, no município de Santa de Tereza - ES, e observaram decréscimo linear no pH e aumento linear da acidez potencial com aumento das doses de N, utilizando ureia como fonte.

Cantarella e outros (2003) observaram decréscimo do pH de 5,6 para 4,7, com o aumento da dose de N (ureia), após 5 anos de experimento em pomar de laranja.

Amorim (2012) avaliou a adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras 'Paluma' sobre os atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo, e observou redução do pH em dois ciclos de produção e aumento da acidez potencial nos três ciclos estudados, sendo mais acentuado a redução do pH no terceiro ciclo, semelhante ao presente trabalho.

Costa e outros (2008) avaliaram o efeito da aplicação de doses e fontes de N em pastagem de capim-marandu, por um período de três anos, sobre atributos químicos do solo, no município de São Luís de Montes Belos - GO, e observaram redução linear do pH e aumento linear do Al^{3+} com aumento das doses de N, sendo ureia a fonte. A redução de pH foi semelhante ao do presente trabalho, de 0,6, 0,8 e 1,2 unidades, para cada ano de experimento, respectivamente.

A saturação por bases decresceu com o aumento da dose de nitrogênio nos três ciclos de produção da graviola estudados, decréscimo esses de 11% no primeiro ciclo, 15% no segundo ciclo e 32% no terceiro ciclo (Figura 6). O decréscimo da saturação por base foi se acentuando a cada ciclo de produção estudado, semelhante ao pH, uma vez que a cada ciclo de produção há um acúmulo de adubações desde o primeiro ciclo estudado, intensificando esse fato. Esse efeito de empobrecimento do solo é ocasionado pela redução do pH, observado na Figura 3, e devido ao aumento do Al^{3+} e da acidez potencial na solução do solo (Figuras 4 e 5), onde esses cátions tóxicos ocupam os lugares dos cátions essenciais.

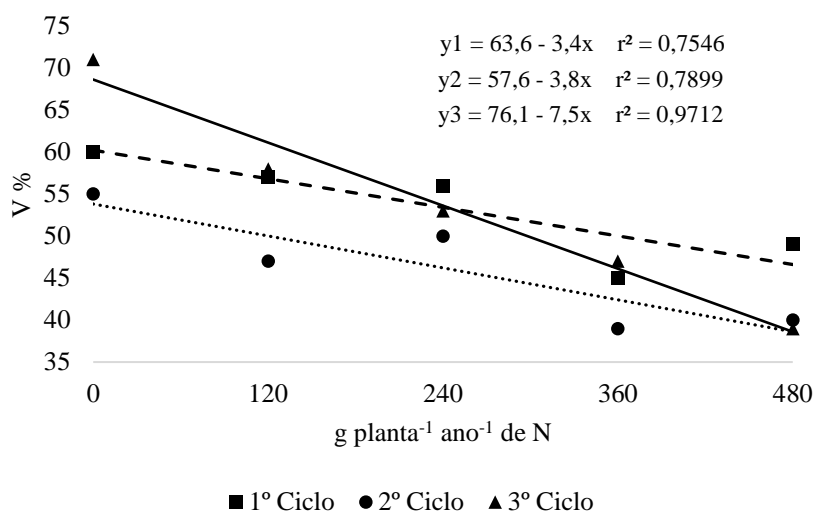


Figura 6 - Saturação de bases do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

Cantarella e outros (2003) observaram redução da saturação por bases com aumento da dose de N, sendo essa redução de 67% para 47%, decréscimo de 20%, após cinco anos de experimento em pomar comercial de laranja. Lange e outros (2006) também encontraram redução de 20%, em média, da saturação por bases entre os tratamentos extremos, ausência de N e a maior dose, após dois anos de cultivo de milho.

A CTC a pH 7,0 aumentou com o incremento nas doses de nitrogênio nos três ciclos de produção da gravioleira, como pode ser observado na Figura 7. O referido incremento foi semelhante nos três ciclos de produção, e é justificado pelo aumento da acidez potencial em cada ciclo, uma vez que a CTC a pH 7,0 é a soma dos parâmetros soma de bases (Ca, Mg e K) e acidez potencial (H + Al).

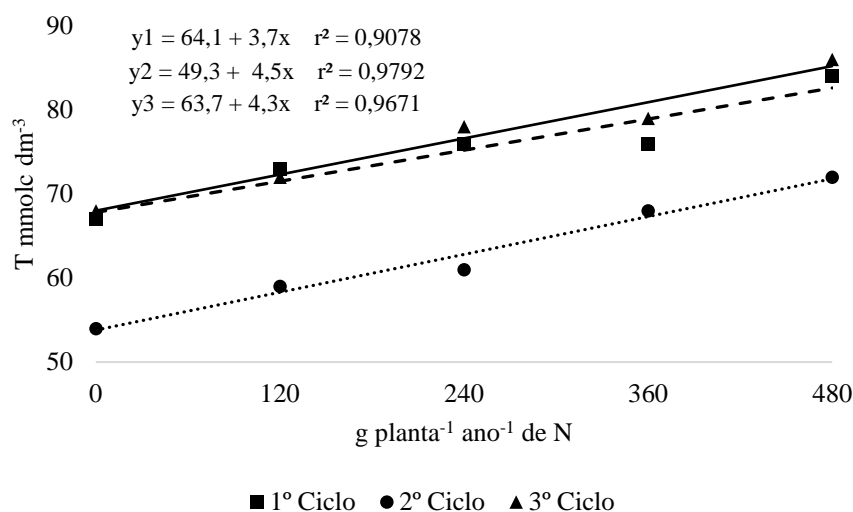


Figura 7 - CTC a pH 7,0 (T) do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de Nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

No terceiro ciclo de produção da gravioleira, o aumento nas doses de nitrogênio ocasionou a redução nos teores de cálcio, magnésio, potássio, soma de bases, CTC efetiva e dos micronutrientes B, Cu, Fe e Mn no solo (Tabelas 17 e 18; e Figuras 8 e 9). O processo de nitrificação do amônio (oriundo da ureia e da matéria orgânica) gera cátions H^+ e ânions NO_3^- que deslocam os cátions trocáveis Ca, Mg e K, ocasionando a substituição desses cátions por alumínio trocável e hidrogênio não dissociado, acidificando o solo (RAIJ, 2011). Devido à redução desses cátions no solo, ocasionado pela acidificação do solo, ocorre, conseqüentemente, a redução da soma de bases e da CTC efetiva.

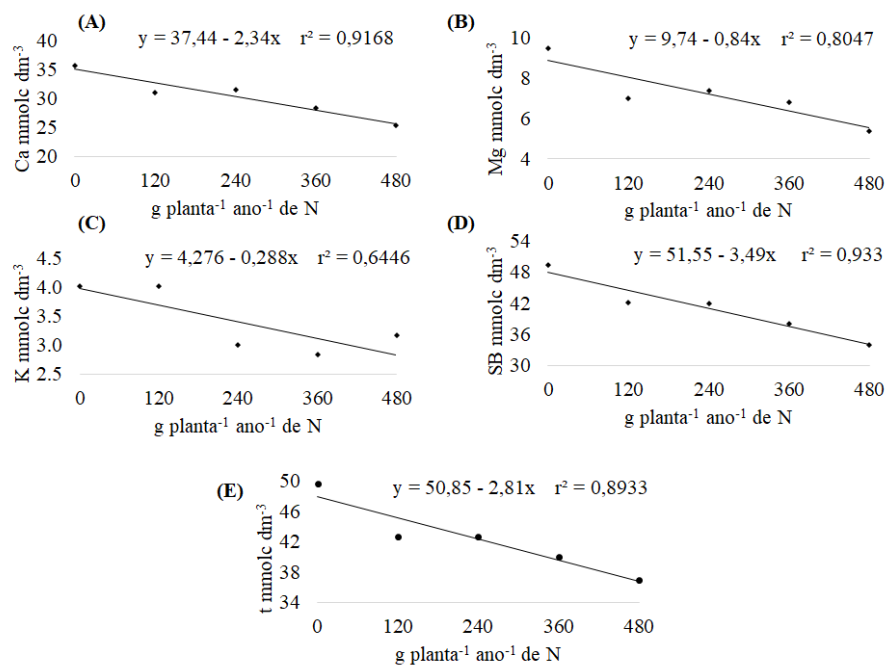


Figura 8 - Teores de cálcio (A), magnésio (B), potássio (C), soma de bases (D) e CTC efetiva (E) do solo no final do terceiro ciclo de produção de gravioleira em função das doses de nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

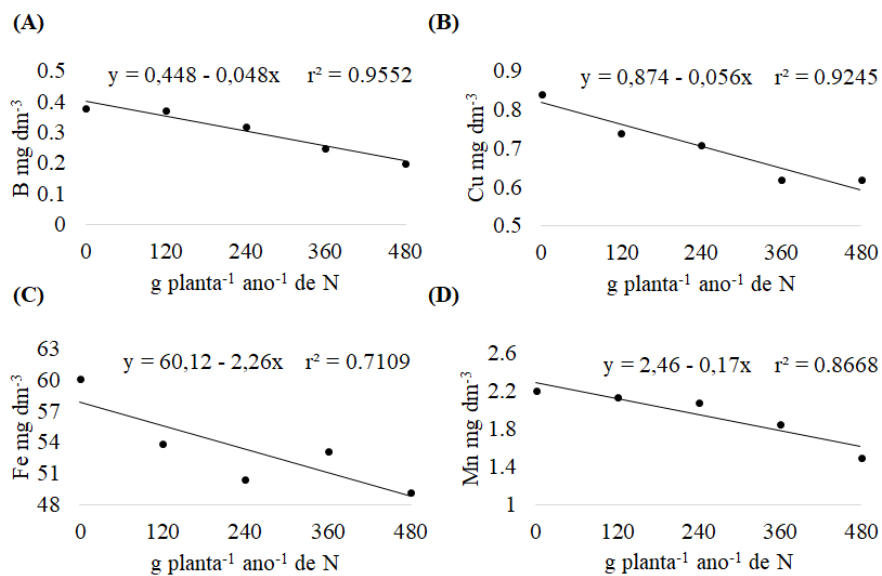


Figura 9 – Teores de boro (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) do solo no final do terceiro ciclo de produção de gravioleira em função das doses de nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

As doses de K₂O afetaram significativamente somente o teor de K do solo, apresentando regressão linear positiva, nos três ciclos estudados (Figura 10). As interações de N e K₂O não afetaram significativamente as características do solo.

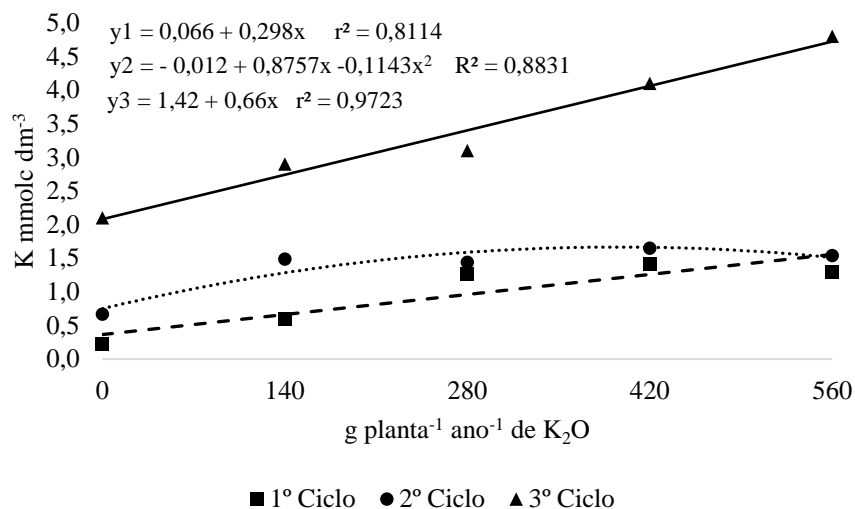


Figura 10 - Teor de potássio do solo no final do primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção em função das doses de potássio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018. y1, y2 e y3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclos de produção, respectivamente

O potássio apresenta efeito residual no solo, como pode ser observado na Figura 10. A cada ciclo de produção da gravioleira, houve um incremento de potássio no solo, sendo mais intenso no terceiro ciclo de produção, em resultado ao acúmulo de adubações com cloreto de potássio a cada ciclo. Devido a esse efeito residual do potássio no solo, a análise do solo é uma importante ferramenta para verificar a necessidade de adubação com esse nutriente, com o intuito de evitar a dessalinização do mesmo.

Souza (2016) encontrou resultado semelhante ao do presente estudo, no qual doses crescentes de K₂O aumentaram linearmente os teores de potássio no solo, dentro de cada ciclo de produção estudado, com exceção do segundo ciclo. Esse autor também observou o incremento de potássio no solo, após o ciclo de produção da pinheira.

Amorim (2012) observou que as concentrações de potássio do solo aumentaram linearmente em função das adubações potássicas na cultura da goiaba, porém, este acréscimo foi menos intenso à medida que se aumentou as doses de nitrogênio, o que não se observou no presente estudo.

A continuação da adubação com doses elevadas de nitrogênio e potássio na área cultivada com gravioleira, onde foi realizado o experimento, levando em consideração os resultados encontrados no presente estudo, irá prejudicar a fertilidade do solo, com a diminuição do pH, aumento da acidez potencial, além do empobrecimento deste pela diminuição da soma de bases e de micronutrientes, como B, Cu, Fe e Mn. Possivelmente, acarretará um efeito antagônico entre o potássio e outros cátions, devido ao excesso desses macronutriente na solução do solo.

Assim, análises de solo e foliares são recomendadas para evitar que o uso inadequado de NK possa prejudicar o futuro da gravioleira, através de doses excessivas ou subdosagens. Os efeitos avaliados neste estudo referem-se a três ciclos de aplicação desses nutrientes. Entretanto, é necessário considerar que a gravioleira pode permanecer em produção por até mais de 20 anos. Portanto, o balanço nutricional deverá ser observado por um período mais longo de tempo, a fim de evitar o surgimento de efeitos deletérios ao solo e à planta cultivada, além de custos econômicos adicionais desnecessários ao produtor.

4.3 Características fisiológicas e produtividade das plantas

O índice SPAD foi influenciado pelas doses de nitrogênio apenas no primeiro ciclo de produção da gravioleira (Tabela 19). A resposta do índice SPAD ao aumento gradual nas doses de nitrogênio foi uma regressão linear positiva (Figura 11). Esse resultado é condizente com o aumento no teor foliar de N à medida que se aumentou as doses de nitrogênio, que também ocorreu somente no primeiro ciclo estudado. O índice SPAD quantifica a intensidade de verde na folha, que está relacionada com o teor de clorofila, ou seja, quanto mais verde, mais clorofila e maior o valor do índice SPAD.

O nitrogênio afeta o índice SPAD, pois é o constituinte das clorofilas, e quanto mais nitrogênio, mais as folhas poderão produzir clorofila.

Tabela 19 - Resumo da análise de variância do Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final de cada ciclo de produção. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------|----|----------------|------|-------|
| GL | | Quadrado Médio | | |
| Blocos | 2 | 81,2* | 20,3 | 66,3* |
| N | 4 | 63,2* | 4,4 | 16,5 |
| K | 4 | 5,3 | 6,3 | 16,9 |
| N*K | 16 | 18,8 | 9,2 | 8,7 |
| Resíduo | 48 | 15,8 | 6,8 | 12,3 |
| CV (%) | | 8,3 | 6,2 | 8,6 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 20 - Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final de cada ciclo de produção. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-----|------|------|------|
| Doses de N g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | SPAD | | |
| | 0 | 45,0 | 41,4 | 40,2 |
| | 120 | 47,8 | 41,4 | 41,7 |
| | 240 | 49,4 | 41,3 | 41,6 |
| | 360 | 48,1 | 42,5 | 41,9 |
| | 480 | 50,5 | 42,0 | 39,6 |
| Doses de K ₂ O g planta ⁻¹ ano ⁻¹ | | | | |
| | 0 | 47,3 | 41,9 | 40,0 |
| | 140 | 47,8 | 40,8 | 39,8 |
| | 280 | 48,2 | 41,4 | 42,3 |
| | 420 | 48,6 | 42,6 | 41,6 |
| | 560 | 48,8 | 41,9 | 41,4 |

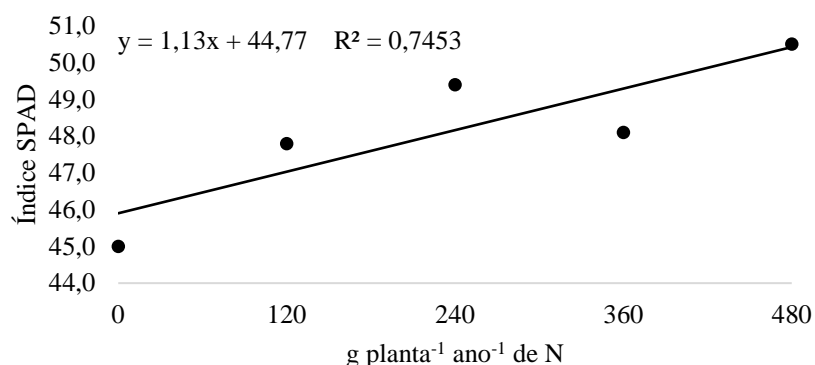


Figura 11 - Índice SPAD nas folhas de gravioleira ao final do primeiro ciclo de produção em função das doses de nitrogênio. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

O crescimento na circunferência dos troncos das plantas foi influenciado pelo aumento nas doses de N no primeiro ciclo de produção da gravioleira (Tabela 21). Ao final do primeiro ciclo de produção, o crescimento da circunferência do tronco apresentou regressão linear positiva em função das doses de N, ou seja, a circunferência do tronco da gravioleira aumentou com o aumento dessas doses (Figura 12).

Tabela 21 – Resumo da análise de variância do crescimento da circunferência do tronco das gravioleiras ao final de dois ciclos de produção em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | 1º Ciclo | 2º Ciclo | 3º Ciclo |
|---------|----|----------------|----------|----------|
| FV | GL | Quadrado médio | | |
| Blocos | 2 | 8,78* | 3,99* | 2,51* |
| N | 4 | 4,46* | 0,20 | 0,32 |
| K | 4 | 0,17 | 0,18 | 0,11 |
| N*K | 16 | 0,28 | 0,67 | 0,37 |
| Resíduo | 48 | 0,58 | 0,50 | 0,29 |
| CV (%) | | 16,0 | 16,6 | 24,1 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

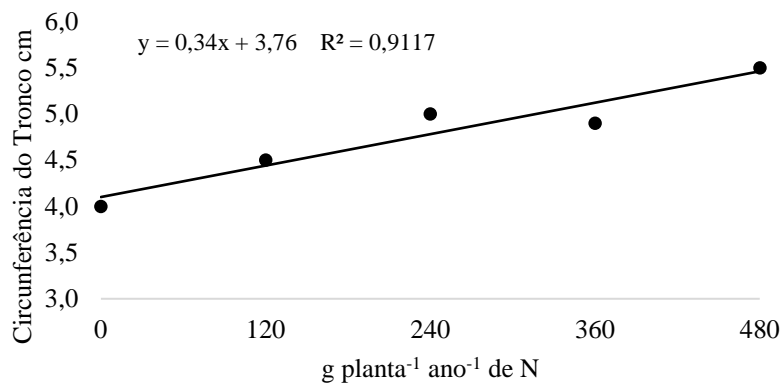


Figura 12 - Crescimento da circunferência do tronco (cm) de gravioleira ao final do primeiro ciclo de produção em função das doses de N. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

As características porcentagem de vingamento de flores, porcentagem de frutos quiescentes, porcentagem de vingamento de frutos e produtividade não foram influenciadas pelo aumento nas doses de N e K, nem pela interação entre esses, nos dois ciclos de produção que estas características foram avaliadas (segundo e terceiro ciclos).

A porcentagem de vingamento de flores variou de 37 a 56% no segundo ciclo de produção; já no terceiro ciclo, a variação foi de 37 a 48%. A porcentagem de frutos quiescentes mostrou resultados de 13 a 24% no segundo ciclo de produção. No terceiro ciclo, oscilou de 14 a 27%. A porcentagem de vingamento de frutos alterou de 75 a 84%, no segundo ciclo de produção, e no terceiro ciclo, variou de 75 a 85%.

Gattward e outros (2005) verificaram que, nas condições da região sul da Bahia, as taxas de aborto nas fases de botão floral, quiescência e de desenvolvimento do fruto foram de 65,1%, 51,3% e 10,3%, respectivamente, resultando em uma taxa de 15,2% de frutos maduros a partir dos botões florais.

No presente estudo, a taxa de aborto na fase de botão floral foi menor que a verificada por Gattward e outros (2005), que observaram uma taxa de 65%, enquanto que no presente estudo a média foi de 51% no segundo ciclo de produção e 58% no terceiro ciclo de produção. A taxa de aborto na fase de desenvolvimento do fruto foi pouco maior no presente estudo do que a observada por aqueles autores, uma vez que eles observaram taxa de aborto de 10%, e no presente estudo a taxa de aborto média foi de 19% no segundo e terceiro ciclos de produção.

A produtividade da gravioleira variou de 30.530 a 34.890 kg ha⁻¹ no segundo ciclo de produção. No terceiro ciclo, alterou de 32.990 a 40.270 kg ha⁻¹. A produtividade da gravioleira no segundo ciclo de produção estudado foi semelhante à maior produtividade encontrada por Freitas e outros (2013) no baixo sul da Bahia (35.000 kg ha⁻¹), contudo, no terceiro ciclo de produção estudado, as produtividades alcançadas superaram essa produtividade observada por esses autores. Esses resultados de produtividade observados no presente estudo também são superiores ao encontrado por Sacramento, Barreto e Faria (2003) no Sul da Bahia (30.000 kg ha⁻¹).

O aumento de produtividade observado na cultura da gravioleira no presente estudo, em relação aos citados por aqueles autores, é resultado do adequado manejo de adubação, em conjunto com técnicas de manejo que foram incrementadas no cultivo da gravioleira nos últimos anos, como a polinização artificial e o levantamento da copa das plantas para facilitar o manejo e concentrar a produção nos troncos da base da planta, produzindo frutos maiores.

Por meio deste estudo, pode-se observar a importância do acompanhamento do estado nutricional das gravioleiras através de ferramentas como as análises do solo e foliar. Essas análises são complementares para se obter um diagnóstico mais preciso da real necessidade de nutrientes para as plantas e para a solução do solo.

5 CONCLUSÕES

Nas condições da região de Presidente Tancredo Neves e no período em que foi realizado o experimento, conclui-se que:

Doses elevadas de N, utilizando ureia, reduzem o pH, acidificam o solo e reduzem a saturação de bases e, portanto, diminuem a fertilidade do solo cultivado com gravioleiras. A adubação continuada de elevadas doses de nitrogênio reduz os teores de Ca, Mg, K, B, Cu, Fe e Mg do solo cultivado com gravioleira, afetando, conseqüentemente, a soma de bases e a CTC efetiva.

Doses de N e de K₂O não influenciam os teores dos nutrientes nas folhas da gravioleira.

Os teores dos nutrientes foliares variam a cada ciclo de produção da gravioleira, com exceção do magnésio.

A adubação potássica influencia somente no teor de potássio no solo, aumentando seu teor no solo ciclo após ciclo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, a adubação com NK nos dois últimos anos de observação não influenciaram a produtividade da gravioleira, entretanto, vale ressaltar a importância de se desenvolver um estudo por maior período, tendo em vista que a gravioleira é uma planta perene que pode ser cultivada por mais de 15 anos.

REFERÊNCIAS

- ADAB. Agência de Defesa Agropecuária do Estado da Bahia. 2010. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/modules/news/article.php?storyid=480>>. Acesso em: 21 ago. 2014.
- AMORIM, D. A. **Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras ‘Paluma’ manejadas no sistema intensivo de produção**. 2012. 131 f. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.
- AMORIM, D. A.; SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; MONTES, R. M.; NATALE, W. Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras ‘Paluma’: II. efeito no estado nutricional das plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 210-219, 2015.
- ANDRADE, L. R. M. de. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 317-366.
- ARAÚJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. A.; de SÁ, F. T. **Instruções técnicas para o cultivo da gravioleira**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. 20 p. (Instruções Técnicas, 2).
- ARAQUE, R. La guanábana. **Seman**, v.2 p 23-29. 1971.
- BATISTA, M. M. F.; VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, R. de C. da. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, p. 315-318, 2003.
- CAMPOS, A.X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens***. 2004. 119p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ- VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A; RIGOLIN, A. T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, p.215-223, 2003.

CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro. **Serviço de Informação Agrícola**, v.2, p.484-488. 1931.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1591-1599, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4.ed. Brasília, 2014. E-book.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. p. 169-236.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. Versão 5. 3. Build 77. Lavras, MG: UFLA, 2010.

FREITAS, A. L. G. E.; VILASBOAS, F. S. PIRES, M. M. SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no estado da Bahia. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3 p. 23-34. 2013.

FREITAS, R. D. R., BRIENZA, S. M. B. Estudo da ação de extratos de graviola (*Annona muricata*) sobre o estresse oxidativo em células sadias e linhagens tumorais. In: 15º Congresso de Iniciação Científica, 5ª Mostra Acadêmica UNIMEP. 2007.

FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T.; WOOD, A. W.; SAFFIGNA, P. G.; CHAPMAN, L. S.; HAM, G. J. Factors controlling ammonia loss from covered sugarcane fields fertilized with urea. **Fertilizer Research**. n. 31, p.341-349. 1992.

GATTWARD, J. N., SOUZA, I. V.; CAMPOS, V.P.; SOUZA, M. G. A.; REIS, D. S., SACRAMENTO, C. K. Fenologia da floração e frutificação da gravioleira na região sul da Bahia. In: Seminário de Iniciação Científica da UESC, 11, 2005, Ilhéus, BA, **Anais...** Ilhéus, BA: UESC, 2005.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M.; ALCANTARA, R. M. C. M.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.1, p.43-49, 2006.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; MARQUES, J. J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p.459-467, 2006.

LATTUADA, D. S.; ALTMANN, T.; BACK, M. M.; LOUROS, G. V.; SOUZA, P. V. D. Dosis del nitrógeno en el abonado de minijardin clonal de pitangueras (*Eugenia uniflora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 38, n. 3, e-317, 2016.

LEMO, E. E. P. A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, edição especial, p. 77-85, 2014.

LIMA, R. L. S.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Diagnóstico foliar da gravioleira (*Annona muricata* L.): efeito da posição de ramos e folhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1320-1325, 2007.

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

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R. e outros. (eds.). **Anonáceas: Tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p. 20- 35.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MORTON, J. F. The Soursop of guanábana (*Annona muricata* L.) **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. v. 79, p. 355-366, 1966.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". *Hydr. Earth Syst. Scienc.* 2007; 11: 1633-1644.

PINTO, A. C. Q.; GENÚ, P. J. C. Contribuição ao estudo técnico-científico da graviola (*Annona muricata*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7. 1984. Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v. 2, p. 529- 546.

PINTO, A. C. Q. GRAVIOLEIRA. IN: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Org.). **Frutíferas tropicais do Brasil: adubando para alta produtividade e**

qualidade. Fortaleza: International Potash Institute/Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. v.1, p.206-222.

PINTO, A. C. Q.; RAMOS, V. H. V.; RODRIGUES, A. A. Aspectos botânicos. In: OLIVEIRA, M. A. S (ed.). **Graviola**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2001. p. 10-12 (Frutas do Brasil; 15).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420 p.

RAMOS, V. H. V.; PINTO, A. C. Q.; RODRIGUES, A. A. Introdução e importância socioeconômica. In: OLIVEIRA, M. A. S. (ed.). **Graviola**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF) Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2001. p. 9. (Frutas do Brasil; 15).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** - 5ª Aproximação. Editores. – Viçosa, MG, 1999. 359p.

ROSADO, T. P.; GONTIJO, I.; ALMEIDA, M. S.; ANDRADE, F. V. Fontes e doses de nitrogênio e alterações nos atributos químicos de um latossolo cultivado com capim-mombaça. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38 p.840-849, 2014.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 36, edição especial, p. 166-175, 2014.

SACRAMENTO, C. K.; BARRETO, W. S.; FARIA, J. C. Época de produção, produtividade e qualidade da graviola produzida em um pomar da região sul da Bahia, Brasil. In: Reunião anual da sociedade interamericana de horticultura tropical, 49, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ISTH, 2003.

SACRAMENTO, C. K.; MOURA, J.I. L.; COELHO JUNIOR, E. Graviola. In: SANTOS-SEREJO, J. A. e outros. (eds.). **Fruticultura tropical: espécies regionais exóticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 95-132.

SÃO JOSÉ, A. R.; PRADO, N. B.; BOMFIM, M. P.; REBOUÇAS, T. N. H.; MENDES, H. T. A. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, edição especial, p. 160-168, 2014.

SILVA, E. B.; FARNEZI, M.M.M. Limitações nutricionais para o crescimento de mudas de graviola em casa de vegetação em Latossolo

vermelho distrófico do Norte de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 52-58, 2009.

SILVA, E. E. G.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M. Avaliação do estado nutricional através da análise foliar e caracterização de frutos de gravioleira comum (*Annona muricata* L.) no litoral paraibano. **Agropecuária técnica**, v. 20, n. 2 p. 52-57. 1999.

SOBRINHO, R. B. Produção integrada de Anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, edição especial, p. 102-107, 2014.

SOUZA, I. V. B. **Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia, em função da adubação NK**. 2016. 156p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

VILASBOAS, F.S. Fenologia e propagação vegetativa da gravioleira (*Annona muricata* L.) pelo sistema de estaquia. In: 15º Seminário de Iniciação Científica da UESC, 2009, Ilhéus, BA. **Anais...** 15º Seminário de Iniciação Científica da UESC. Ilhéus, BA : UESC, 2009.

WORREL, D. B., SEAN CARRINGTON, C.M.; HUBER, D. J. Growth, maturation and ripening of soursop (*Annona muricata* L.) fruit. **Scientia Horticulturae**, v.57, p.7-15, 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Tabelas de análises de variância das análises de solo

Tabela 1A - Resumo da análise de variância da análise química de solo da área experimental no primeiro ciclo de produção (2015/2016) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), saturação por bases (V) e fósforo (P) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | pH | Ca | Mg | Al | H + Al | K |
|---------|----|----------------|--------|---------|---------|----------|-------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 0,63 | 3,29 | 13,81 | 5,77* | 346,20* | 0,67 |
| N | 4 | 2,12* | 53,55 | 27,59 | 4,62* | 704,90* | 0,42 |
| K | 4 | 0,69 | 39,62 | 20,29 | 0,85 | 59,98 | 4,13* |
| N*K | 16 | 0,11 | 17,53 | 8,93 | 0,57 | 41,74 | 0,44 |
| Resíduo | 48 | 0,30 | 23,96 | 17,30 | 0,95 | 49,92 | 0,32 |
| CV (%) | | 9,86 | 17,29 | 33,50 | 68,46 | 20,20 | 60,40 |
| | | SB | T | T | V | P | |
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | |
| Blocos | 2 | 57,87 | 28,11 | 124,82 | 401,79* | 2298,52* | |
| N | 4 | 183,70 | 157,31 | 607,45* | 582,73* | 680,90 | |
| K | 4 | 116,40 | 107,21 | 77,98 | 134,71 | 153,60 | |
| N*K | 16 | 41,76 | 37,61 | 57,50 | 53,22 | 293,83 | |
| Resíduo | 48 | 84,54 | 74,47 | 75,30 | 77,47 | 462,70 | |
| CV (%) | | 22,80 | 20,66 | 11,52 | 16,40 | 80,87 | |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 2A - Resumo da análise de variância da análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K) soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | pH | Ca | Mg | Al | H + Al |
|---------|----|----------------|---------|---------|---------|----------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | |
| Blocos | 2 | 0,14 | 365,25* | 43,17* | 17,64 | 248,17 |
| N | 4 | 2,11* | 32,60 | 6,07 | 44,16* | 1024,90* |
| K | 4 | 0,24 | 17,77 | 9,36 | 8,75 | 140,90 |
| N*K | 16 | 0,19 | 38,28 | 9,30 | 4,87 | 102,42 |
| Resíduo | 48 | 0,19 | 30,17 | 9,41 | 6,16 | 95,46 |
| CV (%) | | 9,45 | 25,00 | 54,70 | 107,87 | 28,70 |
| | | K | SB | t | T | V |
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | |
| Blocos | 2 | 0,31 | 679,73* | 481,53* | 106,71 | 931,21* |
| N | 4 | 0,39 | 59,00 | 34,99 | 739,01* | 727,94* |
| K | 4 | 2,27* | 41,93 | 40,61 | 109,50 | 119,21 |
| N*K | 16 | 0,55 | 84,10 | 72,41 | 127,91 | 129,24 |
| Resíduo | 48 | 0,55 | 70,02 | 55,22 | 73,18 | 137,89 |
| CV (%) | | 54,40 | 28,80 | 23,70 | 13,55 | 25,20 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 3A - Resumo da análise de variância da análise química de solo da área experimental no segundo ciclo de produção (2016/2017) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | P | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | M.O. |
|---------|----|----------------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
| Blocos | 2 | 1103,30 | 12,12 | 0,010* | 0,177* | 1020,10* | 0,17 | 2,24 | 11,31 |
| N | 4 | 283,30 | 43,07 | 0,005* | 0,015 | 30,77 | 0,14 | 0,04 | 1,66 |
| K | 4 | 72,57 | 38,47 | 0,002 | 0,015 | 10,90 | 0,15 | 1,90 | 2,19 |
| N*K | 16 | 345,74 | 49,61 | 0,001 | 0,017 | 70,33 | 0,17 | 1,35 | 4,27 |
| Resíduo | 48 | 355,41 | 43,84 | 0,001 | 0,016 | 38,23 | 0,18 | 1,58 | 14,00 |
| CV (%) | | 25,44 | 77,55 | 26,95 | 19,36 | 9,44 | 25,26 | 32,90 | 16,51 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 4A - Resumo da análise de variância da análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (Al + H), potássio (K soma de bases (SB)), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e saturação por bases (V) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | pH | Ca | Mg | Al | H + Al |
|---------|----|----------------|---------|---------|---------|----------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | |
| Blocos | 2 | 0,23 | 720,53* | 18,47 | 0,58 | 85,96 |
| N | 4 | 2,97* | 224,70* | 33,31* | 22,05* | 2305,03* |
| K | 4 | 0,10 | 24,59 | 13,17 | 3,28 | 129,93 |
| N*K | 16 | 0,15 | 46,26 | 10,22 | 1,83 | 102,30 |
| Resíduo | 48 | 0,08 | 28,23 | 9,83 | 1,49 | 72,69 |
| CV (%) | | 5,61 | 17,46 | 43,27 | 96,10 | 23,82 |
| | | K | SB | t | T | V |
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | |
| Blocos | 2 | 22,00* | 492,95* | 461,25* | 283,11* | 347,06 |
| N | 4 | 4,84* | 487,70* | 314,92* | 714,05* | 2171,65* |
| K | 4 | 16,39* | 30,23 | 23,74 | 95,41 | 89,71 |
| N*K | 16 | 0,64 | 89,90 | 70,93 | 74,68 | 117,08 |
| Resíduo | 48 | 0,69 | 62,11 | 54,40 | 80,16 | 69,11 |
| CV (%) | | 24,40 | 19,18 | 17,41 | 11,64 | 15,33 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 5A - Resumo da análise de variância da análise química de solo da área experimental no terceiro ciclo de produção (2017/2018) para as características: fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria orgânica (M.O.) em função das doses de N e K₂O. Presidente Tancredo Neves – BA, 2018

| | | P | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | M.O. |
|---------|----|----------------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|--------|
| FV | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
| Blocos | 2 | 303,26 | 1273,45* | 0,04 | 0,11* | 252,46* | 0,31 | 4,96* | 58,80* |
| N | 4 | 266,55 | 34,15 | 0,09* | 0,13* | 269,02* | 1,24* | 0,39 | 8,07 |
| K | 4 | 157,77 | 40,86 | 0,02 | 0,02 | 27,02 | 0,07 | 0,61 | 10,33 |
| N*K | 16 | 194,04 | 17,67 | 0,04 | 0,03 | 67,45 | 0,38 | 1,30 | 11,00 |
| Resíduo | 48 | 219,09 | 21,10 | 0,01 | 0,03 | 48,90 | 0,23 | 0,80 | 16,21 |
| CV (%) | | 17,33 | 50,30 | 38,20 | 24,21 | 13,11 | 24,83 | 30,47 | 15,81 |

* - significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.