



**CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DE
FRUTOS DE PINHEIRA (*Annona squamosa* L.),
NO ESTADO DA BAHIA, EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO NK**

IVAN VILAS BÔAS SOUZA

2016

IVAN VILAS BÔAS SOUZA

**CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DE FRUTOS DE PINHEIRA
(*Annona squamosa* L.), NO ESTADO DA BAHIA, EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO NK**

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

Orientador:
Abel Rebouças São José

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA - BRASIL

2016

S715c Souza, Ivan Vilas Bôas.
Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia, em função da adubação NK/ Ivan Vilas Bôas Souza. - Vitória da Conquista: UESB, 2016.
156f. :II.

Orientador: Abel Rebouças São José
Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2016.
Referências: f. 138-152.

1. Annonaceae. 2. Pinha – Nutrição e compostos bioativos. 3. Pinheira – Cultura. I. São José, Abel Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 634. 41

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

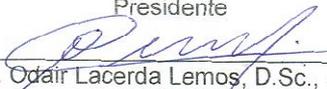
Título: "Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia em função da adubação NK".

Autor: Ivan Vilas Boas Souza

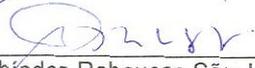
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



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



Prof. Odair Lacerda Lemos, D.Sc., UESB



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



Profª Marinês Pereira Bomfim, D. Sc., UFCG/PB



Prof. William Natale, D. Sc., UFC/Fortaleza/CE

Data de realização: 29 de fevereiro de 2016.

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

e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

Aos meus pais Nivaldo (*in
memorian*) e Célia Maria;
Aos meus filhos, Ítalo, Iann e
Camille;
À minha esposa Celeste.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por SER a minha fonte, e ter me dado força e inspiração.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela contribuição na minha formação acadêmica.

À Fundação de Amparo a Pesquisa da Bahia (FAPESB), pelo apoio por meio da concessão da bolsa de doutorado.

Ao prof. Abel Rebouças São José, pelas orientações, contribuições e incentivo.

À coordenação, às secretárias e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade de fazerem presentes neste ato.

A José Carlson Gusmão da Silva, pela concessão da área experimental; e Elio de Deus Santos, pelo apoio no campo.

Ao Professor Carlos Henriques Farias Amorim e aos servidores Célia Maria de Araújo Ponte e Sidnei Ferreira Souza do Laboratório de Solos da UESB, pela realização das análises de solo.

À minha família, pela compreensão e apoio incondicional nesta etapa.

À equipe da Biofábrica: professores - Abel Rebouças São José, Tiyoko Nair Hojo Rebouças; bolsistas - Adriana de Abreu Silva, Ana Paula Prado Barreto Públio, Bruna Silva Ribeiro, Darlaine Maria Ferreira, Denis Pereira Ribeiro, Fernando Yutaka Hojo, Jamile Esteves Bomfim, Janaína Ramos de Jesus Silva, Jecilene Silva de Jesus, Jhon Silva Porto, Karina Rego Soares, Lilian Carvalho Souza, Luma Cunha Freitas de Souza, Maria Olímpia Batista de Moraes, Mariana Santos Pires, Marinês Pereira Bomfim, Nilma Oliveira Dias, Rejane Novais Lima, Samile Naiane Gonçalves de Jesus, Tâmara Moreira Silva, Thays Moura Santana, Thiago Viana Oliveira, Yuri Ferreira Amorim; e servidores - Cíntia Santos Sousa, Gildete de Jesus Santos, Jailson Silva de Jesus, Jamire Silva de Jesus, Lorena Andrade Oliveira, pela colaboração.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o êxito desta pesquisa.

RESUMO

SOUZA, I. V. B. **Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia, em função da adubação NK.** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2016. 156p. (Tese-Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Cultura de clima tropical, a pinheira (*Annona squamosa* L.) é uma das espécies do gênero *Annona* de maior expressão econômica no Brasil. Sua principal exploração ocorre em função do comércio de frutas frescas nos principais centros comerciais do país. Nas etapas de produção dessa fruta, o sucesso da cultura está relacionado à utilização de várias técnicas, possibilitando maior produtividade e melhor qualidade do fruto. O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de diferentes doses de adubo nitrogenado e potássico na pinheira sobre o crescimento vegetativo, reprodução e qualidade dos frutos. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Alegre, localizada no município de Anagé, região Sudoeste do Estado da Bahia, onde predomina o clima semiárido. Foram utilizadas 144 plantas úteis com 4 anos de idade, originadas de mudas de pé franco, irrigadas por micro aspersão. Foram avaliados 16 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e 3 plantas úteis por parcela experimental, sendo os mesmos arrançados em esquema fatorial 4 x 4, obtidos pela combinação das seguintes doses de N (0; 16,875; 33,750 e 67,500 g planta⁻¹) na forma de ureia e K₂O (0; 22,5; 45,0 e 90,0 g planta⁻¹) na forma de cloreto de potássio, aplicados quinzenalmente. Durante o experimento, foram avaliadas as seguintes características: nitrogênio e potássio no solo e foliar; número, massa e comprimento de flores; número de brotos e comprimento dos ramos; altura e diâmetro de plantas podadas; crescimento das plantas após a poda: altura, diâmetro da copa e do tronco; crescimento dos frutos: comprimento e diâmetro; massa média dos frutos; número de frutos por parcela; porcentagem de: polpa, casca, talo central e sementes em relação à massa dos frutos no ponto de consumo; número de sementes e comprimento do talo central; análises químicas: determinação do teor de sólidos solúveis (SS) em °Brix; acidez titulável (AT); relação SS/AT; pH; açúcares redutores totais e redutores; vitamina C; flavonoides e capacidade antioxidante pelo método DPPH. As principais conclusões do presente estudo são: a) o vigor dos botões florais e o desenvolvimento de frutos da pinheira tendem a aumentar com elevação das doses de nitrogênio em períodos de outono-inverno (sem chuvas e baixas temperaturas); já em períodos de primavera-verão (com chuvas e de alta temperatura) ocorre redução do vigor dos botões florais sem, entretanto, afetar o desenvolvimento dos frutos à medida que aumenta as doses de N; b) o

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

desenvolvimento vegetativo da pinheira ocorre com maior intensidade na época de primavera/verão, comparativamente ao outono/inverno, independente das aplicações de N e K; c) o potássio não afeta o vigor dos botões florais nem tampouco o desenvolvimento de frutos da pinheira nas duas condições climáticas consideradas; d) a aplicação de nitrogênio ocasiona maior acúmulo desse nutriente nas folhas; e) a aplicação do potássio gera acúmulo desse nutriente no solo; f) de modo geral, a qualidade bioquímica e os teores dos compostos bioativos dos frutos da pinheira não são afetados pelas doses de nitrogênio e potássio.

Palavras-chave: Annonaceae. Ata – Pinha. Entressafra. Nutrição. Compostos bioativos.

ABSTRACT

SOUZA, I. V. B. **Yield and quality of custard apple fruit (*Annona squamosa* L.) under NK fertilizers in Bahia State, Brazil.** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2016. 156p. (Thesis – Doctor degree in Agronomy, Concentration Area Fitotecnia)*

Tropical plant custard apple (*Annona squamosa* L.), is a tropical fruit, specie belonging to the *Annona* genus, presents great economic importance in Brazil. It is cultivated mainly due to the fresh fruit market, that occurs specially in the larger cities of Brazil. The success of producing this fruit, depends on the use of several techniques that enable to get high yield and fruit quality. This study aimed to determine the effects of nitrogen and potassium fertilization on custard apple concerning to vegetative growth, reproduction and production and fruit quality. The experiment was conducted at Rancho Alegre Farm, in the municipality of Anagé, Bahia State, Brazil. The region is dominated by the semiarid climate. A total of 144 plants with four years old were used, originating from seeds propagation and they were daily irrigated by micro sprinkler. There were evaluated sixteen treatments in a randomized block design with three replications and three plants per experimental plot, and they were arranged in a factorial 4 x 4, obtained by the combination of the following levels of N (0, 16.875, 33.750 and 67.500 g plant⁻¹) in the form of urea, and K₂O (0, 22.5, 45.0 and 90.0 g plant⁻¹) in the form of potassium chloride applied through soil every fifteen days. During the experiment the following characteristics were evaluated: nitrogen and potassium in the soil and leaf; vigour of flowers; number of shoots and length of the branches; height and diameter of pruned plants; plant vegetative growth after pruning; fruit growth: length and diameter; average fruit weight; number of fruits per plot; percentage of pulp, bark, central stem and seeds in relation to fruit weight; seed number and length of the central stem; fruit biochemical analysis and antioxidants compounds. After the data analysis it can be concluded that: a) the application of nitrogen in the soil led to a greater accumulation of this nutrient in leaf area of custard apple; b) the application of potassium generated an accumulation of this nutrient in the soil; c) the vigour of flowers and the development of custard apple fruit increased with the increment of N dosis during the period of fall/winter, nevertheless during the period of spring/summer a reduction of vigour of flowers was observed, without affecting the fruit development with increasing dosis of N; d) the vegetative growth of custard apple tree is much higher during spring/summer period comparing to fall/winter; e) potassium do not affect flower vigour and fruit development in

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

both studied periods; f) in general, the biochemical quality and the content of antioxidant compounds are not affected by nitrogen and potassium.

Keywords: Annonaceae. Productivity - Sugar apple. Nutrition. Bioactive compounds.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Exportação de nutrientes de alguns frutos tropicais e subtropicais (em kg t^{-1} de frutos frescos)	28
Tabela 2 -	Resultados de teor de flavonoides totais em diferentes ensaios com sementes de <i>A. squamosa</i>	50
Tabela 3 -	Resultados de DPPH em diferentes ensaios com sementes de <i>A. squamosa</i>	54
Tabela 4 -	Resultados preliminares de amostras de solo da área experimental, cultivado com pinheira, Anagé-BA, 2013.....	57
Tabela 5 -	Análise foliar da pinheira antes da instalação do experimento, Anagé-BA, 2013	57
Tabela 6 -	Resumo da análise de variância do nitrogênio no solo em quatro ciclos produtivos da pinheira em função da adubação com diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	71
Tabela 7 -	Teores de nitrogênio no solo (g kg^{-1}) em quatro ciclos produtivos, cultivado com a cultura da pinheira em função da aplicação de diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	72
Tabela 8 -	Resumo da análise de variância do nitrogênio foliar em quatro ciclos produtivos da pinheira em função da adubação com diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	74
Tabela 9 -	Teores de nitrogênio nas folhas da pinheira (g kg^{-1}) em função da aplicação de diferentes doses de N e K_2O no solo em quatro ciclos produtivos, Anagé-BA, 2013-2014	74
Tabela 10 -	Resumo da análise de variância do nitrogênio no solo e nas folhas para quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	76
Tabela 11 -	Teores de nitrogênio no solo (g kg^{-1}) em quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	77
Tabela 12 -	Resumo da análise de variância do nitrogênio nas folhas da pinheira, em relação ao desdobramento NC, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	77
Tabela 13 -	Teores de nitrogênio foliar na cultura da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	78
Tabela 14 -	Resumo da análise de variância para o potássio no solo em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação	

	de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	78
Tabela 15 -	Teores de potássio no solo (g kg ⁻¹) em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	79
Tabela 16 -	Resumo da análise de variância para o potássio foliar em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	81
Tabela 17 -	Teores do potássio nas folhas (g kg ⁻¹) da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé, 2013-2014.....	82
Tabela 18 -	Resumo da análise de variância do potássio no solo e nas folhas de pinha em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	84
Tabela 19 -	Resumo do desdobramento do potássio no solo em relação aos ciclos da cultura da pinheira em função da aplicação de diferentes doses de K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	84
Tabela 20 -	Teores de potássio no solo nos quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de potássio ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	85
Tabela 21 -	Teores de potássio na folha da pinha em quatro ciclos produtivos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014.....	86
Tabela 22 -	Resumo da análise de variância do número de flores na pinheira, em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	87
Tabela 23 -	Número de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos, em função das doses de N e K ₂ O, Anagé-BA, 2013-2014.....	87
Tabela 24 -	Resumo da análise de variância para a massa (g) de flores da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da adubação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	88
Tabela 25 -	Massa (g) de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função de diferentes doses de N e K ₂ O aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	88
Tabela 26 -	Resumo da análise de variância para o comprimento (cm) de flores da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	91
Tabela 27 -	Comprimento (cm) de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K ₂ O, Anagé-BA, 2013-2014.....	91

Tabela 28 - Resumo do desdobramento do nitrogênio em relação aos ciclos produtivos da pinheira, para massa e comprimento de flores, em função das diferentes doses de N, Anagé-BA, 2013-2014	93
Tabela 29 - Massa (g) e comprimento (cm) de flores da pinheira, em função do desdobramento da interação dos ciclos produtivos dentro das doses de N, Anagé-BA, 2013-2014	94
Tabela 30 - Resumo da análise de variância para o número de brotos em ramos podados da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	96
Tabela 31 - Número de brotos em ramos podados da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	96
Tabela 32 - Resumo da análise de variância para o comprimento (cm) de ramos da pinheira, em relação aos quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	98
Tabela 33 - Comprimento (cm) de ramos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	98
Tabela 34 - Resumo do desdobramento da análise de variância para o comprimento (cm) de ramos da pinheira, em função da adubação NK, no quarto ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014	99
Tabela 35 - Resumo da análise de variância para a altura (cm) e diâmetro (cm) das plantas podadas em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	100
Tabela 36 - Altura e diâmetro de plantas podadas, em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	101
Tabela 37 - Resumo da análise de variância para altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro do tronco de pinheiras em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	102
Tabela 38 - Altura da planta, diâmetro da copa e do tronco de pinheiras, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	103
Tabela 39 - Resumo da análise de variância para o comprimento e o diâmetro de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	105

Tabela 40 - Dados médios de comprimento e diâmetro de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	107
Tabela 41 - Resumo da análise de variância para a massa média (g) e o número de frutos por parcela em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	108
Tabela 42 - Massa (g) e número médio de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	109
Tabela 43 - Resumo da análise de variância para o percentual de polpa e da casca de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	111
Tabela 44 - Percentual da polpa e da casca de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K ₂ O aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	113
Tabela 45 - Resumo da análise de variância para o percentual do engoço de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da adubação N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	114
Tabela 46 - Percentual do engoço de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	115
Tabela 47 - Resumo da análise de variância para o percentual de sementes de pinha em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	116
Tabela 48 - Percentual de sementes nos frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	116
Tabela 49 - Resumo da análise de variância para o percentual de sementes em frutos da pinheira, no terceiro e quarto ciclos da cultura, em relação à interação das doses de N e K ₂ O, Anagé-BA, 2013-2014.....	117
Tabela 50 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro e quarto ciclos produtivo da cultura, em relação à interação das doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	117
Tabela 51 - Resumo da análise de variância para o número de sementes em frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	120

Tabela 52 - Número de sementes em frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	121
Tabela 53 - Resumo da análise de variância para o comprimento do engajo (mm) de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	122
Tabela 54 - Comprimento do engajo (mm) dos frutos da pinheira nos quatro ciclos produtivos, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	122
Tabela 55 - Resumo da análise de variância para o teor de sólidos solúveis em frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	123
Tabela 56 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	124
Tabela 57 - Resumo da análise de variância para acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	126
Tabela 58 - Acidez titulável dos frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	126
Tabela 59 - Resumo da análise de variância para a relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	128
Tabela 60 - Relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	128
Tabela 61 - Resumo da análise de variância para o pH de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	129
Tabela 62 - pH de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	129
Tabela 63 - Resumo da análise de variância para açúcar redutor total e redutor (mg 100 g ⁻¹) na polpa de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	130

Tabela 64 - Açúcar redutor total e redutor (mg 100 g ⁻¹) de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	131
Tabela 65 - Resumo da análise de variância para Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 ⁻¹ g da amostra) de polpa de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	132
Tabela 66 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 ⁻¹ g da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	132
Tabela 67 - Resumo da análise de variância para flavonoides (µg de rutina 100 g ⁻¹ da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação NK ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	133
Tabela 68 - Flavonoides (µg de rutina 100 g ⁻¹ da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	134
Tabela 69 - Resumo da análise de variância para DPPH (%) em polpa de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação NK, Anagé-BA, 2013-2014	135
Tabela 70 - DPPH (%) em polpa de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	136
Tabela 1A - Resumo da análise de variância para as características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	154
Tabela 2A - Resumo da análise de variância para as características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	155
Tabela 3A - Médias das características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de N e K ₂ O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	156

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação mensal e temperatura média das máximas e mínimas nos anos de 2013 e 2014, Anagé-BA.	56
Figura 2 - Datas da realização das podas, início das colheitas e término das adubações em cada ciclo produtivo da pinheira, Anagé, 2013-2014	59
Figura 3 - Esquema das estações do ano	59
Figura 4 - Teores de nitrogênio no solo no primeiro ciclo produtivo da pinheira, em função de diferentes doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013.....	72
Figura 5 - Teores de nitrogênio no solo, no quarto ciclo produtivo da pinheira, em função do desdobramento de N d K_2O 90,0 (A) e de K_2O d N 67,5 (g planta ⁻¹) (B), Anagé-BA, 2014	73
Figura 6 - Teores de nitrogênio foliar na cultura da pinha, (A) primeiro ciclo, (B) segundo ciclo, (C) terceiro ciclo e (D) quarto ciclo em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	75
Figura 7 - Teores de potássio no solo no terceiro ciclo produtivo da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	79
Figura 8 - Teores de potássio no solo na cultura da pinha, (A) primeiro ciclo, (B) terceiro ciclo e (C) quarto ciclo, em função da aplicação de diferentes doses de K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014	80
Figura 9 - Teores de potássio nas folhas da pinheira, em função da adubação nitrogenada, no primeiro ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013	82
Figura 10 - Teores de potássio no solo cultivado com a cultura da pinha, em função da aplicação de diferentes doses de potássio no solo, no primeiro e quarto ciclos da cultura (C1 e C4, respectivamente), Anagé-BA, 2013-2014.....	85
Figura 11 - Teores de potássio nas folhas nos quatro ciclos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de potássio no solo, Anagé-BA, 2013-2014	86
Figura 12 - Massa média (g) de flores da pinheira, em função de diferentes doses de N aplicados ao solo em dois ciclos produtivos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014.....	90
Figura 13 - Comprimento médio (cm) de flores da pinheira, em função das doses de N, no segundo ciclo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014	92
Figura 14 - Massa (g) de flores da pinheira, em função do desdobramento de N em relação aos ciclos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014	95

Figura 15 - Comprimento (cm) de flores da pinheira, em função do desdobramento de N, em relação ao primeiro ciclo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014.....	95
Figura 16 - Comprimento médio (cm) de ramos da pinheira, em função das doses de K ₂ O no primeiro e terceiro ciclos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014.....	99
Figura 17 - Altura da planta, diâmetro da copa (cm) e do tronco (mm) de pinheiras, em função das doses de N no quarto ciclo da cultura, Anagé-BA, 2014.....	104
Figura 18 - Comprimento (mm) de frutos da pinheira no primeiro (C1) e terceiro (C3) ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	106
Figura 19 - Diâmetro (mm) de frutos da pinheira no primeiro ciclo produtivo, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013.....	106
Figura 20 - Massa de frutos da pinheira no primeiro e terceiro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014.....	110
Figura 21 - Percentual de polpa e casca de frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2014....	112
Figura 22 - Percentual de polpa e casca de frutos da pinheira no segundo ciclo da cultura, em função das doses de K ₂ O, Anagé-BA, 2014.....	112
Figura 23 - Percentual do engajo de frutos da pinheira no primeiro ciclo da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2013.....	115
Figura 24 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de N d K ₂ O, Anagé-BA, 2014.....	118
Figura 25 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de K ₂ O d N, Anagé-BA, 2014.....	119
Figura 26 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no quarto ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de K ₂ O d N, Anagé-BA, 2014.....	119
Figura 27 - Comprimento do engajo de frutos da pinheira no terceiro e quarto ciclos da cultura, em função das doses de K ₂ O, Anagé-BA, 2014.....	123
Figura 28 - Sólidos solúveis em frutas da pinheira no primeiro e quarto ciclos da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2013-2014.....	125
Figura 29 - Acidez titulável dos frutos da pinheira, em função das doses de N no primeiro ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013...	127
Figura 30 - Flavonoides em frutos da pinheira, em função da adubação com nitrogênio no primeiro ciclo, Anagé-BA, 2013.....	135

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A.	<i>Annona</i>
AA	Atividade antioxidante
AAT	Atividade antioxidante total
Al	Alumínio
AT	Acidez titulável
B	Boro
BA	Bahia
Ca	Cálcio
CE	Concentração eficiente
CI	Concentração inibitória
cm	Centímetro
Cmol _c	Centimol
CTC	Capacidade de troca de cátions
Cu	Cobre
CV	Coefficiente de variação
DCFI	Dichlorophenolindophenol
dm	Decímetro
DNPH	Dinitrophenylhydrazine
DNS	Dinitrosalicílico
DPPH	Difenil-1-picril hidrazil
eq.	Equivalente
F	Fisher
Fe	Ferro
FV	Fonte de variação
g	Gramma
GAE	Equivalente ácido gálico
GL	Grau de liberdade
GPS	Global Positioning System – sistema de posicionamento global
H ₂ O	Água
ha	Hectare
HCl	Ácido clorídrico
IC50	Índice de citotoxicidade com concentração do extrato a 50 %
K	Potássio
K ₂ O	Óxido de potássio
kg	Kilogramma
L	Litro
L.	Lineu
M. O.	Matéria orgânica
mg	Miligramma
Mg	Magnésio
mL	Mililitro
mm	Milímetro

Mn	Manganês
N	Nitrogênio
NaOH	Hidróxido de sódio
nm	Nanômetros
ns	Não significativo
°C	Grau Celsius ou centígrado
P	Fósforo
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
pH	Potencial Hidrogeniônico
PI	Piauí
PME	Pectinametilsterase
rpm	Rotações por minuto
S	Enxofre
SB	Soma de bases
SP	São Paulo
SQ	Soma de quadrados
SS	Sólidos solúveis
QM	Quadrado médio
t	Tonelada
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
V	Saturação por bases
Zn	Zinco
μL	Microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	22
1.1 Objetivos	24
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	24
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	24
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 Características gerais da pinheira	25
2.2 Nutrição mineral em anonáceas.....	26
2.2.1 <i>Efeitos do nitrogênio na fisiologia de anonáceas</i>	29
2.2.2 <i>Efeitos do potássio na fisiologia de anonáceas</i>	30
2.2.3 <i>Análise foliar de anonáceas</i>	31
2.3 Aspectos fitotécnicos da planta e composição físico-química dos frutos.....	32
2.3.1 <i>Número, massa e comprimento das flores</i>	32
2.3.2 <i>Número de brotações e comprimento dos ramos</i>	32
2.3.3 <i>Altura da planta, diâmetro da copa e do tronco</i>	33
2.3.4 <i>Tamanho de frutos</i>	34
2.3.5 <i>Massa e número de frutos</i>	35
2.3.6 <i>Massa da casca</i>	36
2.3.7 <i>Rendimento de polpa</i>	37
2.3.8 <i>Talo central</i>	38
2.3.9 <i>Número de sementes</i>	39
2.3.10 <i>Peso de sementes</i>	39
2.3.11 <i>Sólidos solúveis</i>	40
2.3.12 <i>Acidez titulável</i>	41
2.3.13 <i>Relação sólidos solúveis e acidez titulável</i>	42
2.3.14 <i>pH</i>	43
2.3.15 <i>Açúcares</i>	44
2.4 Compostos bioativos	45
2.4.1 <i>Vitamina C</i>	45
2.4.2 <i>Flavonoides</i>	46
2.4.3 <i>DPPH</i>	50
3 METODOLOGIA	55
3.1 Local e período do trabalho	55
3.2 Análises de solo e foliar	56
3.3 Determinação dos tratamentos	57
3.4 Poda e polinização.....	59
3.5 Tratos culturais e colheita.....	60
3.6 Características avaliadas.....	61
3.6.1 <i>Análise de solo e foliar</i>	61
3.6.2 <i>Número, massa e comprimento das flores</i>	61

3.6.3 Número de brotações e comprimento dos ramos	61
3.6.4 Crescimento das plantas: altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco.....	62
3.6.5 Crescimento dos frutos: diâmetro e comprimento	62
3.6.6 Massa e número dos frutos.....	62
3.6.7 Porcentagem de: polpa, casca, talo central e sementes dos frutos	63
3.6.8 Número de sementes por fruto.....	63
3.6.9 Comprimento do talo central.....	63
3.6.10 Análises químicas dos frutos	64
3.6.11 Análise de compostos bioativos.....	66
3.7 Análise estatística	68
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1 Análise do nitrogênio e do potássio no solo e nas folhas	71
4.1.1 Análise do nitrogênio no solo.....	71
4.1.2 Análise do nitrogênio nas folhas	73
4.1.3 Análise do nitrogênio no solo e nas folhas em relação aos ciclos da cultura	76
4.1.4 Análise do potássio no solo	78
4.1.5 Análise do potássio nas folhas	81
4.1.6 Análise do potássio no solo e nas folhas em relação aos ciclos da cultura	83
4.2 Número, massa e comprimento das flores.....	86
4.3 Número de brotações e comprimento dos ramos.....	95
4.4 Crescimento das plantas: altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco ..	100
4.5 Crescimento dos frutos: diâmetro e comprimento.....	105
4.6 Massa e número dos frutos.....	107
4.7 Porcentagem de: polpa, casca, talo central e sementes dos frutos no ponto de consumo.....	111
4.8 Número de sementes por fruto	120
4.9 Comprimento do talo central	121
4.10 Análises químicas dos frutos	123
4.11 Análise de compostos bioativos	132
5 CONCLUSÃO.....	137
REFERÊNCIAS	138
APÊNDICE	153
APÊNDICE A - Tabelas de análise de variância e média em relação aos ciclos produtivos da pinheira.....	154

1 INTRODUÇÃO

A pinha (*Annona squamosa* L.), também conhecida como fruta-do-conde ou ata, é um fruto pertencente à espécie do gênero *Annona*, família Annonaceae. Tem sua origem na América Tropical, precisamente nas terras baixas da América Central, sendo introduzida no México e posteriormente no Oriente e Filipinas (MANICA, 1997). Estudos feitos por Martius (1841) e Kavati (1997) indicam que a pinheira é originária das Antilhas, na América Tropical, provavelmente na Ilha de Trindade e introduzida no Brasil em 1626 por Diogo Luiz de Oliveira, Conde de Miranda. Simão (1998) também indica a América Tropical e o Caribe como berço das Anonáceas.

A exploração da pinha está relacionada, principalmente, ao comércio de fruta fresca nas centrais de abastecimento, feiras livres e supermercados de diversas cidades do país, sendo especialmente importante em vários estados das Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

Na Bahia, essa cultura vem se destacando em várias regiões semiáridas, com considerável área cultivada, embora a maioria dos plantios seja formado por mudas obtidas de sementes, além de não serem empregadas tecnologias mais avançadas pela maioria dos produtores, destacando-se: uso de irrigação, poda, indução floral e polinização, nutrição mineral, dentre outras recomendações.

Essas tecnologias, se bem utilizadas, certamente levariam ao aumento de produtividade e à melhor qualidade do fruto e, conseqüentemente, maior rentabilidade.

Segundo São José e outros (2014a), a importância socioeconômica da pinheira no Brasil tem aumentado nos últimos anos. Seu cultivo comercial tem sido efetuado com maior ênfase na região Nordeste. Nessa região, a Bahia, destaca-se, especialmente a microrregião de Irecê, com cerca de 3.000 ha cultivados, sendo a produção oriunda de agricultores familiares. Nessa microrregião, o município de Presidente Dutra foi batizado como a “capital

mundial” da pinha. Outros importantes estados produtores são Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais.

O valor de mercado da pinha pode variar de acordo com a qualidade e o tamanho dos frutos, sendo os frutos maiores mais valorizados. Como outros produtos agrícolas, a pinha apresenta sazonalidade de oferta e preços, sendo vendida a preços que oscilam ao longo do ano a depender da oferta. Segundo São José (1997), a oferta é grande nos meses de fevereiro e março, quando os preços são os mais baixos do ano, com tendência de elevação de abril a agosto. Os preços são mais compensadores no segundo semestre do ano, quando a oferta é menor (SÃO JOSÉ e outros, 2014a).

Os novos pomares comerciais de pinheira, implantados a cada ano, exigem cada vez mais a utilização de práticas agrícolas eficientes, com o intuito de promover resultados satisfatórios quanto à produtividade e à qualidade de frutos. Dentre essas práticas, pode-se destacar a nutrição mineral, que afeta a qualidade e a produtividade dos frutos. A nutrição mineral das frutíferas é diretamente responsável pela qualidade dos frutos, uma vez que esse grupo de plantas responde satisfatoriamente à aplicação de nutrientes. O conhecimento da fisiologia da nutrição de árvores frutíferas contribui para a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos, visto que o aspecto nutricional pode afetar características importantes do fruto como cor, sabor, tamanho, dentre outras (MALAVOLTA, 1994; SÃO JOSÉ e outros, 2014b).

Apesar do reduzido volume de pesquisas científicas relacionadas à nutrição e adubação para a cultura da pinheira, um pequeno número de produtores, em algumas regiões produtoras do Brasil, vêm adotando algumas adubações, sem base científica, visando produzir satisfatoriamente nas épocas de verão e inverno.

Considerando a importância econômica e social que a cultura da pinha vem adquirindo nos últimos anos e dada à escassez de pesquisas científicas relacionadas à sua adubação, justifica-se a busca de conhecimentos relacionados aos seus aspectos nutricionais, especialmente no que concerne às adubações com

nitrogênio e potássio. É sabido que a pinheira apresenta ritmo diferente de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo no verão (produção natural, na presença de altas temperaturas e com chuvas), em comparação com o que ocorre no inverno (produção forçada, na presença de baixas temperaturas e sem chuvas). Portanto, as exigências de nitrogênio e potássio, certamente, deverão ser também distintas. Somente as pesquisas científicas, executadas em campo de produção, poderão revelar essas necessidades e, por conseguinte, permitir adequar as recomendações para essa cultura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na pinheira, no que concerne ao crescimento vegetativo, à reprodução e à qualidade dos frutos nas épocas de primavera/verão e outono/inverno.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar as doses de nitrogênio e potássio mais eficientes ao crescimento vegetativo das plantas e ao desenvolvimento de flores e frutos da pinheira, em duas épocas do ano (primavera/verão e outono/inverno).
- Determinar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e potássio na qualidade dos frutos da pinheira, em relação às características físico-químicas e aos compostos bioativos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características gerais da pinheira

A pinheira (*Annona squamosa* L.), pertencente à família Annonaceae, é originária da América Tropical e foi introduzida no Brasil em 1626 por Diogo Luiz de Oliveira (Conde de Miranda), sendo sua fruta conhecida por diversos nomes, como: pinha, ata, anona, fruta-do-conde. É uma espécie que tem preferência por clima quente e seco, não tolerando frio rigoroso. Pode ocorrer desde o nível do mar até 900 m de altitude (OLIVEIRA, 1991; KAVATI, 1992, 1997; MANICA, 1994; FERREIRA, 1997; MELETTI, 2000).

A pinheira é uma planta de pequeno porte, com raízes do tipo pivotante e folhas decíduas, lanceoladas, pecioladas, alternas e oblongo-lanceoladas, com muitas ramificações e altura variando entre 3 e 6 metros. Suas flores (hermafroditas) são pequenas, isoladas ou em cachos de duas a quatro unidades. Seu fruto é achatado, ovoides ou cordiforme, com protuberâncias; apresenta aroma suave, sabor bastante doce, polpa branca que envolve numerosas sementes escuras resistente, quase impermeáveis, o que dificulta a germinação (CAVALCANTI, 1993; MANICA, 1994, 1997; LUNA, 1997; KAVATI, 1997; FERREIRA, 1997; SIMÃO, 1998; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; ARAÚJO FILHO e outros, 1998; MELETTI, 2000).

Ribeiro e outros (2007), estudando os aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinheira, observaram que a antese ocorre às 5 horas da manhã, justificando a polinização no horário realizado pelos produtores da região.

A propagação da pinheira é realizada usualmente por meio de sementes; com isso, os pomares existentes apresentam grande variação nas características de suas plantas. A pinheira pode, também, ser propagada vegetativamente por

garfagem em fenda cheia e à inglesa simples, utilizando-se como porta-enxerto plantas da própria espécie (CAVALCANTI, 1993; LUNA, 1997).

A pinheira é uma planta considerada bastante rústica, cresce e produz em solos argilosos e secos que possuam boa profundidade, média fertilidade, bem drenados e apresente pH (em água) na faixa de 5,5 a 7,5. É pouco tolerante aos solos com muita água parada (OLIVEIRA, 1991; MANICA, 1994; VIEIRA e outros, 1994; RÖDEL, 1996; KAVATI; PIZA JR., 1997; ARAÚJO FILHO e outros, 1998).

Araújo Filho e outros (1998) relatam que a poda de produção da pinheira consiste em podar os ramos do ano, que apresentem o diâmetro de um lápis (0,8 cm a 1,0 cm), os quais devem ser encurtados entre 20 cm e 40 cm de comprimento, deixando-os com quatro a seis gemas. Os mesmos autores relatam que as folhas desses ramos são retiradas manualmente, visando liberar as gemas que brotarão (geralmente três ou quatro) e emitirão os botões florais.

Cavalcanti (1987) relata que a pinheira inicia sua produção comercial a partir do terceiro ano, entretanto, em condições especiais de tratamento, constata-se plantas produzindo seus primeiros frutos com pouco mais de um ano de plantada. Para Kavati e Piza Jr. (1997), a maturação fisiológica da pinha caracteriza-se pelo início do afastamento dos carpelos, quando deve ser colhida.

2.2 Nutrição mineral em anonáceas

A literatura apresenta grande variação de resultados sobre os efeitos da aplicação de nutrientes na qualidade dos produtos agrícolas e, em especial, dos frutos. Mengel e Kirkby (1982) chamam a atenção para o fato de muitos dos aspectos ligados à qualidade dos frutos serem influenciados de maneira limitada pela fertilização, ao passo que as condições climáticas exercem efeito mais marcante, o que poderia explicar a divergência dos resultados.

Todavia, frequentemente, os estudos agronômicos relegam ao segundo plano o efeito da nutrição sobre a qualidade, apesar de bem conhecida a

participação de alguns nutrientes em processos metabólicos que afetam a qualidade.

Do ponto de vista do consumo de fruta fresca, a nutrição deficiente, excessiva ou desequilibrada pode afetar características que indicam a qualidade, como teor de açúcares, firmeza da massa, cor externa e interna, rachaduras nos frutos, dentre outros. Pinheiro (1984) relata que, do ponto de vista do processamento agroindustrial, observa-se que elevados teores de diversos constituintes na matéria-prima, como açúcar, acidez, dentre outros, implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto final, resultando em maior economia no processamento.

Vários fatores estão relacionados à alta produtividade e qualidade de frutos, com destaque para o fator genético. Além de outros aspectos limitantes à cultura, como: adubação, irrigação, tratamentos culturais entre outros.

Segundo Souza e Fernandes (2006), o nitrogênio é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas, já a nutrição adequada do potássio promove incremento do aroma dos frutos, do teor de vitamina C e de sólidos solúveis (MEURER, 2006).

Para Rozane e Natale (2014), diversos fatores são apontados como responsáveis pelas variações no conteúdo de nutrientes em anonáceas, com destaque para as condições edafoclimáticas e para os aspectos ligados à cultura, como a idade. Os mesmos autores recomendam que a aplicação de nitrogênio e potássio na fase de plena produção do pomar de anonáceas deve ser dividida em três ou quatro parcelas, sendo aplicadas no início do período chuvoso e distribuídas equidistantes, em toda a volta das plantas, até que os frutos estejam com diâmetro de 3 a 4 cm.

Holanda Filho e outros (2006), avaliando o efeito da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutriente pela gravioleira, concluíram que os nutrientes mais absorvidos pela anonácea foram: N, K e Ca.

As anonáceas extraem do solo grande quantidade de elementos minerais e esta extração pode variar, dependendo da intensidade e do material retirado (frutos principalmente), podendo haver déficit nutricional aos ciclos posteriores, caso não haja complementação por meio de práticas de adubação (SILVA; SILVA, 1997). Venkataratnam (1959), na Índia, comenta que, quando as pinheiras não são adubadas, entram em declínio gradual e formações pétreas em fruto de pinha são devido a fatores fisiológicos e falta de nutrição nas plantas, e que em plantios bem manejados raramente constata-se este problema. Os nutrientes mais exportados pela pinheira, superando muitas outras frutíferas, são o nitrogênio e o potássio, com valores médios de 7,17 e 5,19 kg t⁻¹ de frutos frescos. Também extraem quantidades expressivas de fósforo, cálcio e magnésio (Tabela 1).

Tabela 1 - Exportação de nutrientes de alguns frutos tropicais e subtropicais (em kg t⁻¹ de frutos frescos)

Nutriente	Frutífera					
	Abacate ¹	Abacaxi ¹	Laranja ¹	Banana ¹	Pinha ²	Graviola ²
N	2,80	0,90	1,20	1,70	7,17	2,70
P	0,35	0,12	0,27	0,22	0,58	0,34
K	4,53	2,00	2,60	5,50	5,19	3,60
Ca	0,13	0,10	1,05	0,21	0,45	0,26
Mg	0,20	0,16	0,20	0,27	0,46	0,24

Fonte: Marchal e Bertin (1980)¹; Silva e outros (1984a)²

São José e outros (2014b), em estudo sobre a marcha de absorção de nutrientes em anonáceas, relatam que a cultura da graviola e da pinha são frutíferas muito exigentes em nutrientes, sendo que os teores foliares de N e K adequados para essas culturas são: graviola 16,5 g kg⁻¹ para N e 18,0 g kg⁻¹ para K; já para a cultura da pinha, os teores adequados são 30 a 40 g kg⁻¹ de N e 11,7 g kg⁻¹ de K.

Para Sadhu e Ghosh (1976), os valores adequados de N e K para a análise foliar da pinheira são de 28,5 a 33,6 g kg⁻¹ para o N e de 8,7 a 24,7 g kg⁻¹ para o K.

Em relação à exigência por nutrientes, Cavalcante e outros (2012)

também relatam em seu trabalho sobre o estado nutricional de pinheira, sob adubação orgânica do solo, que a cultura da pinha exige, principalmente, muito nitrogênio e potássio, quando comparada a outras culturas, como abacaxi, abacate e graviola, dentre outras. Em sua avaliação, os autores obtiveram os valores máximos de 30 g kg⁻¹ de N e 18,06 g kg⁻¹ de K na matéria seca foliar, em folhas coletadas na parte mediana da copa.

2.2.1 Efeitos do nitrogênio na fisiologia de anonáceas

O nitrogênio é um nutriente bastante estudado, e a sua disponibilidade é um dos fatores que limitam o crescimento e a produtividade das plantas, pois é requerido em todas as fases do desenvolvimento vegetal (FERNANDES; ROSSIELO, 1995). O nitrogênio absorvido é facilmente distribuído na planta via floema. Quando o suprimento é insuficiente, o nitrogênio das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novas. Consequentemente, verificam-se sintomas de clorose nas plantas deficientes em nitrogênio, principalmente nas folhas velhas. A coloração amarelada está associada à menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O nitrogênio é um elemento essencial às anonáceas, afetando o desenvolvimento vegetativo das plantas, assim como seu florescimento e produção. A qualidade dos frutos (tamanho, teor de ácidos e açúcares, teor de suco ou massa comestível, antioxidantes etc.), também, pode ser afetada pela presença, ausência, ou mesmo deficiência ou desequilíbrio nutricional provocado pelo N (SÃO JOSÉ e outros, 2014b).

Plantas deficientes em nitrogênio apresentam-se amareladas e com crescimento reduzido. A clorose desenvolve-se primeiro nas folhas mais velhas, com as mais novas permanecendo verdes. Em casos de deficiência severa, as folhas adquirem coloração marrom e morrem (RAIJ, 1991). As folhas das gravioleiras mais velhas, a partir da região basal, perdem gradualmente a

coloração verde para uma tonalidade verde-pálida, distribuindo-se uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras. Com a intensidade da deficiência, todas as folhas ficam amareladas e sem brilho, ocorrendo queda prematura das folhas mais velhas (BATISTA e outros, 2003). Avilán (1975) e Silva e outros (1986), trabalhando com a gravioleira e, Piza Jr. (1988) com pinha, observaram características semelhantes de deficiência de nitrogênio.

Costa e outros (2002) estudaram a influência da adubação nitrogenada (0; 100; 200 e 400g planta⁻¹) e formas de aplicação de boro (via foliar, via solo e sem B) na produtividade da cultura da pinha e verificaram que as adubações com boro e nitrogênio aumentaram a produtividade e o número de frutos. A adubação nitrogenada também aumentou o número de flores e o vingamento de frutos. Na avaliação do N, esses autores obtiveram efeito quadrático do incremento de N sobre o número de frutos e a produtividade da cultura, sendo que o maior número de frutos obtidos foi de 22.365 frutos ha⁻¹ e a maior produtividade 6.059 kg ha⁻¹, que foram obtidos com as doses de 234,7 e 240,1 g planta⁻¹, respectivamente.

2.2.2 Efeitos do potássio na fisiologia de anonáceas

Por ser o potássio ativador de numerosas enzimas, sua deficiência acarreta distúrbios em reações metabólicas de acumulação de compostos livres ou solúveis (EPSTEIN, 1975). Em folhas novas de gravioleira, nota-se um esverdeamento intenso da folhagem e 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 queda das folhas basais e estabilidade no crescimento (BATISTA e outros, 2003).

Silva e outros (1986) constataram, também, em gravioleira, redução no tamanho das folhas jovens e, quando adultas, apresentaram bordos cloróticos e queda precoce das folhas. Avilán (1975) verificou o amarelecimento nos bordos, progredindo até a nervura central, de coloração alaranjada.

Observando os diferentes níveis de N, P e K sobre os teores desses nutrientes contidos no caule e folhas de pinheiras, no desenvolvimento vegetativo e na floração, Sadhu e Ghosh (1976) estudaram doses deficientes, baixa e alta de nitrogênio, fósforo e potássio. As pinheiras deficientes em potássio tiveram seu crescimento afetado, cujas folhas superiores tornaram-se de coloração verde-claro, enquanto as folhas inferiores mostraram a lâmina parcialmente amarelada com secamento do ápice e, algumas plantas florescendo, mas não frutificando. Já com o aumento da adubação potássica, juntamente com a nitrogenada e fosfatada, aumentou a frutificação.

2.2.3 Análise foliar de anonáceas

Lima e outros (2007), estudando a parte da planta indicada para a amostragem de folhas, avaliando o estado nutricional da gravioleira, determinaram os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn, em folhas de três posições da copa (terço superior, médio e inferior) e três posições no ramos (parte apical, mediana e basal). Os resultados permitem sugerir que os teores de minerais das folhas da parte mediana da copa das árvores e na posição mediana do ramo refletem melhor o estado nutricional da frutífera.

Em estudos para diagnosticar o estado nutricional de gravioleiras são recomendadas diferentes quantidades de folhas por amostra. Oliveira (2004) recomenda coletar 100 folhas completamente maduras (de 25 plantas por área homogênea), colhidas em ramos com flores, na altura média da copa das árvores. Já Robinson (1988) recomenda que sejam coletadas 40 folhas recém-amadurecidas (a quarta ou quinta folha a partir do ápice do ramo).

Sadhu e Ghosh (1976) apresentam os teores normais e deficientes de N e K para a cultura da pinha: nas folhas normais o N variou de 2,85 a 3,36 %; para as folhas deficientes, a variação foi de 1,88 a 2,85 %; já para o K, as folhas normais apresentaram a seguinte variação, 0,87 a 2,47 % e para as folhas deficientes de 0,75 a 1,66 %.

Silva e outros (1984b), analisando folhas de pinha, obtiveram os teores de 3,30 a 3,60 % para N, em ramos com e sem frutos, respectivamente; para o K, os autores obtiveram os teores de 1,17 e 1,11 % em ramos com e sem frutos, respectivamente.

2.3 Aspectos fitotécnicos da planta e composição físico-química dos frutos

2.3.1 Número, massa e comprimento das flores

A pinheira emite grande quantidade de flores após sua poda, sendo que dessas, a grande maioria não vinga devido a vários fatores, tanto intrínsecos quanto extrínsecos da cultura. Estima-se que somente entre 3 e 5 % de frutos conseguem ser totalmente formados (BRITO, 2010).

Dias e outros (2003), avaliando o número de botões florais em ramos da pinheira, podados com diferentes comprimentos, obtiveram variação de 5,50 a 9,95 botões florais por ramo, com peso médio de 0,68 g e 28 mm de comprimento. Ribeiro (2006), estudando a biologia floral da pinheira, relata que a mesma apresenta flores que variam de 20 a 35 mm de comprimento e 0,68 g de peso.

Costa (2001) e Costa e outros (2002) verificaram que a adubação nitrogenada influenciou no aumento do número de flores na pinheira, quando estudaram a influência de doses de nitrogênio e a aplicação de boro na cultura da pinha.

2.3.2 Número de brotações e comprimento dos ramos

Observando o número de brotações em ramos de pinheira pós a poda, Silva (2004) verificou variação de 4,66 a 6,16 brotações por ramos, com média de 5,42 brotações.

Dias e outros (2004), avaliando o desempenho vegetativo e reprodutivo da pinheira, no período de fevereiro a julho de 2003, observaram que o número de brotações variou de 3,13 a 4,30 brotações por ramo, sendo que o maior número de brotos ocorreu nos ramos podados com 20 cm de comprimento.

Nogueira (2002), observando a influência da época de poda e métodos de polinização na cultura da pinha, no Norte do Estado do Rio de Janeiro, verificou que os ramos apresentaram maior crescimento, quando as podas foram realizadas em agosto e setembro; quando as mesmas eram realizadas em períodos de temperatura mais baixas, não ocorria crescimento satisfatório, obtendo-se ramos com crescimento em torno de 20 a 25 cm nos meses de agosto e setembro e de aproximadamente 5 a 17 cm nos meses de maio, junho e julho. O autor concluiu que o comprimento dos ramos foi influenciado pela época da poda.

Dias (2003) observou variação no crescimento de ramos novos entre 19,02 e 22,54 cm, de acordo com o comprimento dos ramos podados.

2.3.3 Altura da planta, diâmetro da copa e do tronco

Silva (2004), em estudo sobre o monitoramento de variáveis ambientais do solo com diferentes tipos de cobertura morta, na produção da pinha, no período de junho a outubro de 2003, observou crescimento das plantas em média de 42,62 cm e variação da testemunha para o tratamento de maior altura de 25,40 cm a 51,20 cm, sendo que só ocorreu diferença significativa entre o tratamento com casca de café e a testemunha. O mesmo autor observou, também, crescimento em diâmetro da copa variando de 25,25 cm a 31,95 cm, com média de 28,26 cm.

Para Dias (2003), a altura das plantas exibiu efeito significativo, quando seus ramos foram podados em diferentes comprimentos, atingindo a variação de 1,8 a 2,05 m; quanto ao diâmetro de copa dessas plantas, a mesma autora relata que ocorreu variação de 1,94 a 2,18 m.

A pinheira, durante o seu crescimento, apresenta variação em sua altura, diâmetro da copa e do tronco, fato esse que podemos verificar em alguns trabalhos já publicados; Souza (2006), avaliando o crescimento das plantas em relação ao número de frutos por planta, observou variação de 124,25 a 140,25 cm para a altura das plantas, com média de 132,67 cm. O mesmo autor verificou variação de 103,08 a 127,25 cm para o diâmetro da copa, com média de 114,61 cm; em relação ao diâmetro do tronco, o autor obteve a seguinte variação 4,75 a 5,45 cm, com média de 5,05.

Seguindo o mesmo raciocínio, Souza e outros (2012), avaliando o efeito do desbaste de frutos na produção e comercialização da pinha, no período de fevereiro a julho de 2004, utilizaram plantas que apresentavam em média 4,1 cm de diâmetro de tronco.

2.3.4 Tamanho de frutos

Maia e outros (1986) obtiveram frutos com comprimento de 4,27 a 7,41 cm (média = 5,07 cm) e diâmetro de 5,31 a 7,82 cm (média = 6,22 cm). Holschuh e outros (1988), em estudo de caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram os seguintes resultados: comprimento de 5,35 a 6,05 cm e diâmetro de 6,25 a 6,72 cm. Gaspar e outros (2000), em seu estudo, obtiveram média de 8,34 cm para o comprimento e 8,38 cm para o diâmetro dos frutos. Costa e outros (2002) obtiveram, em média, diâmetro de 81,5 mm e comprimento de 73,3 mm para os frutos da pinheira, com variação de 80,0 a 82,8 mm para o diâmetro e de 72,3 a 74,4 mm para o comprimento dos frutos. Silva, Silva e Silva (2002) obtiveram os seguintes resultados médios: altura (comprimento) de frutos variando de 6,6 cm a 8,7 cm; diâmetro máximo variou de 7,8 cm a 10,1 cm. Pereira e outros (2003), estudando o efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.), obtiveram comprimento dos frutos variando de 7,77-8,93 cm e variação no diâmetro de 8,47-9,22. Dias (2003), avaliando a

frutificação da pinheira, obteve comprimento dos frutos (cm) de 8,18 a 8,60 e diâmetro dos frutos (cm) de 8,09 a 8,52. Já Dias e outros (2003) obtiveram os seguintes valores: diâmetro 7,88 cm a 8,26 cm e comprimento 7,70 cm a 8,02 cm. Pereira e outros (2009), estudando a qualidade de frutos ensacados da pinheira, obtiveram comprimento (em cm) de 8,7 a 9,1 e diâmetro (em cm) de 8,3 a 8,4.

Considerando os trabalhos apresentados, verifica-se que os frutos da pinheira apresentam variação de 4,27 a 9,1 cm em seu comprimento e de 5,31 a 10,10 cm em seu diâmetro, variação essa decorrente do período, região e tratos aplicados à cultura.

2.3.5 Massa e número de frutos

A massa dos frutos pode variar devido a muitos fatores, desde climáticos até os tratos culturais, como nutrição, irrigação, desbastes etc. Observou-se diferentes massas nos trabalhos pesquisados, que variaram de 137,6 a 418,0 g. Maia e outros (1986), estudando as características físicas e químicas da pinha no estado do Ceará, encontraram os seguintes valores: 137,60 a 393,0 g (média = 201,40 g); já Holschuh e outros (1988), em estudo de caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram massa do fruto variando de 186,51 a 197,38 g. Dantas e outros (1991), estudando as características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) oriundos de Pernambuco e Alagoas, concluíram que a maioria das seleções estudadas apresentaram peso médio entre 200 – 400 g. Araújo Filho e outros (1998) relatam peso médio entre 200 g e 400 g para os frutos da pinheira. Carvalho e outros (2000), estudando genótipos de pinheira no Vale do Rio Moxotó III, avaliando características de crescimento e produção, observaram variação no peso dos frutos de 202 g para 235 g, com média de 220 g. Já Gaspar e outros (2000) obtiveram 315 g de peso. Silva, Silva e Silva (2002), em seus estudos, verificaram variação para o peso médio de 226 a 418 g. Dias (2003) obteve média para o peso dos frutos (g) de 245,36 a 289,73; já Dias e outros

(2003) observaram a média de peso dos frutos variando entre 230,55 e 258,69 g. Pereira e outros (2003), estudando o efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.), observaram uma variação no peso dos frutos de 280,15 a 364,55 g. Marcellini e outros (2003), realizando comparação físico-química e sensorial da atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe, observaram frutos da pinha que apresentavam em média 201,42 g. Avaliando a influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.), Silva e outros (2007) obtiveram, em média, os seguintes resultados: média da massa dos frutos, entre os tratamentos, de 350,34 g. Pereira e outros (2009), estudando o efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira, observaram que os tratamentos avaliados não apresentaram diferença significativa para a massa dos frutos e a mesma variou de 305,3 a 324,2 g.

Cunha e outros (2015), avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados não influenciaram a produção, ocorrendo interação entre a adubação nitrogenada e o uso de substâncias húmicas para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da massa do fruto.

Segundo Pinto e Ramos (1997), pinheiras com quatro a cinco anos de idade, sob condição de polinização natural, produzem no máximo 30 frutos/planta/ano, enquanto que se usando a polinização artificial produz cerca de 150 a 200 frutos/planta/ano.

2.3.6 Massa da casca

Em seu estudo, Maia e outros (1986) obtiveram percentual de casca nos frutos de pinha de 38,18 %. Holschuh e outros (1988), em estudo de caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram os seguintes pesos para a casca dos frutos: de 95,99 a 105,37 g, que

correspondiam em média 52,95 % da massa dos frutos. Kavati (1992) obteve a percentagem de 56,04 % em relação à massa da casca e do fruto. Já Araújo Filho e outros (1998) obtiveram o percentual de casca de 38,2 %. Silva, Silva e Silva (2002) obtiveram percentagem média de epicarpo variando de 38,8 a 49,2 %. Para Dias (2003), a casca mais o talo central correspondem de 46,91 a 52,84 % do fruto, quando relacionados aos pesos da casca. Já Dias e outros (2004) obtiveram a seguinte variação para o peso da casca: de 99,8 a 125,1 g; para os mesmos autores, o percentual da casca mais engaço (talo central) variou de 50,20 a 53,85 % com média de 51,88 %. Bomfim e outros (2014), estudando a produção, características físico-químicas da pinha (*Annona squamosa* L.), em função do número de frutos por planta, obtiveram percentual para casca dos frutos no ponto de colheita e no ponto de consumo, variando de 39,41 a 47,68 % (média de 44,27 %) e de 40,68 a 45,42 % (média de 42,92 %) respectivamente.

2.3.7 Rendimento de polpa

Os diversos estudos que avaliaram a massa da polpa dos frutos da pinheira e seu rendimento em relação à massa do fruto apresentam variação de 55,51 a 137,54 g, correspondendo de 27,80 a 54,2 %.

Maia e outros (1986), estudando as características físicas e químicas da pinha no estado do Ceará, encontraram rendimento de polpa de 54,19 %. Holschuh e outros (1988), analisando frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram massa de polpa que variou de 55,51 a 55,98 g, correspondendo em média a 27,80 % da porção comestível do fruto.

Dantas e outros (1991) relataram que a polpa foi o principal componente dos frutos, dos quais 14 seleções apresentaram polpa superior a 50 % da composição do fruto. Para Kavati (1992), a polpa corresponde a 38,46 % do fruto, e para Araújo Filho e outros (1998) a 54,2 %.

Gaspar e outros (2000), em seu estudo, obtiveram rendimento de polpa de 50,06 %. Silva, Silva e Silva (2002) relatam que o rendimento de polpa variou

de 45,0 a 53,5 %. Dias e outros (2004) obtiveram para o peso da polpa variação de 82,5 a 95,4 g, que, segundo Dias (2003), corresponde de 35,17 a 40,00 % da massa dos frutos. Já Dias e outros (2003) observaram nas análises físicas e químicas dos frutos de pinha a seguinte variação para o rendimento da polpa: de 37,01 a 40,36 % com média de 38,58 %. Silva e outros (2007) obtiveram médias da massa da polpa e respectivo percentual, em frutos com estágio de maturação completo, de 137,54 g e 39,08 % respectivamente. Já Pereira e outros (2009) obtiveram variação no rendimento da polpa de 34,1 a 40,2 %.

Bomfim e outros (2014), no estudo de características físico-químicas da pinha (*Annona squamosa* L.), em função do número de frutos por planta, observaram que a polpa corresponde, em média a 45,70 % para os frutos no ponto de colheita e a 48,12 % para os frutos no ponto de consumo, com variação de 42,72 a 48,96 % para os frutos no ponto de colheita e de 44,06 a 51,48 % para os frutos no ponto de consumo.

2.3.8 Talo central

O engajo ou talo central do fruto da pinheira apresenta peso em média de 4,0 a 4,8 g, segundo Dias e outros (2004) e Dias (2003). Já para Holschuh e outros (1988), o talo central apresenta massa de 24,26 a 25,97 g, que corresponde em média a 13,50 %. Em estudo de produção, características físico-químicas da pinha em função do número de frutos, Bomfim e outros (2014), avaliando frutos no ponto de colheita e de consumos, observaram variação na porcentagem para o talo central de: 1,70 a 3,84 % (média de 2,89%) para os frutos no ponto de colheita, e de 1,13 a 1,59 % (média de 1,38 %) para os frutos no ponto de consumo. Com base nos estudos relatados, pode-se observar que o talo central apresenta variação de 4,0 a 25,97 g, correspondendo em média a 1,13 a 13,50 % da massa do fruto.

2.3.9 Número de sementes

Existe grande variação nas informações sobre o número de sementes no fruto da pinheira, variando de 19 até 87 sementes, conforme pode ser observado na literatura.

Para Ahmed (1936), existe grande flutuação do número de sementes em frutos de pinha da mesma árvore, variando de 27-63 e de 37-78, com mínimo de 19 e máximo de 87 sementes, obtendo-se variação média de 35 a 60 sementes para o mínimo e o máximo, respectivamente. Holschuh e outros (1988), em estudo de caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram de 23,53 a 24,53 sementes por fruto. Segundo Kavati (1992), o número médio de sementes é de 68.

Dias e outros (2003) encontraram nas análises físicas e químicas dos frutos de pinheira variação de 53 a 66, com média de 60 sementes por fruto. Já Pereira e outros (2003) encontraram variação de 66,23 a 84,03 sementes. Dias e outros (2004) obtiveram de 71,5 a 80,9 sementes por fruto. No estudo de Silva e outros (2007), o número de sementes variou de 63,00 a 66,29, com média geral de 64,66 sementes. Pereira e outros (2009) obtiveram variação para o número de sementes de 55,1 a 58,1. Bomfim e outros (2014) encontraram variação de 58,00 a 80,50 sementes em frutos da pinheira, quando avaliaram as características físico-químicas da pinha em função do número de frutos por planta.

2.3.10 Peso de sementes

Maia e outros (1986), estudando as características físicas e químicas da pinha no estado do Ceará, observaram que as sementes correspondem a 7,6 % da massa do fruto. Holschuh e outros (1988), em estudo de caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semiárido da Paraíba, obtiveram as seguintes massas para as sementes de pinha: de 10,27 a 10,53 g, que correspondem em média a 5,66 % da massa do fruto. Kavati (1992) obteve a proporção de 5,49 %

da massa da semente em relação ao fruto. Já Araújo Filho e outros (1998) indicam o percentual de 7,6. Dias (2003) determinou a variação de 11,61 a 13,09 % na proporção da massa das sementes, em relação ao fruto. Dias e outros (2003) observaram nas análises físicas e químicas dos frutos de pinha a seguinte variação: 9,1 a 10,0 % com média de 9,5 %. Dias e outros (2004) obtiveram variação de 27,2 a 31,6 g para o peso das sementes. Bomfim e outros (2014), avaliando as características físico-químicas da pinha em função do número de frutos por planta, encontraram variação, para as sementes, de 6,36 a 9,18 % em frutos da pinheira. A massa das sementes e sua proporção em relação ao fruto é muito variável, podendo atingir, como relatado, os seguintes valores: de 10,27 a 31,6 g de massa e 5,49 a 13,09 % em relação à massa do fruto.

2.3.11 Sólidos solúveis

Na literatura consultada, pode-se verificar variação no teor de sólidos solúveis na polpa da pinha, sendo que a grande maioria está acima de 20 °Brix. Em seu estudo, Dantas e outros (1991) observaram em todas as seleções avaliadas, que as mesmas apresentaram teor de sólidos solúveis acima de 20 °Brix. O mesmo foi relatado por Araújo Filho e outros (1998), que obtiveram o teor de sólidos solúveis acima de 20 °Brix. Gaspar e outros (2000) verificaram em seu estudo o teor de sólidos solúveis de 24,5 °Brix. Silva, Silva e Silva (2000), estudando a distribuição do teor de sólidos solúveis no fruto da pinheira, obtiveram os seguintes resultados: 26,49 % para a porção basal, 28,02 % para a porção mediana e 27,53 % para a porção apical dos frutos, sendo que os resultados não diferiram significativamente entre si. Observaram, ainda, que o teor de sólidos solúveis médio dos frutos foi de 27,33 %. Dias (2003) obteve teor de sólidos solúveis (°Brix) de 21,28 a 24,28. Já Dias e outros (2003) observaram nas análises físicas e químicas dos frutos de pinha variação de 19,73 a 21,19 com média de 20,48 °Brix. Marcellini e outros (2003) obtiveram valor de sólidos solúveis (°Brix) de 27,53. Pereira e outros (2003) relatam o valor de sólidos

solúveis variando de 25,48-27,52 °Brix. Gouveia e outros (2006), avaliando o suco da pinha em diferentes concentrações com leite, observaram que a polpa integral do fruto apresentava 28,467 °Brix. Já Pereira e outros (2009) obtiveram variação de °Brix de 27,4 a 28,7 para os frutos da pinheira. Mizobutsi e outros (2012), estudando a conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração, observaram que o teor de sólidos solúveis sofreu alteração progressiva em todos os tratamentos durante o período de avaliação, atingindo o maior valor de 30,68 °Brix. Bomfim e outros (2014), em estudo com frutos no ponto de colheita e no ponto de consumo, observaram variação para os sólidos solúveis (°Brix) de 2,43 a 3,66 (média de 3,05) para os frutos no ponto de colheita e de 17,25 a 20,22 (média de 18,78) para os frutos no ponto de consumo.

Cunha e outros (2015), avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada na qualidade de frutos e na produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados afetaram significativamente os sólidos solúveis, que apresentaram decréscimo com o aumento das doses de nitrogênio, obtendo valores entre 36 e 30 °Brix

2.3.12 Acidez titulável

A presença dos ácidos orgânicos dissolvidos nos vacúolos das células serve de substratos para a respiração dos frutos e determinam sua acidez (BRODY, 1996). Esses ácidos não só contribuem para a acidez dos frutos, como também para o aroma característico, tendo em vista a presença de componentes voláteis. O seu teor tende a diminuir, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares; nessa fase, ocorre maior demanda energética, devido ao aumento do metabolismo (BRODY, 1996; CHITARRA; CHITARRA, 2005). A variação da acidez pode indicar o estágio de maturação do fruto, já que, em geral, a acidez decresce em função do avanço da maturação. Maia e outros (1986), caracterizando frutos de ateira, obtiveram acidez de 0,21 % na polpa. Rego e outros (1989) determinaram teor de acidez titulável de 0,88 %. Já Dantas

e outros (1991) e Araújo Filho e outros (1998) obtiveram acidez titulável abaixo de 0,24 %. Dias (2003) obteve acidez titulável (ácido cítrico) para os frutos da pinheira de 0,20 a 0,24 %. Dias e outros (2003) observaram nas análises físicas e químicas dos frutos de pinheira acidez, que variou de 0,2217 a 0,2510 %, com média de 0,2338 %. Marcellini e outros (2003) obtiveram acidez titulável (g ácido cítrico 100 g polpa) de 0,17. Em outros estudos que avaliaram a acidez dos frutos da pinheira, foram obtidos diferentes resultados, como os obtidos por Gouveia e outros (2006) 0,417 % de ácido cítrico. Mizobutsi e outros (2012) observaram tendência de redução da acidez titulável durante o período de armazenamento, que pode ser explicado pelo consumo do ácido cítrico no processo de amadurecimento dos frutos, obtendo valores de 1,1 e 0,8 eq. mg de ácido cítrico para os frutos mantidos em temperatura ambiente. Em estudo com frutos no ponto de colheita e no ponto de consumo, Bomfim e outros (2014) observaram que a acidez titulável (% de ácido cítrico) variou de 0,15 a 0,18 (média de 0,16) para os frutos no ponto de colheita, e de 0,18 a 0,23 para os frutos no ponto de consumo.

Cunha e outros (2015), avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados afetaram significativamente a acidez titulável.

2.3.13 Relação sólidos solúveis e acidez titulável

Um dos indicadores do sabor dos frutos é a relação SS/AT, que irá relacionar a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Essa relação tende a crescer no período de amadurecimento do fruto, quando ocorre aumento nos teores de açúcares e diminuição dos ácidos, proporcionando sabor agradável por meio do equilíbrio doce-ácido (BOMFIM, 2011). Em estudo da relação sólidos solúveis/acidez titulável, para a cultura da pinha, vários autores determinaram grandes variações em seu teor, como pode-se observar pelos seguintes dados: Maia e outros (1986) obtiveram o valor de 106,48; Dantas e outros (1991)

obtiveram variação de 89,5 a 284,0; Sousa (2005) obteve valores que variaram de 43,33 a 178,46, com média de 106,75; Gouveia e outros (2006) relatam o valor de 68,266. Bomfim e outros (2014), avaliando as características físico-químicas de frutos da pinheira no ponto de colheita e de consumo, observaram que a relação SS/Acidez Titulável variou de 15,19 a 24,40 (média de 19,06) para os frutos no ponto de colheita e de 86,95 a 95,83 para os frutos no ponto de consumo.

Cunha e outros (2015), avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados afetaram significativamente os valores da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), ocorrendo interação entre a adubação nitrogenada e o uso de substâncias húmicas para a maioria das variáveis analisadas.

2.3.14 pH

Rego e outros (1989), analisando a polpa de frutas maduras, encontraram o valor de pH 4,35 para a pinha. Marcellini e outros (2003) obtiveram o pH 5,48, enquanto Gouveia e outros (2006) 5,4. Silva e outros (2007), avaliando a influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha, obtiveram pH médio para a polpa dos frutos de pinheira variando entre 5,4 e 5,8, sem contudo diferirem significativamente entre si.

Cunha e outros (2015), estudando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada (0, 100, 175 e 250 g de N planta⁻¹) na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que o pH dos frutos variou de 5,25 a 5,50, sem serem influenciados pelos níveis de nitrogênio, sendo que o mesmo aumentou até os níveis de nitrogênio chegar a 100 g por planta (aproximadamente 5,5) para depois decrescer.

2.3.15 Açúcares

O açúcar, substância doce, presente naturalmente em frutos, pode ser extraído por meio de solução aquosa, no caso dos açúcares solúveis totais, e por meio de metodologia específica, é possível extrair os açúcares redutores totais, como por exemplo, a metodologia descrita por Miller (1959).

Estudos de Lima, Alves e Filgueiras (2002, 2004), com a cultura da graviola, relataram conteúdo de açúcares redutores em frutos maduros de 12,4 % e 9,99 %, respectivamente. Já Souza (2015) encontrou valores de açúcar redutor para resíduos liofilizados de 22,15 % e desidratados de 25,79 %, bem como descreve que, para açúcar não-redutor, os valores foram de 9,38 % e de 9,76 %, respectivamente. A autora salienta que o aumento dos valores nas amostras liofilizadas ocorreu pela retirada de água, o que concentrou os solutos da amostra.

Sousa (2005), estudando diferentes genótipos da cultura da pinheira em relação à caracterização de frutos, obteve os seguintes resultados: teores de açúcares totais variando de 17,10 a 22,40 %, com média de 19,73 %. Maia e outros (1986) encontraram média de 18,07 % e Almeida e Valsechi (1966), 17,57 %, enquanto os valores de 11,75 e 14,60 % foram observados por Chan Junior e Heu (1975) e Campos, Pechnicke Siqueira (1951), respectivamente.

Os níveis de açúcares redutores descritos por Maia e outros (1986) são de 17,20 %. Já os encontrados por Rodrigues (1947), citado por Campos, Pechnick e Siqueira (1951) são de 12,80 %. Os valores de açúcares não redutores encontrados variaram de 0,51 a 6,79 %, com média de 3,90 %, e coeficiente de variação de 46,53 %, o que mostra grande variação entre os genótipos avaliados.

Mizobutsi e outros (2012) observaram que ocorreu aumento nos teores de açúcares solúveis de forma gradativa com o passar do tempo de armazenamento, obtendo valores próximos de 5 até 20 mg 100 g⁻¹.

2.4 Compostos bioativos

2.4.1 Vitamina C

A vitamina C é uma substância de grande importância na nutrição humana, recomendando-se sua ingestão diariamente, pois o organismo humano não realiza sua síntese. Ela atua na prevenção do escorbuto e em importantes processos metabólicos, tais como: no auxílio à absorção de minerais, na síntese de lipídeos e proteínas, no metabolismo de carboidratos, na respiração celular, na formação e manutenção de colágeno, na regeneração dos tecidos, na prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções. Atualmente, evidencia-se sua ação antioxidante, ou seja, sua ação de proteção de células e tecidos do processo oxidativo (FRANKE e outros, 2004; SILVA, 2005; BOMFIM, 2011).

A vitamina C é hidrossolúvel e amplamente distribuída no reino vegetal, sendo encontrada em hortaliças e frutas (FRANKE e outros, 2004; SILVA, 2007). Para as frutas, Lima e outros (2007) e Ramful e outros (2011) apresentam, de acordo com o teor de ácido ascórbico, a seguinte classificação: alto ($> 50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), médio ($30\text{-}50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e baixo ($< 30 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Assim, algumas frutas são consideradas fontes excepcionais, por terem alto teor de vitamina C, tais como: a acerola, a goiaba, a laranja e o caju (BOMFIM, 2011; SOUZA, 2015).

Outras frutas também despertam interesse e atenção sobre o seu teor de vitamina C. Nesse sentido, Araújo e outros (2009) e Figueredo (2014) estudaram os frutos de biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.), com os quais verificaram elevado teor de ácido ascórbico e nenhuma diferença estatística entre os estádios de maturação. Já Lima, Mélo e Lima (2001), em carambola, verificaram valores de vitamina C de 60,95 para frutos maduros e 20,82 mg/100g para verdes. Isso demonstra que, com o amadurecimento, o fruto ganha no teor de vitamina C; o mesmo acontece em goiaba (ESTEVEES e outros, 1984).

No gênero *Annona*, em estudos com a graviola “*in natura*”, Souza (2015) obteve teor de vitamina C de 25,11 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra. Mata e outros (2005), Hernández e outros (2012) e Souza e outros (2012) encontraram, respectivamente: 25,3 mg 100 g⁻¹, 28,56 mg 100 g⁻¹ e 21,83 mg 100 g⁻¹. Entretanto, para amostras desidratadas e liofilizadas, Souza (2015) encontrou, respectivamente, 84,00 e 87,19 mg 100 g⁻¹, indicando que as amostras, com a retirada de água e concentração de sólidos, possuem alto teor de vitamina C. Já Sacramento e outros (2003), caracterizando a graviola, encontraram variação de 35,60 a 38,51 mg 100 g⁻¹.

Já Moraes (2013) e Moraes e outros (2014) observaram que há diferenças entre a polpa da graviola “*in natura*” (19,82 mg 100 g⁻¹) e da congelada (12,96 mg 100 g⁻¹), havendo redução nos teores de vitamina C ao longo do tempo de congelamento. Caldas e outros (2010) encontraram 3,50 mg 100 g⁻¹. Essa diferença é explicada por Tavares e outros (2003), que apontam que o teor de vitamina C é variável de acordo a região, a forma de cultivo e a época de colheita, mesmo sendo da mesma variedade.

Cavalcante e outros (2011), realizando seleção preliminar de genótipos de pinheira em Bom Jesus-PI, obtiveram variação de vitamina C nos progênies de 67,52 a 138,55 mg 100 g de polpa, utilizando o método de redução do iodo.

2.4.2 Flavonoides

Os compostos fenólicos são agrupados em não flavonoides e flavonoides, sendo este último o foco desta pesquisa. Chitarra e Chitarra (2005) apontam como principais flavonoides as antocianinas, as flavonas, as isoflavonas, as flavanonas, as isoflavonas, os flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas.

Os flavonoides são compostos encontrados em diversidade no reino vegetal e representados por diferentes classes de substâncias que variam amplamente em complexidade e influência na qualidade dos frutos. As flavonas, um dos mais abundantes, possui atividades anticancerígenas que atuam em

processos reguladores do metabolismo. Estima-se que o consumo diários de várias porções de frutas e hortaliças equivale a cerca de 1 g de compostos fenólicos, bem como sua ingestão pode ser benéfica na proteção contra a incidência de diferentes tipos de câncer (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SOOBRAATTEE e outros, 2005; SCALZO e outros, 2005; BOMFIM, 2011; FIGUEREDO, 2014).

Os flavonoides, além de conferirem cor aos alimentos, contribuem com outros atributos sensoriais, como o sabor e o odor. Pertencentes à classe dos flavonoides, as antocianinas são solúveis em água e responsáveis pelas várias mudanças de coloração de azul, tons de vermelho e roxo e pelas colorações indesejáveis de marrom em frutas frescas, que ocorrem após cortes ou injúrias nos alimentos, levando à oxidação enzimática dos fenóis em quinonas que polimerizam (MELO e outros, 2006; LIMA e outros, 2006; NUNES e outros, 2012).

Fontes de polifenóis, as frutas, são importantes antioxidantes da dieta, entretanto, a eficácia da ação antioxidante vai depender da concentração dos fitoquímicos no alimento (REYNERSTON e outros, 2008; MELO e outros, 2008a). Vale ressaltar que, os oxidantes controlados são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e, se não, podem provocar danos extensivos (ROESLER e outros, 2007).

A importância da pesquisa com antioxidantes naturais tem aumentado muito ultimamente. Algumas apontam que, a depender dos fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) podem apresentar uma variação quanti ou qualitativa em sua composição (REYNERSTON e outros, 2008; MELO e outros, 2008a).

Corroborando, Nunes e outros (2012) relatam que a concentração de flavonoides em frutas pode variar muito, dependendo dos fatores extrínsecos em que as frutas são submetidas. Assim, a quantidade de flavonoides pode variar a depender das condições climáticas, da forma ou maneira de colheita e época de plantio, da composição do solo, do estágio de maturação e o do próprio conteúdo

dos frutos, além de perdas que podem ocorrer durante o processamento e armazenamento dos produtos.

A família Annonaceae é muito rica na biodiversidade de substâncias químicas como: substâncias aromáticas, ácidos fenólicos, taninos, flavonoides, substâncias benzênicas, catequinas, proantocianidina, óleos essenciais, terpenos, esteroides, alcaloides, acetogeninas, carboidratos, lipídios, proteínas, lactonas, vitaminas, carotenos, saponinas, entre outros (REIS, 2011; LIMA, 2007; LUNA, 2006).

Em relação aos flavonoides no gênero *Annona* foram encontrados flavonas (luteonina) e flavonóis (canferol, quercetina, ramnetina, rutina e isorramnetina) descritos para as espécies *A. crassiflora*, *A. tomentosa*, *A. monticola*, *A. warmingiana*, *A. dolichorcharpa* (RINALDI, 2007).

A partir de *A. squamosa* e *A. senegalensis*, foram isolados monoterpenos. Enquanto diterpenos foram descritos em *A. squamosa* e sesquiterpenos em *A. bullata*, terpenoides foram isolados do fruto de *A. muricata* e de *A. reticulata* (RINALDI, 2007; HIRUMA-LIMA; DI STASI, 2003).

Sousa e outros (2011) encontraram no estudo de compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais valor de 1,03 μg de quercetina g^{-1} de amostra para o resíduo de polpa de graviola.

Souza (2015), em conteúdo de flavonoides para a polpa da graviola, encontrou resultados com valores relativamente baixos (peso fresco = 1,10 μg de rutina. 100^{-1} , resíduo *in natura* = 1,16 μg . 100^{-1} , resíduo liofilizado = 1,39 μg . 100^{-1} e resíduo desidratado = 1,70 μg . 100^{-1}), o que a autora atribuiu à coloração branca da graviola. No entanto, todas as amostras diferiram significativamente entre si.

Nunes e outros (2012), em um artigo de revisão, apontam que existem poucos relatos em espécies de Annonaceae, em relação aos flavonoides. Dentre estes, destaca a investigação fitoquímica do extrato metanólico das folhas de *Annona dióica*, que resultou na identificação dos flavonoides canferol, 3-O-[3",6"-di-O-p-hidroxicinamoil]- β -galactopiranosil-canferol, 6"-O-p-hidroxicinamoil- β -galactopiranosil-canferol e 3-O- β -galactopiranosil-canferol. Dentre os

compostos aromáticos encontrados na família Annonaceae, os autores destacam o etilbenzeno, benzeno1-etil-2-metil, trimetilbenzeno, metilbenzoato, acetato de benzila e acetato-2-fenil-etil. A partir deste, eles inferem que algumas espécies de *Annona* são aromáticas devido à presença de óleos essenciais e seus compostos aromáticos, como os benzoatos. Bem como apontam que nos flavonoides, no gênero *Annona*, encontram-se as flavonas (luteonina) e flavonóis (canferol, quercetina, ramnetina, rutina e isoramnetina), descritos para as espécies *A. crassiflora*, *A. tomentosa*, *A. monticola*, *A. warmingiana*, *A. dolichorcharpa*. E, a partir da *A. squamosa* e *A. senegalensis*, foram isolados monoterpenos. Enquanto diterpenos foram descritos em *A. squamosa*. sesquiterpenos em *A. bullata* e terpenoides foram isolados do fruto de *A. muricata* e de *A. reticulata*.

Na comparação da atividade antioxidante entre espécies do gênero *Annona*, Nunes e outros (2012) apontam que, ao testar folhas de *A. muricata*, *A. squamosa* e *A. reticulata*, foi evidenciado que os extratos etanólicos de *A. muricata* possuem atividade antioxidante mais potente *in vitro*, quando comparado às folhas de *A. squamosa* e *A. reticulata*, inferindo que a presença de acetogéninas pode ter influenciado no resultado.

Kothari e Seshadri (2010), utilizando o método colorimétrico de cloreto de alumínio, encontraram um teor de flavonoides de 5,72 a 42,44 mg de quercetina equivalente/g de extrato seco. O extrato etanólico de sementes de *A. squamosa* apresentou teor máximo de flavonoides. A extração em água apresentou menor quantidade de flavonoides. Já na acetona apresentou-se melhor para a extração de flavonoide (Tabela 2). Não foi encontrado no teor de flavonoides dos extratos de sementes de *A. squamosa* correlação linear com a capacidade antioxidante total. Os autores atribuem aos resultados a contribuição para o aumento da base de dados das plantas medicinais e podem ser de importância no melhoramento de variedades, conservantes alimentares, nutracêuticos, cosméticos e produtos biofarmacêuticos em uma corrida com as doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas.

Tabela 2 - Resultados de teor de flavonoides totais em diferentes ensaios com sementes de *A. squamosa*

Extrato preparado em	Teor de flavonoides totais (mg QE/g de extrato seco)
Hexane	9,86 ± 0,22
Acetone	32,66 ± 8,13
Chlorofom-methanol	23,15 ± 0,33
Ethanol	42,44 ± 1,13
Water	5,72 ± 0,38

Notas: Cada valor no quadro foi obtido através do cálculo da média de três experiências ± desvio padrão; QE: quercetina equivalente

Fonte: Kothari e Seshadri (2010)

2.4.3 DPPH

O difenil-1-picril hidrazina (DPPH) é um método químico de sequestro de radicais livres. As substâncias antioxidantes presentes nos extratos reagem com o DPPH, que é um radical estável, e converte-o em 2,2-difenil-1-picril hidrazina. Assim, o potencial antioxidante do extrato será indicado pelo grau de descoloração. Dessa forma, o baixo valor de IC50 indicará extrato com alto potencial em sequestrar radicais livres, sendo então, a melhor capacidade antioxidante do extrato. Neste caso, pequena quantidade de extrato é capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH em 50 %, ou seja, inibir a oxidação do radical em 50 % (SOUSA e outros, 2007; SOUZA, 2015).

A quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante equivalerá ao percentual de atividade antioxidante (% AA), sendo a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50 % e denominada concentração eficiente (CE50), também, chamada de concentração inibitória (CI50). Quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua CE50 e maior a sua atividade antioxidante (SOUSA e outros, 2007).

Segundo Heim, Tagliaferro e Bobilya (2002), a atividade antioxidante está presente nas frutas, por meio de seus compostos antioxidantes, sendo os compostos fenólicos os maiores responsáveis por essa funcionalidade.

Roesler e outros (2007), estudando a atividade antioxidante de frutas do cerrado, avaliaram o araticum (*Annona crassiflora*), fruta da família das

anonáceas, por meio da metodologia do radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), que tem sido amplamente utilizado para avaliar a capacidade de antioxidantes naturais, seqüestrando os radicais livres. Relatam que o potencial dos diferentes extratos de frutas do cerrado em sequestrar radicais livres foi expresso como concentração final do extrato, necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50 %. Os valores de IC50 para o extrato etanólico de semente e casca de araticum foram 30,97 e 49,18 mg mL⁻¹, respectivamente.

Sousa e outros (2011), ao avaliaram a capacidade antioxidante *in vitro*, utilizando método de radicais DPPH, obtiveram, nos primeiros 5 min de reação, uma forte capacidade antioxidante com expressiva redução do radical DPPH, nos extratos de resíduo de acerola e goiaba. Já em extratos de graviola e cupuaçu, a capacidade de sequestro do radical DPPH, ao longo do tempo da reação, foi moderada.

A importância das anonáceas em relação à presença de propriedades antioxidantes são evidentes, e despertam muitos estudos. Os extratos de partes morfológicas de *Annona muricata* L., por exemplo, são utilizados como medicina alternativa, no controle e no tratamento do *Diabetes mellitus*, entre outras enfermidades humanas (ADEWOLE; OJEWOLE, 2009; GEORGE e outros, 2012; MORAES e outros, 2014).

Hamizah e outros (2012) relatam que o extrato foliar da graviola apresenta ação anti-inflamatória, antiespasmódico, antioxidante, hipotensor e efeitos analgésicos, demonstrando ser seletivamente tóxica contra vários tipos de células cancerosas sem prejudicar as células saudáveis, além de terem como constituintes químicos os alcaloides, óleos essenciais e acetogeninas, que são benéficas à saúde humana.

Melo e outros (2008b) apresentam em seu estudo com a polpa da graviola (*Annona muricata* L.) a classificação da atividade oxidante, relatando que a capacidade de sequestro do radical DPPH acima de 70 % é forte; entre 50 e 70 % é moderada e abaixo de 50 % é fraca. Segundo esta classificação, eles determinaram para a polpa de graviola congelada, forte capacidade para

sequestrar o DPPH a partir de 30 minutos da reação. Outras frutas como manga, acerola e goiaba apresentam alto potencial antioxidante.

Kuskoski e outros (2005), ao determinarem a atividade antioxidante em polpas de frutas de maior consumo no mercado sul brasileiro, como: amora, uva, açai, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá, encontraram para a polpa congelada de graviola valores de 84,3 mg GAE 100g⁻¹ e sequestro de DPPH (30 min) de 57,15 %. Já Moraes (2013) encontrou um maior percentual de capacidade de inibição do DPPH, sendo 72,47 % após 30 dias de congelamento e 67,71 % após 60 e 90 dias de congelamento.

Ainda em relação ao potencial antioxidante da graviola, entre polpa fresca e congelada, foi encontrada alta capacidade de sequestro do radical livre DPPH e elevada atividade antioxidante por até 60 dias, pois o percentual de inibição do DPPH em polpa fresca foi semelhante à polpa congelada por 30 e 60 dias, porém, até 90 dias de congelamento ocorre redução do potencial de sequestro do radical, apresentando moderada capacidade de inibição do DPPH. Já o extrato alcoólico da polpa da graviola fresca apresentou alta capacidade de sequestro do radical DPPH (MORAES, 2013; MORAES e outros, 2014).

A polpa da graviola também foi avaliada por Souza (2015), que apresentou em seus resultados atividade antioxidante em EC50 maior que o resíduo, 22,92 g de amostra g⁻¹ de DPPH; já no resíduo *in natura*, resíduo liofilizado e no resíduo desidratado, observou valores de 24,64 g g⁻¹, 15,42 g g⁻¹ e 17,78 g g⁻¹, respectivamente. Sendo que o resíduo liofilizado, devido ao seu processamento sob baixas temperaturas, apresentou maior atividade antioxidante ao ser comparado com o resíduo desidratado, pois a atividade antioxidante depende de compostos bioativos que são susceptíveis à ação do calor como os compostos fenólicos. Apresentou também maior capacidade antioxidante, quando comparado com a polpa e o resíduo *in natura* da graviola, o que a autora atribui à concentração de sólidos com a retirada de água.

Dani e outros (2010), em seu trabalho sobre a influência da graviola (folhas e polpa) na viabilidade celular de cultura de linfócitos, observaram pelo

método DPPH, atividade antioxidante nas folhas e na polpa, encontrando valor na polpa expressos em IC50 de 28,1. Já Spada e outros (2008), em polpas congeladas, também pelo método DPPH, determinaram a capacidade antioxidante, encontrando o valor de 28,05 IC50.

Segundo Melo e outros (2008a), a pinha em extrato acetônico é uma das frutas que apresenta forte capacidade de sequestrar o radical DPPH (superior a 70 %). Já no extrato aquoso, a pinha demonstrou moderada capacidade antioxidante (60-70 %), demonstrando sua potente capacidade.

Pandey e Barve (2011) apontam que a *Annona squamosa* L. tem uma ampla gama de uso farmacológico. Na Índia é amplamente utilizada como medicamento (medicina tradicional) no tratamento de diarreia, doenças hepáticas, leucorreia, infecções do trato urinário, inflamação, malária e diabetes.

Pandey e Barve (2011), verificando a atividade antioxidante *in vitro* na casca de *Annona squamosa* L., observaram que a amostra teve efeito significativo sobre a eliminação de DPPH, aumentando com a concentração de 1-10 ug/ml. A amostra teve significância estatística para o DPPH (P <0,001). Apontando, ainda, que a casca da pinha contém ampla constituição como alcaloides, taninos, fenóis, proteínas etc., sendo bom antioxidante e atua na eliminação de radicais livres. Então, a pinha pode ter efeito significativo no tratamento de algumas doenças do fígado, diabetes, anticancerígeno e atuar na atividade antimicrobiana.

Kothari e Seshadri (2010), ao estudarem DPPH, observaram em extratos de *Annona squamosa* e *Carica papaya* atividade de eliminação de radicais na faixa de 61,19 – 3.201,63 AEAC g / 100 g de extrato seco. Nas sementes de *A. Squamosa*, a atividade maior e a menor foi exercida em água e extrato de hexano, respectivamente, o que indica que as sementes de *A. squamosa* possuem elevada atividade de eliminação de radicais (Tabela 3). Os extratos preparados em solventes polares são varredores de radicais livres melhores do que os que são preparados em solventes menos polares, como ficou evidente a partir do fato de que extratos de hexano para as sementes apresentaram capacidade de eliminação

de menos DPPH, ao passo que os extratos em água exibiram maior capacidade de eliminação. A potência dos extratos na eliminação de radicais é devido ao número de hidrogênios disponíveis para a doação do grupo hidroxila. Maior atividade dos extratos aquosos podem ser devido à presença de altos grupos hidroxila, que é proporcional ao seu teor de compostos fenólicos. Radicais livres atuam como protetores para um número de doenças degenerativas; por conseguinte, as sementes de *Annona squamosa* possuem atividade de eliminação de radicais livres, o que pode ser de fundamental importância medicinal.

Tabela 3 – Resultados de DPPH em diferentes ensaios com sementes de *A. squamosa*

Extrato preparado em	Atividade antioxidante total (g GAE/g de extrato seco)	DPPH capacidade de eliminação de radicais (g AEAC/100g de extrato seco)
Hexane	268,75 ± 2,32	61,19 ± 0,19
Acetone	229,29 ± 2,21	582,82 ± 4,27
Chlorofom-methanol	203,81 ± 9,31	647,42 ± 12,02
Ethanol	427,14 ± 2,87	1.925,91 ± 23,02
Water	777,64 ± 15,05	3.201,63 ± 27,31

Notas: Cada valor no quadro foi obtido através do cálculo da média de três experiências ± desvio padrão; GAE: equivalentes de ácido gálico; AEAC: capacidade antioxidante equivalente ácido ascórbico;

Fonte: Kothari e Seshadri (2010)

3 METODOLOGIA

3.1 Local e período do trabalho

O experimento foi conduzido de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2015, em pomar comercial de pinheiras, na Fazenda Rancho Alegre, localizada no município de Anagé, região Sudoeste do estado da Bahia, na qual predomina o clima semiárido, segundo a classificação de Koppen (Bsw), com temperatura média anual de 22,3 °C, sendo a média das máximas de 29,0 °C e a média das mínimas de 19,0 °C, com precipitação pluviométrica média de 656 mm ano⁻¹, concentrada no verão, e vegetação típica de caatinga.

O solo do local caracteriza-se como Cambissolo Háptico Tb, Eutrófico (DIAS, 2003), possuindo boa condição de drenagem. A referida fazenda está localizada nas seguintes coordenadas geográficas aproximadas: 14°26' de latitude Sul e 41°04' de longitude Oeste de *Greenwich*, com 335 m de altitude, dados obtidos por meio do *Global Positioning System* (GPS).

No referido período foram avaliados quatro ciclos produtivos da cultura, iniciados na poda e concluídos na colheita, com as respectivas análises de desenvolvimento das plantas e qualidade e número dos frutos.

As plantas utilizadas no presente experimento foram medidas preliminarmente, antes da aplicação dos tratamentos e apresentaram em 9 de março de 2013 as seguintes dimensões médias: 2,25 m de altura; 1,99 m de diâmetro de copa, antes da poda; após a poda, realizada em 1 de abril de 2013, as plantas apresentaram as seguintes dimensões: 1,28 m de altura; 1,27 m de diâmetro da copa, e 0,061 m de diâmetro de tronco a 0,10 m acima do solo.

Os dados de temperatura e pluviosidade no período do experimento foram obtidos por meio da Plataforma de Coleta de Dados (PCD), localizada no município de Anagé-BA, sob a denominação de “PCD 32494 – Estação:

Anagé/BA”¹, e encontram-se na Figura 1.

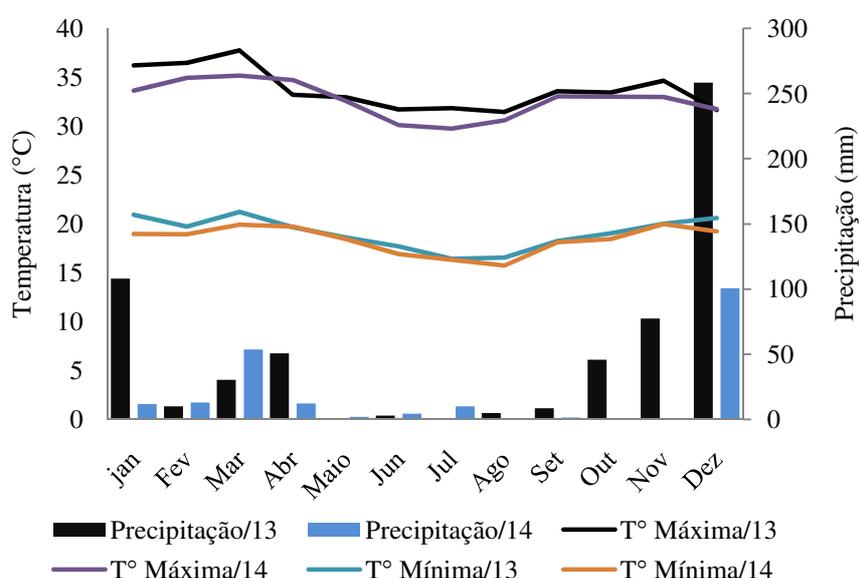


Figura 1 - Precipitação mensal e temperatura média das máximas e mínimas nos anos de 2013 e 2014², Anagé-BA.

3.2 Análises de solo e foliar

Antes da realização do estudo, foram coletadas, separadamente, 20 subamostras de solo, nas camadas de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade na área experimental, na projeção da copa e na entrelinha, para verificar a fertilidade inicial do solo. Também realizou-se a coleta de folhas (março/2013), para verificar o estado nutricional das pinheiras, sendo amostradas na porção mediana da planta, em ramos frutíferos, coletando-se a quinta e a sexta folhas em completa maturação, em quatro pontos equidistantes, obtendo-se a amostra geral das plantas que fizeram parte da área experimental (PINTO, 2009).

¹ INPE/CRN/SINDA. Informações enviadas por email em: 04/03/2015 por: Decio <decio.reis@crn.inpe.br>.

² Não foram informados os dados de precipitação do período de 26/10/2014 até 10/12/2014.

As folhas coletadas foram lavadas com água deionizada e postas para secar em estufa sob ventilação forçada a 65 °C, até atingir massa constante. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório FAAHFLAB centro de análises, para determinação dos teores de nitrogênio e potássio.

Os resultados das amostras preliminares de solo e foliar estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Resultados preliminares de amostras de solo da área experimental, cultivado com pinheira, Anagé-BA, 2013

Local de coleta	Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	mg/dm ³		Cmol./dm ³			mg/dm ³		Cmol./dm ³		%		g/kg	
			P*	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S. B.	t	T	V	M. O.	
Rua de plantio	0-20	7,2	5	240	4,3	1,6	0,0	1,1	97,0	6,5	6,5	7,6	85,6	2,0	
Rua de plantio	20-40	7,2	2	150	4,1	1,5	0,0	1,1	75,0	6,0	6,0	7,1	84,5	1,4	
Projeção da copa	0-20	7,4	4	270	3,5	1,5	0,0	1,1	120,0	5,7	5,7	6,8	83,8	2,1	
Projeção da copa	20-40	6,4	1	86	2,3	1,3	0,0	1,2	88,0	3,8	3,8	5,0	76,1	1,0	

* Mehlich.

Tabela 5 - Análise foliar da pinheira antes da instalação do experimento, Anagé-BA, 2013

g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
27,02	1,52	12,50	14,14	4,5	1,06	63	11	8	20	98

Durante a execução do experimento, foram coletadas amostras de solo, na projeção da copa e foliar ao final de cada ciclo produtivo da cultura, após as colheitas, nos diferentes tratamentos avaliados.

3.3 Determinação dos tratamentos

No experimento foram utilizadas 144 plantas úteis de pinheiras, com 4 anos de idade, originadas de mudas de pé franco, plantadas em espaçamento de 5,0 x 2,5 m, perfazendo o total de 800 plantas por hectare, irrigadas diariamente por micro aspersão.

No início e final da linha de plantio, bem como entre as parcelas experimentais existia uma planta de bordadura.

Foram avaliados os efeitos da aplicação quinzenal de N nas doses de 0; 16,875; 33,750 e 67,500 g planta⁻¹ que equivalem a 0; 37,5; 75,0 e 150,0 gramas de ureia por planta, e de K₂O nas doses de 0; 22,5; 45,0 e 90,0 g planta⁻¹, que equivalem a 0; 37,5; 75,0 e 150,0 gramas de cloreto de potássio por planta, utilizando-se de um arranjo fatorial 4 x 4, obtendo-se, assim, 16 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e 3 plantas úteis por parcela experimental, cujos tratamentos foram os seguintes:

T1– 0 g planta⁻¹ de N e 0 g planta⁻¹ de K₂O

T2– 0 g planta⁻¹ de N e 22,5 g planta⁻¹ de K₂O

T3– 0 g planta⁻¹ de N e 45,0 g planta⁻¹ de K₂O

T4– 0 g planta⁻¹ de N e 90,0 g planta⁻¹ de K₂O

T5– 16,875 g planta⁻¹ de N e 0 g planta⁻¹ de K₂O

T6– 16,875 g planta⁻¹ de N e 22,5 g planta⁻¹ de K₂O

T7– 16,875 g planta⁻¹ de N e 45,0 g planta⁻¹ de K₂O

T8– 16,875 g planta⁻¹ de N e 90,0 g planta⁻¹ de K₂O

T9– 33,750 g planta⁻¹ de N e 0 g planta⁻¹ de K₂O

T10– 33,750 g planta⁻¹ de N e 22,5 g planta⁻¹ de K₂O

T11– 33,750 g planta⁻¹ de N e 45,0 g planta⁻¹ de K₂O

T12– 33,750 g planta⁻¹ de N e 90,0 g planta⁻¹ de K₂O

T13– 67,500 g planta⁻¹ de N e 0 g planta⁻¹ de K₂O

T14– 67,500 g planta⁻¹ de N e 22,5 g planta⁻¹ de K₂O

T15– 67,500 g planta⁻¹ de N e 45,0 g planta⁻¹ de K₂O

T16– 67,500 g planta⁻¹ de N e 90,0 g planta⁻¹ de K₂O

A aplicação dos adubos, realizada na projeção da copa, foi iniciada após a poda das plantas, com intervalos de 15 dias cada, sempre obedecendo às doses dos respectivos tratamentos. Essa adubação foi interrompida próxima à colheita de cada ciclo, com variação de 14 a 21 dias antes da mesma, conforme pode-se observar na Figura 2.

Além dos tratamentos, após as podas, todas as plantas foram adubadas com 100 g de superfosfato simples e 30 g de FTE BR12.

ATIVIDADE	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
Poda	01/04/2013	07/10/2013	07/04/2014	08/09/2014
Início da colheita	20/08/2013	18/02/2014	30/08/2014	20/12/2014
Término das adubações	02/08/2013	01/02/2014	09/08/2014	06/12/2014
Dias após o final das adubações e início da colheita	18	17	21	14
Tempo da poda à colheita (dias)	141	134	145	103

Figura 2 - Datas da realização das podas, início das colheitas e término das adubações em cada ciclo produtivo da pinheira, Anagé, 2013-2014

3.4 Poda e polinização

Durante o período experimental, foram considerados quatro ciclos produtivos da cultura, da poda até a colheita, sendo dois ciclos no período de outono/inverno e dois no período de primavera/verão, como pode-se verificar nas Figuras 2 e 3.

verão	20	21	outono	20	21	inverno	20	21	primavera	20	21
JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

Figura 3 - Esquema das estações do ano.

A poda foi realizada com a utilização de uma tesoura de poda manual, de maneira uniforme em todas as plantas. Esta operação foi seguida de desfolha manual dos ramos podados, iniciando-se da extremidade para a base. A desfolha é a prática adotada rotineiramente entre os produtores tecnificados e que visa forçar e uniformizar a brotação de novos ramos e emissão de flores. Todos os ramos das plantas foram podados e desfolhados, ficando com aproximadamente 0,20 m de comprimento e diâmetro mínimo de 0,010 m, eliminando-se os demais.

A polinização foi realizada no intervalo das 06:00 às 09:00 h da manhã, com o pólen obtido diretamente de flores em estágio masculino, ainda retidas na

planta; com o auxílio de um pincel número 10, com pelos de seda, executam-se leves movimentos circulares de seus pelos sobre as anteras dessas flores e, logo em seguida, faz-se o mesmo movimento sobre o estigma das flores em estágio feminino.

3.5 Tratos culturais e colheita

Durante o período do experimento, foram realizadas capinas manuais na projeção da copa, até a faixa de 0,5m de largura, sendo que nas entrelinhas o manejo era realizado com roçadeira tratorizada.

Os demais tratos culturais (controle fitossanitário através de pulverizações, raleio de frutos etc.) foram os usualmente empregados pelo agricultor.

O experimento foi conduzido sob condições de irrigação tipo microaspersão, com um microaspersor por planta, cuja quantidade de água utilizada era de 30 L por planta h⁻¹, com tempo de irrigação de três horas diárias.

Os frutos foram colhidos ao atingirem a maturação fisiológica, quando se observava o afastamento dos carpelos, apresentando coloração creme (verde-amarelada) entre os mesmos, denominado popularmente de estado “de vez”, ficando aptos para o consumo de 4 a 6 dias após a colheita.

Após a colheita, os frutos foram pesados e medidos individualmente no local do experimento, sendo que seis frutos por parcela experimental foram previamente etiquetados e encaminhados ao Laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) para as demais avaliações.

3.6 Características avaliadas

3.6.1 Análise de solo e foliar

Para o solo, coletado na projeção da copa das pinheiras, foram avaliados os níveis de potássio disponível, utilizando o extrator Mehlich 1 (mg dm^{-3}), e os teores de matéria orgânica pela oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, (g kg^{-1}), na profundidade de 0-20 cm, sendo que o teor de nitrogênio foi estimado através do teor da matéria orgânica. Essas análises foram realizadas ao final de cada ciclo, após cada colheita do experimento.

Nas folhas foram avaliados os seguintes nutrientes: nitrogênio (por digestão sulfúrica) e potássio (por digestão nitro-perclórica), com seus resultados expressos em g kg^{-1} , após cada uma das quatro colheitas do ensaio experimental.

3.6.2 Número, massa e comprimento das flores

Após cada poda, foram marcados quatro ramos por planta, na parte intermediária da mesma, um em cada posição (norte, sul, leste e oeste), realizando-se a contagem dos botões florais emitidos. Foram coletadas 30 flores por parcela, no início da separação das pétalas, para observar seu crescimento vegetativo em relação a sua massa (g) e comprimento (cm), determinados com o auxílio de balança e paquímetro digital, respectivamente.

3.6.3 Número de brotações e comprimento dos ramos

Nos quatro ramos marcados na parte intermediária de cada planta, realizou-se a contagem de gemas brotadas; dessas gemas, uma teve seu desenvolvimento acompanhado por meio de medidas mensais, com régua graduada, até o momento da próxima poda.

3.6.4 Crescimento das plantas: altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco

A determinação do crescimento das plantas foi realizada no início e final de cada ciclo, sendo iniciada quando da demarcação das parcelas experimentais, março de 2013 e concluída após a colheita para cada ciclo da cultura.

As medidas foram realizadas com o auxílio de trena graduada para a altura e o diâmetro médio da copa, e de paquímetro para o diâmetro do tronco a 0,10 m do solo. O diâmetro médio da copa foi obtido com a leitura nos dois sentidos da planta, linha e rua, na sua porção de maior diâmetro, ao final de cada colheita, obtendo-se a média das duas leituras para efeito de análise.

3.6.5 Crescimento dos frutos: diâmetro e comprimento

Essa avaliação foi realizada com a marcação de quatro frutos por planta, obtendo-se, assim, 12 frutos por parcela.

O crescimento dos frutos foi determinado quinzenalmente, sendo iniciado quando os mesmos apresentaram em torno de 2 cm de comprimento, até a colheita dos mesmos, utilizando-se paquímetro (precisão 1,0 mm). As medidas do diâmetro foram tomadas tendo como base a parte mediana (sentido transversal) do fruto, no seu ponto de maior diâmetro. O comprimento foi medido da base (junto ao pedúnculo) até a parte apical do fruto (sentido longitudinal).

3.6.6 Massa e número dos frutos

A massa dos frutos foi obtida com a pesagem dos mesmos no dia da colheita, utilizando-se de uma balança de precisão (0,1 g). Essa pesagem foi realizada ainda na propriedade onde o pomar encontra-se estabelecido, visando evitar perdas de peso da massa durante o transporte dos frutos até o laboratório. O número dos frutos foi obtido pela contagem dos mesmos no momento das colheitas que eram realizadas duas vezes por semana.

As colheitas duravam em média 15 dias.

3.6.7 Porcentagem de: polpa, casca, talo central e sementes dos frutos

I) Porcentagem de polpa, casca e talo central:

Para se determinar a porcentagem da polpa, casca e talo central dos frutos de pinheira, em cada etapa do experimento, foi tomado como amostra o peso médio de seis frutos por parcela e suas respectivas polpas, cascas e talo central, determinando-se o índice percentual de cada um dos itens.

II) Porcentagem de sementes em relação à massa dos frutos:

A porcentagem das sementes nos frutos da pinheira, em cada etapa, foi determinada tomando-se como base o peso médio das sementes em relação ao peso dos frutos, no ponto de consumo, por parcela, obtidos ao acaso no momento da colheita.

3.6.8 Número de sementes por fruto

O número médio de sementes por fruto foi determinado contando-se as sementes dos seis frutos utilizados nas análises citadas no item 3.6.7.

3.6.9 Comprimento do talo central

O comprimento do talo central (ou engaço) dos frutos foi determinado com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se o engaço de seis frutos por parcela.

3.6.10 Análises químicas dos frutos

Os estudos físicos e químicos dos frutos foram realizados no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista. As análises foram realizadas em triplicata, obtendo-se sua média por parcela, valor este considerado para as análises estatísticas do presente estudo.

As análises químicas realizadas foram: Determinação do teor de sólidos solúveis (SS) em °Brix, acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH e açúcares redutores totais e redutores. Essas análises foram realizadas em frutos no estágio de maturação, denominado ponto de consumo.

I) Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio de um refratômetro de campo, à temperatura de 20 °C, cuja leitura do suco do fruto foi realizada diretamente no aparelho que realiza a compensação da temperatura automaticamente.

II) Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável, foi utilizada 20 g da polpa dos frutos (balança de precisão 0,01 g), solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N e solução alcoólica de fenolftaleína a 0,5 %. Após a preparação da amostra, esta foi titulada até obtenção da coloração rósea. Os resultados foram expressos em percentual de ácido cítrico.

Para o cálculo da acidez, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$Acidez = G \times N \times Mq \times VT \times 100 / P \times A \quad (1)$$

Em que:

G – mL de NaOH gasto na titulação

N – Normalidade do NaOH utilizado (0,1 N)

Mq – Miliequivalente de ácido (para ácido cítrico 0,064)

VT – Volume total da amostra

P – Peso da amostra utilizada (20 g)

A – Alíquota da amostra utilizada para titulação (10 ml)

III) Relação entre Sólidos Solúveis e Acidez Titulável (SS/AT)

A determinação da SS/AT foi realizada por meio da divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável, obtidas nas amostras.

IV) pH

O pH foi determinado diretamente na polpa triturada, utilizando potenciômetro digital, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 (AOAC, 1995).

V) Açúcares redutores totais e redutores

A determinação dos açúcares redutores foi realizada de acordo a metodologia descrita por Miller (1959), por meio do teste com o ácido dinitrosalicílico (DNS), que se baseia na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (de cor amarela), que é reduzido a um composto avermelhado, o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, oxidando o monossacarídeo redutor. Realizou-se a leitura da amostra em espectrofotômetro a 540 nm, utilizando-se a glicose como padrão analítico. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ da amostra.

Os açúcares redutores totais foram determinados utilizando a mesma metodologia, na qual acontece a hidrolização dos açúcares não-redutores pela ação de HCl hidrolisado e a posterior neutralização com NaOH a 30 %.

3.6.11 Análise de compostos bioativos

Os compostos bioativos avaliados nas frutas da pinheira, no estágio de consumo, no presente estudo, foram: vitamina C, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método DPPH.

I) Vitamina C

Determinou-se a vitamina C pela metodologia de Terada e outros (1978), utilizando amostras de 0,3 g de polpa de pinha, homogeneizadas com ácido oxálico (0,5 %), em seguida, submetidas à centrifugação a 6000 rpm por 20 minutos em uma temperatura de 4°C. Retirou-se uma alíquota de 0,5 mL do sobrenadante onde acrescentou 150 µL de uma solução aquosa a 0,25 % de 2,6-Dichlorophenolindophenol (DCFI), 1 mL de 2,4-Dinitrophenylhydrazine (DNPH) a 2 % e 50 µL de tiourea 10 %. A mistura foi submetida a aquecimento em banho-maria por 15 minutos, em seguida, realizou-se o resfriamento em gelo, quando foram adicionados 5mL de ácido sulfúrico 85 %. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 525 nm. Os resultados foram comparados com a curva padrão de ácido ascórbico 100 µg mL⁻¹ em ácido oxálico 0,5 %, sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra.

II) Flavonoides totais

A determinação dos flavonoides totais foi realizada de acordo com as metodologias descritas por Awad, Jager e Westing (2000) e Santos e Blatt (1998). Os flavonoides foram extraídos com 4 mL de solução A (metanol a 70 %

e ácido acético a 10 % (85:15, ambas v:v) em 0,5 g de amostra da polpa de pinha, em banho ultrassônico, por 30 minutos, em seguida, adicionou-se 1 mL de cloreto de alumínio a 5 % e após o repouso de 30 minutos, foi centrifugado a 9000 rpm por 20 minutos a uma temperatura de 10°C. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro com comprimento de 425 nm. Para esta determinação, foi utilizada rutina como referência, de acordo com o método do padrão externo. Os resultados foram calculados de acordo a curva de calibração da rutina e expressos em μg de rutina 100g^{-1} de amostra.

III) Capacidade antioxidante pelo método DPPH

Adotou-se o procedimento proposto por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) para preparar o DPPH. Esse método está baseado na capacidade do DPPH reagir com doadores de hidrogênio. Na presença de substâncias antioxidantes, o mesmo recebe H^+ , sendo então reduzido. O radical DPPH é estável, de coloração púrpura, porém, quando reduzido, passa a ter coloração amarela.

O DPPH foi preparado e utilizado no mesmo dia da análise, quando é dissolvido em um balão volumétrico (protegido da luz) 2,4 mg de DPPH em álcool etílico 100 %, completando o volume para 100mL.

A amostra (5 g de polpa) foi preparada com adição de 5 mL de álcool etílico, deixando em banho-maria por 20 minutos, quando era retirado o sobrenadante e colocado em recipiente escuro; esse procedimento foi realizado três vezes, após retirar o sobrenadante na última passagem pelo banho-maria, esse material foi centrifugado a 2 mil rpm por 30 minutos a uma temperatura de 4° C.

Para leitura das amostras, o processo foi iniciado com adição do DPPH (4 ml) e a amostra (1 ml), em tubos de ensaio protegidos da luz, aguardando 30 minutos para realizar a leitura da absorbância da amostra em espectrofotômetro com comprimento de onda em 515 nm. A capacidade da amostra de reduzir o

DPPH, ou seja, evitar sua oxidação, é evidenciado pela porcentagem de DPPH restante no sistema. A porcentagem de DPPH restante é proporcional à concentração de antioxidante (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995; BONDET; BRAND-WILLIAMS; BERSET, 1997).

O valor da porcentagem de DPPH na amostra foi calculado pela fórmula 2.

$$\text{Ant}(\%) = ((A \text{ branco} - A \text{ amostra}) / A \text{ branco}) \times 100 \quad (2)$$

Em que:

Ant (%) - Capacidade antioxidante em porcentagem

A branco - Leitura da absorbância do DPPH puro no espectrofotômetro

A amostra - Leitura da absorbância da amostra no espectrofotômetro

3.7 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 de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através da análise conjunta dos ciclos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 4 que os teores de matéria orgânica (M. O.) na projeção da copa e nas ruas (entre linhas de plantio) apresentaram baixos teores de M. O., tanto na profundidade de 0-20 cm, como na de 20-40 cm do perfil do solo. Esta característica pode ser atribuída a pouca produção de biomassa e à alta mineralização da matéria orgânica depositada no solo, o que é uma característica dos solos localizados em regiões de clima semiárido. No caso específico do solo da área experimental, deve-se adicionar, ainda, que o mesmo possui textura argilo-arenosa, com boa drenagem e propenso a perdas minerais no seu perfil.

A umidade do solo decorrente das chuvas de verão ou o uso da irrigação, juntamente com as altas temperaturas atingidas nestes ambientes, podem fazer com que haja intensa atividade microbológica, mineralizando todo o material depositado na projeção da copa rapidamente, bem como a própria combustão natural da matéria orgânica pelas elevadas temperaturas e exposição à radiação solar que promovem sua degradação (SILVA, 2004).

Souto e outros (2005), trabalhando com a decomposição de diferentes tipos de M. O. no semiárido da Paraíba entre dez/2000 e jul/2001, verificaram que houve 30 % de decomposição do material em 6 meses e alta taxa de decomposição em mar/2001 (15 %), quando houve maior intensidade de chuvas (190 mm).

O teor foliar de N das pinheiras, antes da instalação do experimento (Tabela 5), apresentavam-se abaixo do recomendado por São José e outros (2014b), que relatam, com base em uma revisão de literatura, que a faixa adequada para essa cultura está em torno de 30-40 g kg⁻¹ de N nos tecidos foliares da planta. A deficiência de N, neste caso, pode ser possivelmente atribuída à baixa disponibilidade de N no solo, decorrentes das características de clima (ausência de chuva) e solo que favorecem as perdas deste elemento. A baixa quantidade de M. O. no solo e a forma lenta de disponibilização deste

elemento também podem ter contribuído para o baixo teor de N foliar, sendo o N pouco aproveitado pela planta.

O teor foliar de P, como mostrado na Tabela 5, está pouco abaixo da faixa recomendada por São José e outros (2014b), que indicam níveis satisfatórios entre 1,7 e 1,8 g kg⁻¹ de P. Esta deficiência pode ser explicada pelos níveis baixos de P no solo (Tabela 4). As plantas necessitam, em média, 50 mg dm⁻³ de P para se obter produtividade ótimas, de acordo com Silva e Silva (1997).

Em relação ao K, observa-se na Tabela 5 que o teor foliar deste elemento é suficiente, segundo São José e outros (2014b), que recomendam teor adequado próximo a 11,7 g kg⁻¹ de K para a planta de pinha. O satisfatório teor foliar de K é justificado pela quantidade de K disponível (Tabela 4), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm do solo. Silva e Silva (1997) relataram que boas produtividades são alcançadas em níveis próximos de 100 mg dm⁻³ de K no solo. Os resultados da análise preliminar indicam teores elevados de potássio no solo (270 mg dm⁻³ de K na camada de 0 a 20 cm de profundidade), na projeção da copas das pinheiras.

Já o teor de foliar de Ca apresenta-se abaixo do recomendado por São José e outros (2014b) para a cultura da pinha (Tabela 5), que recomenda níveis próximos de 21 g kg⁻¹ de Ca nos tecidos foliares. Entretanto, os níveis de Ca (14,14 g kg⁻¹) no solo são satisfatórios (Tabela 4) para a cultura da pinha, levando a supor que a absorção deste elemento está sendo prejudicada pelo desbalanço com o alto teor de K no solo, que apresenta rápida absorção em relação da absorção lenta do Ca da solução e sua relação com os teores de Mg existentes no solo.

O nível de Mg nas folhas (Tabela 5) está acima do recomendado por São José e outros (2014b), que relatam que os teores adequados estão próximos a 3,5 g kg⁻¹ de Mg. Este dado é justificado pela alta disponibilidade de Mg (4,5 g kg⁻¹) no solo (Tabela 4), cuja relação Mg/Ca é de 1:3 aproximadamente, acima da recomendada para a cultura da pinha (1:5), segundo São José e outros (2014b).

Os níveis de nutrientes no solo e na folha, observados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente, demonstram que havia desbalanço na disponibilidade dos elementos no solo (P, K, Ca e Mg), antes da instalação do experimento. Além disso, o elevado valor de pH do solo pode reduzir a disponibilidade de alguns micronutrientes necessários à planta. O desequilíbrio nutricional prejudica o aproveitamento destes nutrientes pelas plantas, o que dificulta seu desenvolvimento durante a safra.

4.1 Análise do nitrogênio e do potássio no solo e nas folhas

4.1.1 Análise do nitrogênio no solo

Os teores de nitrogênio no solo, observados no resumo da análise de variância dos dados obtidos após cada ciclo (Tabela 6), indicam que, com exceção do nitrogênio no primeiro ciclo e da interação NK no quarto ciclo, não apresentaram significância pelo teste F a 5 %, variando de 0,51 a 1,01 g kg⁻¹ no solo (Tabela 7).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância do nitrogênio no solo em quatro ciclos produtivos da pinheira em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0535*	0,1457*	0,0300 ^{ns}	0,0225 ^{ns}
N	3	0,0421*	0,0301 ^{ns}	0,0306 ^{ns}	0,0211 ^{ns}
K	3	0,0200 ^{ns}	0,0285 ^{ns}	0,0516 ^{ns}	0,0200 ^{ns}
NK	9	0,0134 ^{ns}	0,0167 ^{ns}	0,0215 ^{ns}	0,0632 *
Resíduo	30	0,0136	0,0159	0,0263	0,0262
CV (%)		12,29	19,34	27,89	28,66

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

Pelos dados apresentados na Figura 4, observa-se que o nível de N no solo ocorreu de forma crescente até a dose máxima de 42,59 g planta⁻¹ de N,

quando começa a diminuir. Doses maiores de N no solo podem ter possibilitado maior produção de biomassa e, portanto, ter possivelmente proporcionado maior incremento de nitrogênio nos tecidos foliares, facilitando a decomposição e mineralização da matéria orgânica depositada.

Tabela 7 - Teores de nitrogênio no solo (g kg^{-1}) em quatro ciclos produtivos, cultivado com a cultura da pinheira em função da aplicação de diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta^{-1})	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	0,86	0,64	0,58	0,62
16,875	0,98	0,61	0,51	0,53
33,750	1,00	0,73	0,63	0,53
67,500	0,96	0,63	0,61	0,58
Doses de K_2O (g planta^{-1})				
0	0,93	0,68	0,68	0,54
22,5	1,01	0,68	0,55	0,58
45,0	0,94	0,58	0,55	0,53
90,0	0,92	0,67	0,54	0,62
Média Geral	0,95	0,65	0,58	0,57

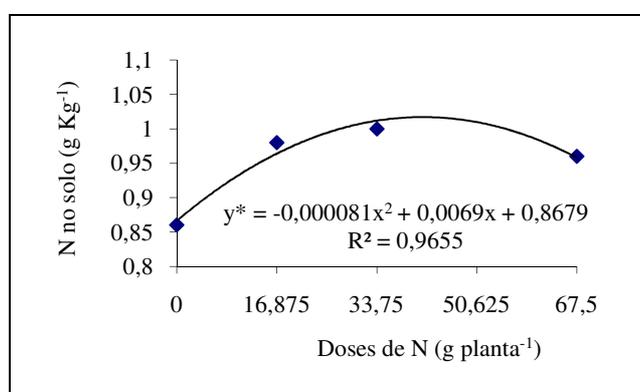


Figura 4 - Teores de nitrogênio no solo no primeiro ciclo produtivo da pinheira, em função de diferentes doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013

Realizando o desdobramento da interação NK no quarto ciclo, verificou-se que apenas nas maiores doses de N e K ocorreu interação entre os elementos,

com variação de 0,40 a 0,92 g kg⁻¹. Observando a Figura 5, nota-se leve incremento linear dos nutrientes no solo, à medida que se aumentou a dose do adubo, isso na presença da maior dose de N ou K, respectivamente.

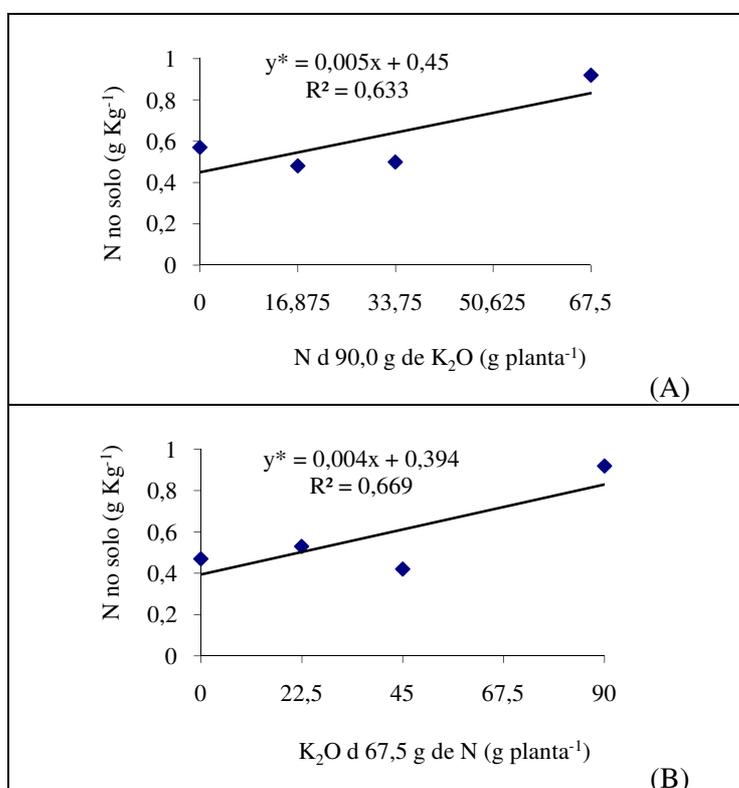


Figura 5 - Teores de nitrogênio no solo, no quarto ciclo produtivo da pinheira, em função do desdobramento de N d K₂O 90,0 (A) e de K₂O d N 67,5 (g planta⁻¹) (B), Anagé-BA, 2014

4.1.2 Análise do nitrogênio nas folhas

Avaliando os teores foliares de nitrogênio pelo resumo da análise de variância (Tabela 8), verifica-se que a fonte de variação N apresentou significância em todos os ciclos, apresentando variação de 18,08 a 33,83 g kg⁻¹ (Tabela 9).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância do nitrogênio foliar em quatro ciclos produtivos da pinheira em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	7,0466*	31,4002*	0,4244 ^{ns}	5,5525 ^{ns}
N	3	129,1411*	70,6680*	13,2364*	19,4364*
K	3	3,0258 ^{ns}	5,6669 ^{ns}	5,8714 ^{ns}	0,1925 ^{ns}
NK	9	0,8113 ^{ns}	1,9576 ^{ns}	1,9232 ^{ns}	3,0081 ^{ns}
Resíduo	30	1,7071	5,5815	3,1417	1,7176
CV (%)		4,23	11,27	6,94	4,97

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

Tabela 9 - Teores de nitrogênio nas folhas da pinheira (g kg⁻¹) em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O no solo em quatro ciclos produtivos, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	26,34	18,08	24,27	24,57
16,875	30,88	19,92	25,23	26,55
33,750	32,61	22,45	25,90	27,48
67,500	33,83	23,42	26,75	26,95
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	30,46	20,93	25,76	26,33
22,5	31,63	20,36	24,57	26,47
45,0	30,79	20,63	25,60	26,24
90,0	30,77	21,93	26,23	26,52
Média Geral	30,92	20,96	25,54	26,39

Quando se observa a Figura 6, nota-se incremento linear do nitrogênio foliar nos três primeiros ciclos, à medida que se aumenta a dose do adubo no solo, indicando maior disponibilidade do mesmo e maior absorção pela planta. Já no quarto ciclo, pode-se verificar desempenho quadrático, mas, no geral, verifica-se que há uma tendência linear ao aumento do teor de N com incremento da adubação nitrogenada.

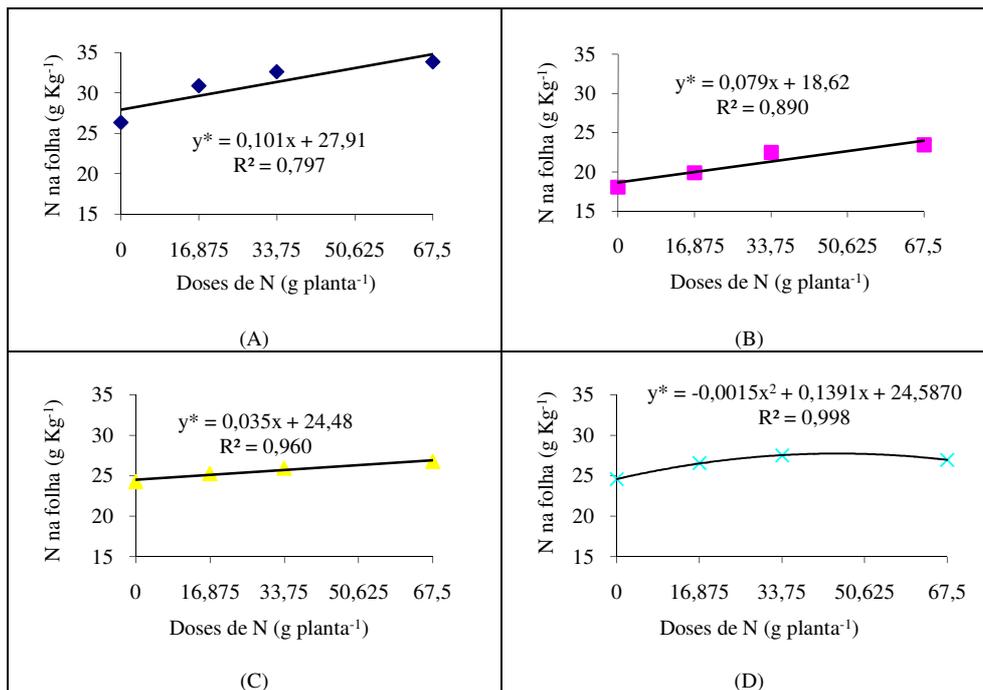


Figura 6 - Teores de nitrogênio foliar na cultura da pinha, (A) primeiro ciclo, (B) segundo ciclo, (C) terceiro ciclo e (D) quarto ciclo em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Embora o quarto ciclo tenha apresentado desempenho diferente para as doses de N, pode-se inferir que os teores foliares de N tendem a aumentar com o incremento de N no solo. Amorim e outros (2015), trabalhando com diferentes doses de N na cultura da goiaba, verificaram que houve incremento nos teores foliares de N no segundo, terceiro e quarto ciclo de produção de frutos, quando se ofertava maior quantidade de N para a planta. Ainda confirmando o efeito da adubação nitrogenada sobre o teor foliar de N neste trabalho, Venâncio e outros (2013) observaram que folhas de maracujazeiro-amarelo tinham o conteúdo foliar de N aumentado linearmente, de acordo com o incremento de N aplicado no solo.

Apesar da adubação nitrogenada ter proporcionado incremento no teor foliar de N da pinheira, verificou-se que apenas na primeira safra o conteúdo médio de N nas folhas da pinheira ($32,4 \text{ g kg}^{-1}$) atingiu os níveis nutricionais ótimos recomendados por São José e outros (2014b).

Para a adubação potássica, não se observou influência sobre os teores foliares de N da planta em qualquer das safras testadas. Contudo, Prado e outros (2004) observaram que os teores foliares de N do maracujazeiro-amarelo eram aumentados de acordo com o acréscimo de K aplicado no solo.

4.1.3 Análise do nitrogênio no solo e nas folhas em relação aos ciclos da cultura

Avaliando o efeito dos ciclos da cultura na quantidade de nitrogênio no solo e nas folhas (Tabela 10), pode-se observar, no solo, que os ciclos apresentaram diferenças significativas, indicando que o período em que foram realizados os tratamentos culturais (primavera/verão ou outono/inverno, períodos de maior e menor índice pluviométrico e temperatura, respectivamente) pode interferir na quantidade de nutrientes absorvidos e armazenados pelas plantas. Já para a análise foliar, ocorreu significância na interação nitrogênio x ciclo.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância do nitrogênio no solo e nas folhas para quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio	
		Nitrogênio no solo	Nitrogênio nas folhas
Blocos (Ciclo)	8	-	-
Ciclo (C)	3	1,5321*	798,1394*
N	3	0,0336 ^{ns}	185,4191*
NC	9	0,0301 ^{ns}	15,6876*
Resíduo	120	0,0205	3,0370
CV (%)		20,84	6,72

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

Na Tabela 11, verifica-se que o nitrogênio no solo apresentou maior quantidade no primeiro ciclo, diferindo estatisticamente dos demais.

Tabela 11 - Teores de nitrogênio no solo (g kg^{-1}) em quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Característica avaliada	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Nitrogênio no solo (g kg^{-1})	0,95a	0,65b	0,58bc	0,57c

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

Avaliando o desdobramento do nitrogênio encontrado nas folhas da pinheira, em relação aos ciclos da cultura (Tabela 12), verificou-se que houve ocorrência de significância em todas as combinações do desdobramento. O estudo do N dentro dos ciclos da cultura já foi observado na Figura 6, que indica, na sua maioria, incremento linear na quantidade de nitrogênio no solo à medida que aumenta a dose do adubo, com exceção do quarto ciclo que apresenta tendência quadrática.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância do nitrogênio nas folhas da pinheira, em relação ao desdobramento NC, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio
N / C1	3	129,1411*
N / C2	3	70,6680*
N / C3	3	13,2364*
N / C4	3	19,4364*
Ciclo / N 0,0	3	156,4029*
Ciclo / N 16,875	3	244,8999*
Ciclo / N 33,750	3	214,2030*
Ciclo / N 67,500	3	229,6964*
Resíduo	120	3,0370

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

Na Tabela 13, ao se observar o desdobramento de cada dose de N nos diversos ciclos, verifica-se que o primeiro ciclo apresenta o maior valor em todas as doses de N. Observa-se, ainda, que o segundo ciclo apresentou a menor quantidade de N nas folhas em todas as doses de N aplicadas, com aumentos nos ciclos posteriores.

Tabela 13 - Teores de nitrogênio foliar na cultura da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de nitrogênio na folha (g kg ⁻¹)	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
N 0,0	26,34a	18,08c	24,27b	24,57b
N 16,875	30,88a	19,92d	25,23c	26,55b
N 33,750	32,61a	22,45d	25,90c	27,48b
N 67,500	33,83a	23,42c	26,75b	26,95b

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

4.1.4 Análise do potássio no solo

Avaliando-se os teores de potássio no solo, pode-se observar que ocorreu significância na fonte de variação N no terceiro ciclo; a fonte de variação K apresentou significância no primeiro, terceiro e quarto ciclos. Em nenhum dos ciclos, ocorreu significância para a interação NK (Tabela 14), com variação de 275,00 a 1149,17 g kg⁻¹ de potássio no solo (Tabela 15).

Tabela 14 - Resumo da análise de variância para o potássio no solo em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	236252,0833*	86879,6875*	28275,5208 ^{ns}	304033,3333 ^{ns}
N	3	7072,2222 ^{ns}	12558,8542 ^{ns}	123053,4722*	49207,6389 ^{ns}
K	3	204661,1111*	28736,6319 ^{ns}	135622,9167*	1090052,0833*
NK	9	28892,5926 ^{ns}	13389,4097 ^{ns}	38015,0463 ^{ns}	79070,6019 ^{ns}
Resíduo	30	23454,3056	21475,2431	28499,4097	149062,2222
CV (%)		36,98	30,00	31,42	51,98

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

Tabela 15 - Teores de potássio no solo (g kg⁻¹) em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	430,00	447,92	419,17	661,67
16,875	434,17	525,00	552,92	745,00
33,750	380,83	481,67	663,75	818,33
67,500	411,67	499,17	513,33	745,83
Doses de K₂O (g planta⁻¹)				
0	275,00	519,58	415,42	426,67
22,5	365,83	425,83	483,75	656,67
45,0	430,83	474,17	605,00	738,33
90,0	585,00	534,17	645,00	1149,17
Média Geral	414,17	488,44	537,29	742,71

Observa-se na Figura 7, maior ocorrência de potássio no solo no terceiro ciclo, em relação à fonte de variação do nitrogênio, sendo o máximo de 38,6 g de N planta⁻¹.

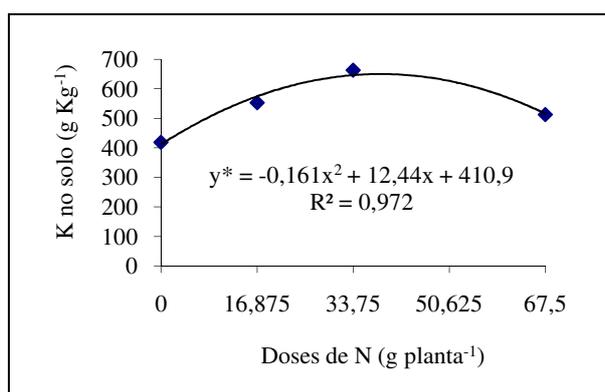


Figura 7 - Teores de potássio no solo no terceiro ciclo produtivo da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Já na Figura 8, verifica-se que ocorreu incremento linear positivo de potássio no solo no primeiro, terceiro e quarto ciclos, à medida em que aumentava a dose de potássio, indicando, de maneira geral, que para as condições avaliadas, o potássio adicionado ao solo está sendo acumulado ao longo do

tempo, sendo necessário um acompanhamento com análises de solo para verificar a real necessidade de adubação com esse nutriente, bem como evitar problemas de salinização do solo.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Dolinski e outros (2009), que trabalhando com adubação nitrogenada e potássica na ameixeira em um Cambissolo sem irrigação, observaram que não houve influência de doses do nitrogênio no teor K no solo.

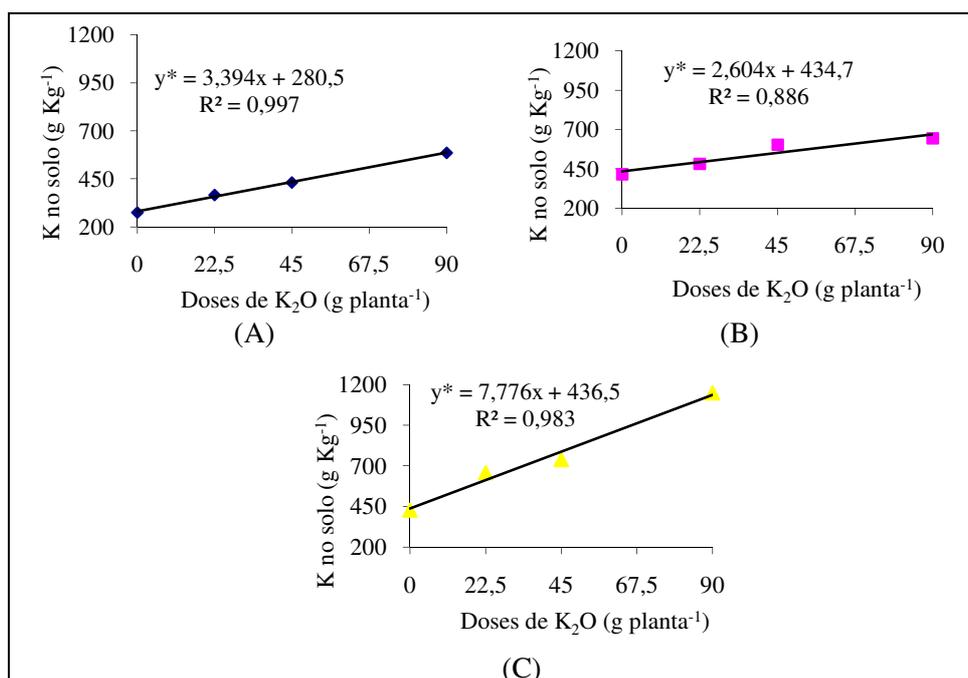


Figura 8 - Teores de potássio no solo na cultura da pinha, (A) primeiro ciclo, (B) terceiro ciclo e (C) quarto ciclo, em função da aplicação de diferentes doses de K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Os resultados da adubação nitrogenada no terceiro ciclo deste trabalho pode possivelmente ser justificado por coleta de material de solo em locais onde havia alta concentração de K trocável, ocasionada pela aplicação do fertilizante potássico, mascarando os resultados obtidos.

Com relação à adubação potássica (Figura 8), observa-se que, para o primeiro, terceiro e quarto ciclos, houve incremento linear do teor de K no solo,

ocasionado pelo aumento das doses de K aplicadas. Teixeira e outros (2005) verificaram que havia incremento de K no solo, quando se aumentava as quantidades de potássio em pomar de coqueiro em duas épocas de amostragem. Teixeira, Natale e Ruggiero (2001) também observaram incremento de K trocável no solo em três profundidades, quando se aumentava a dose da adubação potássica em bananeira.

Entretanto, as altas concentrações de K, decorrentes da demasiada quantidade de fertilizante ofertada ao solo, podem causar desequilíbrio nos níveis de nutrientes no solo e nos tecidos vegetais das plantas, tendo efeito direto no desenvolvimento e produção. Portanto, a necessidade constante de monitoramento e manejo da fertilidade do solo se faz necessário para se alcançar o almejado rendimento de produção.

4.1.5 Análise do potássio nas folhas

Em relação à análise do potássio nas folhas da pinheira, verifica-se que apenas a fonte de variação N apresentou significância no primeiro ciclo (Tabela 16), com variação de 6,40 a 10,08 g kg⁻¹ (Tabela 17). No entanto, foi verificado que, enquanto se aumentava a dose de N na adubação, ocorria maior teor de K nas folhas de forma linear (Figura 9).

Tabela 16 - Resumo da análise de variância para o potássio foliar em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,1292 ^{ns}	12,5561*	5,4270*	2,2956*
N	3	6,4939*	1,6304 ^{ns}	1,1067 ^{ns}	0,8175 ^{ns}
K	3	0,8788 ^{ns}	0,3177 ^{ns}	0,1325 ^{ns}	0,3396 ^{ns}
NK	9	0,6362 ^{ns}	0,2527 ^{ns}	0,5336 ^{ns}	0,1628 ^{ns}
Resíduo	30	0,5737	0,7737	0,4547	0,4377
CV (%)		8,56	9,92	10,15	6,80

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

Tabela 17 - Teores do potássio nas folhas (g kg^{-1}) da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé, 2013-2014

Doses de N (g planta^{-1})	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	7,76	8,42	6,54	9,46
16,875	9,01	8,91	6,54	9,68
33,750	9,22	8,80	6,40	9,68
67,500	9,38	9,32	7,09	10,08
Doses de K_2O (g planta^{-1})				
0	8,60	8,69	6,68	9,64
22,5	8,65	8,76	6,49	9,58
45,0	8,96	9,01	6,74	9,72
90,0	9,17	9,00	6,66	9,96
Média Geral	8,84	8,86	6,64	9,73

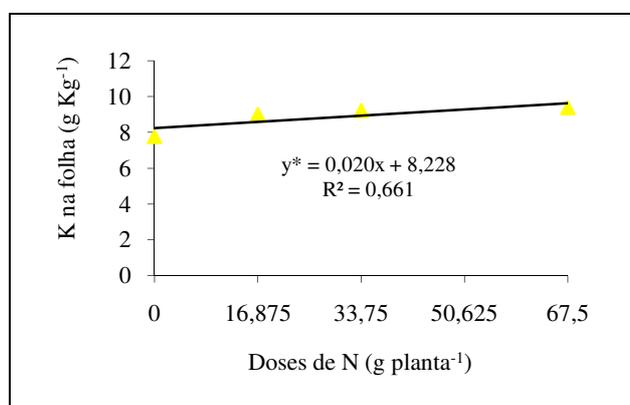


Figura 9 - Teores de potássio nas folhas da pinheira, em função da adubação nitrogenada, no primeiro ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013

Veloso e outros (2001), estudando doses de N, K e calcário no estado nutricional do abacaxizeiro, verificaram que houve aumentos no teor de K nas folhas de abacaxizeiro, quando se acrescentava maiores doses de fertilizante nitrogenado. Porém, Natale e outros (2006) verificaram que não havia superioridade significativa da adubação nitrogenada em maracujazeiro-amarelo no teor foliar de K em relação à testemunha.

Para os teores de K na folha das pinheiras, não foram constatadas influência da adubação potássica sobre esta característica. No entanto, a literatura

científica tem relatado o aumento do conteúdo foliar de K com a fertilização potássica. Amorim e outros (2015), trabalhando com adubação potássica e nitrogenada em goiabeira, verificaram aumento linear nos níveis de K na folha com o incremento de K no solo. Natale e outros (2006) também observaram acréscimo no teor foliar do maracujazeiro-amarelo, quando as doses de K no solo foram aumentadas.

As diferenças dos resultados obtidos neste trabalho, em contrastes com os demais trabalhos científicos em relação ao conteúdo de K foliar, pode ser atribuída às quantidades originais de K no solo (Tabela 4).

Além dos teores de K nas folhas da pinheira não terem sido incrementados com as doses de K aplicadas, observou-se que os teores obtidos (Tabela 17) estavam abaixo dos níveis adequados de K foliar, segundo São José e outros (2014b), que abordaram faixa ótima para nutrição potássica da pinheira com valores próximos a $11,7 \text{ g kg}^{-1}$ de K nos tecidos foliares, contudo, os referidos autores não mencionam a época de amostragem foliar para realização de suas análises, que pode ter influenciado nos resultados.

4.1.6 Análise do potássio no solo e nas folhas em relação aos ciclos da cultura

Avaliando o teor de potássio no solo e nas folhas, em relação aos diferentes ciclos da cultura, verifica-se que o efeito do potássio no solo apresentou interação significativa com os ciclos (Tabela 18); já seu efeito na folha apresentou significância individual para os ciclos e para o potássio.

Ao realizar o desdobramento da interação KC (potássio x ciclo), verifica-se que o efeito do potássio dentro dos diferentes ciclos só ocorreu significância no primeiro e quarto ciclos. Já para os ciclos dentro das doses de potássio, apenas na dose zero não ocorreu significância (Tabela 19).

Tabela 18 - Resumo da análise de variância do potássio no solo e nas folhas de pinha em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio	
		Potássio no solo	Potássio na folha
Blocos (Ciclo)	8	-	-
Ciclo (C)	3	951407,7691*	83,2265*
K	3	899093,8802*	1,2031*
KC	9	186659,6209*	0,1552 ^{ns}
Resíduo	120	55622,7952	0,5600
CV (%)		43,22	8,78

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

Tabela 19 - Resumo do desdobramento do potássio no solo em relação aos ciclos da cultura da pinheira em função da aplicação de diferentes doses de K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio
K ₂ O / C1	3	204661,1111*
K ₂ O / C2	3	28736,6319 ^{ns}
K ₂ O / C3	3	135622,9167 ^{ns}
K ₂ O / C4	3	1090052,0833*
Ciclo / K ₂ O 0,0	3	122151,3889 ^{ns}
Ciclo / K ₂ O 22,50	3	188626,9097*
Ciclo / K ₂ O 45,00	3	231447,2222*
Ciclo / K ₂ O 90,00	3	969161,1111*
Resíduo	120	55622,7952

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

Como pode-se observar na Figura 10, o aumento das doses de potássio no solo proporcionou maior concentração, de forma linear, nos teores de potássio no solo no primeiro e quarto ciclos.

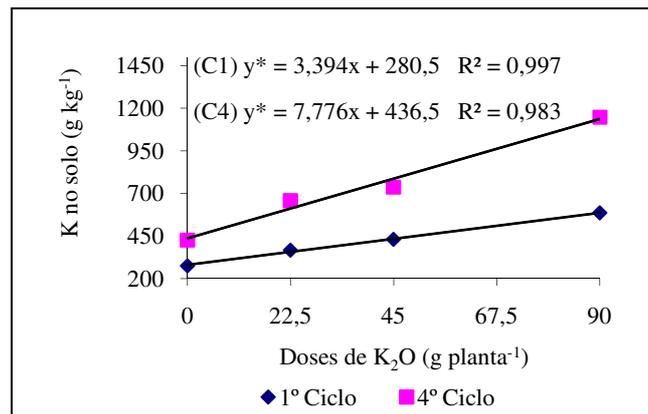


Figura 10 - Teores de potássio no solo cultivado com a cultura da pinha, em função da aplicação de diferentes doses de potássio no solo, no primeiro e quarto ciclos da cultura (C1 e C4, respectivamente), Anagé-BA, 2013-2014

Como pode-se verificar na Tabela 20, em relação ao desdobramento dos ciclos dentro dos diferentes níveis de potássio no solo, verifica-se que, com exceção do nível zero de potássio no segundo ciclo, as demais apresentam tendência de acréscimo do teor de potássio no solo, em função do acúmulo desse nutriente no solo, sendo que, para a dose zero, a maior concentração foi no segundo ciclo, que não diferiu do terceiro nem do quarto; para as doses de 22,50 g planta⁻¹, 45,00 g planta⁻¹ e K₂O 90,00 g planta⁻¹ de potássio, a maior concentração ocorreu no quarto ciclo, que diferiu significativamente dos demais.

De maneira geral, as parcelas que receberam aplicação de potássio apresentaram acréscimo nos teores desse elemento do segundo até o quarto ciclos, indicando que houve acúmulo desse nutriente no solo.

Tabela 20 - Teores de potássio no solo nos quatro ciclos produtivos da cultura da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de potássio ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

K ₂ O no solo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
K ₂ O 0,00	275,00b	519,58a	415,42a	426,67a
K ₂ O 22,50	365,83b	425,83b	483,75b	656,67a
K ₂ O 45,00	430,83c	474,17c	605,00b	738,33a
K ₂ O 90,00	585,00b	534,17b	645,00b	1149,17a

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

Como observa-se na Tabela 21, o teor de potássio nas folhas, em relação aos ciclos, apresentou seu maior valor no quarto ciclo, diferindo das demais. Já para o estudo da fonte de variação K, pode-se observar que ocorreu incremento linear de potássio à medida que aumentou sua dose no solo (Figura 11).

Tabela 21 - Teores de potássio na folha da pinha em quatro ciclos produtivos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

Característica avaliada	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Potássio na folha (g kg ⁻¹)	8,84b	8,86b	6,64c	9,73a

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

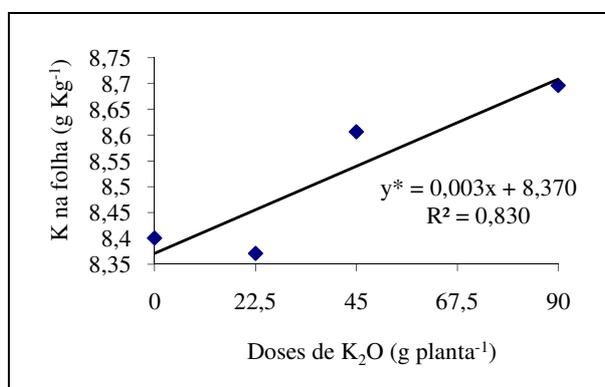


Figura 11 - Teores de potássio nas folhas nos quatro ciclos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de potássio no solo, Anagé-BA, 2013-2014

4.2 Número, massa e comprimento das flores

Observando a Tabela 22, verifica-se que a aplicação de N e de K, e sua interação não exerceram efeitos significativos no número de botões florais na pinheira nas quatro etapas avaliadas. Costa (2001) e Costa e outros (2002) já tinham observado que a adubação com nitrogênio favorece o aumento de flores em pinheira. Todavia, ao observar-se a média geral dos ciclos (Tabela 23), verificou-se acréscimo do número de botões florais de 2,69 para 2,70 do primeiro para o segundo ciclo e de 4,65 para 4,68 do terceiro para o quarto ciclo. No primeiro e segundo ciclos, a cultura estava com 4 anos de implantada; já no terceiro e quarto

ciclos, a mesma já estava com cinco anos e, portanto, com maior reserva e gemas para a emissão de novas flores. O leve acréscimo ocorrido entre os ciclos no mesmo ano pode ser atribuído às condições climáticas da região, considerando que, no segundo semestre, a pluviosidade e a temperatura favorecem o desenvolvimento da cultura. De maneira geral, ocorreu variação no número de botões florais de 2,21 a 5,72. Esses dados, em geral, são inferiores aos obtidos por Dias e outros (2003), que variaram de 5,50 a 9,95 botões florais por ramo.

Tabela 22 - Resumo da análise de variância do número de flores na pinheira, em quatro ciclos produtivos, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	1,0819 ^{ns}	3,1137 ^{ns}	37,4952*	26,5670*
N	3	0,6203 ^{ns}	1,2726 ^{ns}	4,6817 ^{ns}	1,7921 ^{ns}
K	3	0,1586 ^{ns}	1,6056 ^{ns}	6,8341 ^{ns}	6,3468 ^{ns}
NK	9	0,3462 ^{ns}	2,4871 ^{ns}	2,2275 ^{ns}	3,1402 ^{ns}
Resíduo	30	0,3332	1,4270	3,3271	4,0743
CV (%)		21,48	44,26	39,23	43,12

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

Tabela 23 - Número de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos, em função das doses de N e K₂O, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	2,56	2,86	4,93	4,85
16,875	2,89	2,87	5,39	5,14
33,750	2,43	2,21	4,23	4,43
67,500	2,87	2,86	4,05	4,30
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	2,71	2,82	4,31	5,72
22,5	2,59	2,68	5,71	4,48
45,0	2,61	3,09	3,97	4,03
90,0	2,84	2,21	4,60	4,50
Média Geral	2,69	2,70	4,65	4,68

Observando as Tabelas 24 e 25, referentes à massa de flores da pinheira durante o período do experimento, verifica-se que o nitrogênio apresentou diferença significativa apenas no segundo e terceiro ciclos, quando apresentaram as maiores massas (1,33 e 1,12 g, respectivamente), não apresentando significância para a fonte de variação K nem para a interação das fontes NK. A variação total do ensaio foi de 0,93 a 1,48 g, com média de 1,12 g, valores esses superiores aos obtidos por Dias e outros (2003) e Ribeiro (2006), que obtiveram massa para as flores da pinheira de 0,68 g em ambos os casos.

Tabela 24 - Resumo da análise de variância para a massa (g) de flores da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da adubação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0072 ^{ns}	0,0280*	0,0538*	0,0033 ^{ns}
N	3	0,0415 ^{ns}	0,1666*	0,0335*	0,0107 ^{ns}
K	3	0,0176 ^{ns}	0,0130 ^{ns}	0,0056 ^{ns}	0,0023 ^{ns}
NK	9	0,0190 ^{ns}	0,0090 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,0112 ^{ns}
Resíduo	30	0,0169	0,0082	0,0085	0,0169
CV (%)		13,18	6,83	8,25	12,83

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

Tabela 25 - Massa (g) de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função de diferentes doses de N e K₂O aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
0	0,93	1,48	1,05	0,99
16,875	0,98	1,34	1,10	1,02
33,750	0,96	1,30	1,13	0,99
67,500	1,07	1,20	1,18	1,05
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
0	0,97	1,37	1,14	1,02
22,5	1,04	1,30	1,13	1,02
45,0	0,96	1,35	1,09	0,99
90,0	0,97	1,31	1,12	1,01
Média Geral	0,99	1,33	1,12	1,01

A não significância para a fonte de variação K pode ser justificada pelos valores existentes de potássio na área experimental, na linha de plantio, cujos teores eram 270 e 86 mg dm³ para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente, e entre as linhas de plantio de 240 e 150 mg dm³ para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente (Tabela 4). Com o decorrer do experimento, o nível de K no solo tendeu a crescer, como observado nos valores médios que variaram 409,17 a 728,34 g kg⁻¹ na profundidade de 0-20 cm (Tabela 15). De modo geral, os altos teores de K obtidos contribuíram para a homogeneização dos resultados, devido à disponibilidade do nutriente no solo, não surtindo efeito a adubação potássica ou por algum processo de desequilíbrio, devido ao alto nível do elemento existente no solo, mais o adicionado através da adubação experimental.

Analisando o nitrogênio por meio da regressão (Figura 12), nota-se que no segundo ciclo (florada de dezembro de 2013), a massa média dos botões florais apresentou tendência negativa com o incremento dos níveis de N utilizados. Já no terceiro ciclo (florada em maio de 2014), essa tendência foi positiva, ocorrendo aumento da massa média dos botões florais com o aumento dos níveis de N, já que a disponibilidade de N tende a aumentar o crescimento vegetativo e produtividade das culturas (COSTA e outros, 2002).

Para Moreira e Siqueira (2006), o nitrogênio é o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas, considerando que o crescimento e o desenvolvimento das plantas são altamente dependentes da disponibilidade deste nutriente.

A tendência negativa apresentada no segundo ciclo pode ser explicada pelo fato de que, nesse período, por ocasião do surgimento das flores (dezembro), ocorrem chuvas de trovoadas na região (Figura 1), que adiciona com a chuva grande quantidade de N ao solo, ocasionando, naturalmente, estímulo vegetativo para o surgimento de maior enfolhamento e desenvolvimento dos botões florais. Provavelmente, o solo já se encontrava com elevados teores de N incorporados pelas chuvas e a aplicação extrínseca desse elemento não contribuiu para maior

absorção do mesmo pelas pinheiras de forma a afetar positivamente o vigor dos botões, mas, pelo contrário, o seu provável excesso reduziu o desenvolvimento dos botões florais, possivelmente por desequilíbrio nutricional. Conforme relataram Souza e Fernandes (2006), existe aporte de N aos solos por meio do arraste, pela chuva, dos óxidos de N produzidos na atmosfera por descargas elétricas. Já Raij (2011) relata que o nitrogênio é um elemento afetado por dinâmica complexa, sendo o manejo da adubação nitrogenada um dos mais difíceis. As épocas em que o nitrogênio foi significativo apresentaram alto coeficiente de determinação, 91,1 % e 96,7 %, no segundo e terceiro ciclos, respectivamente (Figura 12).

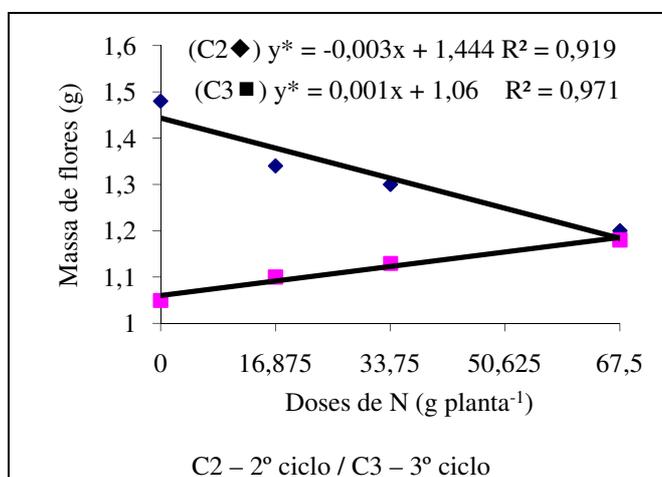


Figura 12 - Massa média (g) de flores da pinheira, em função de diferentes doses de N aplicadas ao solo em dois ciclos produtivos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

Em seu estudo, Bredemeier e Mundstock (2000) relatam que, no decorrer do desenvolvimento das plantas, quando há a emissão de uma nova folha, grande parte dos carboidratos é direcionada para o desenvolvimento do novo órgão; concomitantemente, há diminuição na taxa de translocação desses compostos para o sistema radicular, reduzindo a disponibilidade de energia nas raízes, o que reduz a taxa de absorção de nitrogênio, ocorrendo oscilação da taxa de absorção

deste elemento durante o ciclo da planta, que é sincronizada com a emergência de novas folhas. Isso provavelmente ocorreu no segundo ciclo do presente estudo.

Observando os resultados apresentados nas Tabelas 26 e 27, em relação ao comprimento das flores da pinheira, verifica-se que apenas no segundo ciclo ocorreu significância, apresentando a mesma tendência da avaliação da massa, ou seja, decrescente (Figura 13).

Tabela 26 - Resumo da análise de variância para o comprimento (cm) de flores da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0161 ^{ns}	0,0424 ^{ns}	0,0356 ^{ns}	0,0094 ^{ns}
N	3	0,3557 ^{ns}	0,1251*	0,0279 ^{ns}	0,0129 ^{ns}
K	3	0,2955 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0327 ^{ns}	0,0042 ^{ns}
NK	9	0,1351 ^{ns}	0,0171 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	0,0111 ^{ns}
Resíduo	30	0,1584	0,0140	0,0130	0,0203
CV (%)		15,68	3,99	4,20	5,31

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

Tabela 27 - Comprimento (cm) de flores da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K₂O, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	2,43	3,11	2,66	2,66
16,875	2,47	2,94	2,68	2,71
33,750	2,46	2,92	2,75	2,65
67,500	2,80	2,87	2,75	2,72
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	2,43	2,96	2,64	2,69
22,5	2,77	2,95	2,69	2,70
45,0	2,51	2,95	2,75	2,66
90,0	2,44	2,98	2,76	2,69
Média Geral	2,54	2,96	2,71	2,69

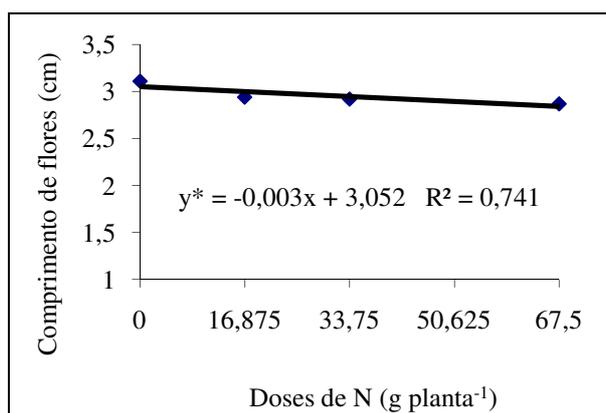


Figura 13 - Comprimento médio (cm) de flores da pinheira, em função das doses de N, no segundo ciclo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

Esse menor crescimento se deve, provavelmente, ao fato da adição de N no solo, via chuvas de trovoadas, ocorridas nessa época (Figura 1), mais a adição extra de N pelas adubações realizadas, provocando algum desequilíbrio entre outros nutrientes. A variação de comprimento obtida no ensaio foi de 2,43 a 3,11 cm, que estão próximos aos valores obtidos por Dias e outros (2003) e Ribeiro (2006) de 2,8 e de 2,0 a 3,5 cm, respectivamente.

Em relação ao estudo do número, massa (g) e comprimento (cm) de flores da pinheira, em relação aos ciclos da cultura, avaliando N e K em separado (Tabelas 1A e 2A), observa-se que os ciclos apresentaram significância para todas as características avaliadas, tanto no estudo com N como no estudo com K, que não apresentou nenhuma interação com os ciclos; já o N apresentou interação significativa com os ciclos para o peso e o comprimento das flores.

O número de flores apresentou igualdade entre o primeiro e segundo ciclos (quatro anos de implantação do pomar), com os menores valores (2,69 e 2,70 flores, respectivamente) e entre o terceiro e quarto ciclos (cinco anos de implantação do pomar), com os maiores valores (4,65 e 4,68 flores, respectivamente) (Tabela 3A). Isso pode ter ocorrido devido às sucessivas podas e idade da cultura, pois nas duas últimas etapas do experimento a planta já contava com um ano a mais de sua implantação no pomar e, portanto, com maior

reserva em seus tecidos, possibilitando, possivelmente, a ocorrência de maior número de flores.

Em relação à massa e seu comprimento, que podem ter seu desenvolvimento afetado por vários fatores, apenas o segundo ciclo apresentou diferença significativa dos demais, com valores de 1,33 g e 2,96 cm para a massa e o comprimento, respectivamente. Esse fato pode ter ocorrido em função do período de sua poda, que foi em dezembro de 2013, época de maior pluviosidade e temperaturas elevadas (primavera/verão) na região em que foi desenvolvido o trabalho. Para os demais ciclos, o período de poda ocorreu em épocas de menor temperatura e baixo índice pluviométrico, retardando o desenvolvimento inicial das flores.

Verificando a Tabela 28, observa-se que ao se desdobrar a interação CN para massa e comprimento das flores da pinheira, ocorre o seguinte: no desdobramento do nitrogênio, variando dentro dos ciclos, para a massa das flores, houve efeito significativo de N para os dois primeiros ciclos. Já para o comprimento, essa significância ocorreu apenas no primeiro ciclo; nos ciclos variando dentro das doses de nitrogênio, a massa apresentou significância em todos os ciclos e o comprimento nos três primeiros.

Tabela 28 - Resumo do desdobramento do nitrogênio em relação aos ciclos produtivos da pinheira, para massa e comprimento de flores, em função das diferentes doses de N, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio	
		Massa de flores	Comprimento de flores
N / C1	3	0,0415*	0,3557*
N / C2	3	0,1666*	0,1251 ^{ns}
N / C3	3	0,0335 ^{ns}	0,0279 ^{ns}
N / C4	3	0,0107 ^{ns}	0,0129 ^{ns}
Ciclo / N 0,0	3	0,7578*	0,9501*
Ciclo / N 16,875	3	0,3080*	0,4491*
Ciclo / N 33,750	3	0,2810*	0,4464*
Ciclo / N 67,500	3	0,0690*	0,0521 ^{ns}
Resíduo	120	0,0126	0,0514

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

Comparando os ciclos pelo teste Tukey (Tabela 29), verifica-se que, para a massa das flores da pinheira, o segundo ciclo apresentou as maiores médias em todas as doses de nitrogênio, diferindo estatisticamente das demais, com exceção da maior dose no terceiro ciclo. Para o comprimento, o segundo ciclo continuou com os maiores valores, porém, apresentou médias iguais, estatisticamente, na maior dose de nitrogênio nas parcelas, para o primeiro e terceiro ciclos.

No desdobramento da massa de flores da pinheira, o primeiro e o segundo ciclos, apresentaram tendência linear, com coeficiente de determinação acima de 80 % (Figura 14). No segundo ciclo, a tendência foi linear negativa e no primeiro linear positiva, justificando o já relatado efeito do período da poda e desenvolvimento da cultura, além das condições climáticas da região. Para o comprimento das flores, o primeiro ciclo apresentou uma tendência linear positiva em relação a aplicação de N no solo (Figura 15).

Tabela 29 - Massa (g) e comprimento (cm) de flores da pinheira, em função do desdobramento da interação dos ciclos produtivos dentro das doses de N, Anagé-BA, 2013-2014

FV	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
Massa das flores (g)				
N 0,0	0,93d	1,48a	1,05b	0,99c
N 16,875	0,98c	1,34a	1,10b	1,02c
N 33,750	0,96c	1,30a	1,13b	0,99c
N 67,500	1,07b	1,20a	1,18a	1,05b
Comprimento das flores (cm)				
N 0,0	2,43c	3,11a	2,66b	2,66b
N 16,875	2,47c	2,94a	2,68b	2,71b
N 33,750	2,46c	2,92a	2,75b	2,65b
N 67,500	2,80ab	2,87a	2,75ab	2,72b

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

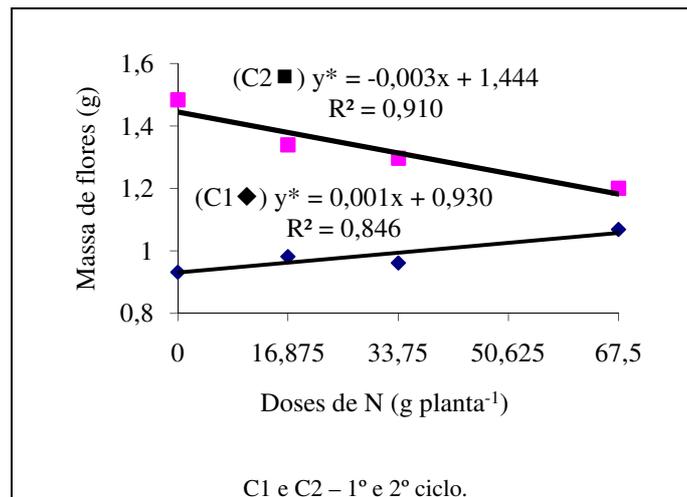


Figura 14 - Massa (g) de flores da pinheira, em função do desdobramento de N em relação aos ciclos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

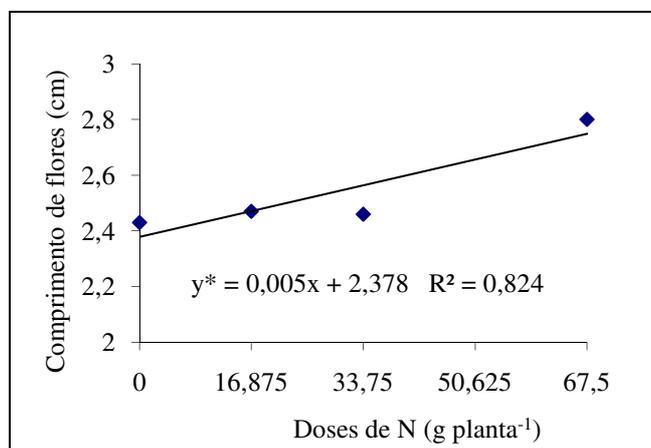


Figura 15 - Comprimento (cm) de flores da pinheira, em função do desdobramento de N, em relação ao primeiro ciclo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

4.3 Número de brotações e comprimento dos ramos

Na avaliação do número de brotos na cultura da pinha, com aplicação de NK em doses crescentes, observou-se que apenas no primeiro ciclo ocorreu significância nas doses de potássio, que variou de 2,39 a 2,74 brotos por parcela (Tabela 30).

Tabela 30 - Resumo da análise de variância para o número de brotos em ramos podados da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,1819 ^{ns}	0,4277 ^{ns}	0,0590 ^{ns}	0,1602 ^{ns}
N	3	0,1130 ^{ns}	0,2722 ^{ns}	0,3106 ^{ns}	1,2608 ^{ns}
K	3	0,2952*	0,4572 ^{ns}	0,0483 ^{ns}	0,0508 ^{ns}
NK	9	0,0269 ^{ns}	0,1128 ^{ns}	0,2337 ^{ns}	0,5084 ^{ns}
Resíduo	30	0,0888	0,2263	0,2310	0,5427
CV (%)		11,38	10,74	14,64	13,15

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

A variação geral do ensaio foi de 2,39 e 5,99 brotos por parcela, considerando as aplicações de N e K, no entanto, essas variações demonstram não haver muita relação das doses que apresentaram redução e aumento em todos os ciclos (Tabela 31).

Tabela 31 - Número de brotos em ramos podados da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	2,63	4,52	3,23	5,48
16,875	2,74	4,63	3,43	5,99
33,750	2,51	4,28	3,08	5,23
67,500	2,59	4,40	3,39	5,71
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	2,64	4,48	3,32	5,53
22,5	2,74	4,59	3,29	5,68
45,0	2,39	4,18	3,33	5,61
90,0	2,70	4,58	3,19	5,59
Média Geral	2,62	4,46	3,28	5,60

Quando observa-se, porém, o primeiro e segundo ciclos (outono/inverno e primavera/verão) e terceiro e quarto ciclos (outono/inverno e primavera/verão), verifica-se tendência de maior número de brotos no período de primavera/verão, quando ocorre maior índice de chuvas e temperaturas mais altas na região, favorecendo o crescimento vegetativo da cultura. Tal fato pode ser observado na Tabela 3A, na qual se observa que ocorreu diferença significativa pelo teste Tukey para todas elas; no entanto, observando os períodos de outono/inverno (primeiro e terceiro ciclo) e primavera/verão (segundo e quarto ciclos), a quantidade de brotos observados entre os períodos é sempre maior nos avaliados no período de primavera/verão. A ocorrência de diferença entre os mesmos períodos pode ser explicada pela idade da cultura, que no seu terceiro e quarto ciclos estavam com mais um ano de implantada, apresentando maior reserva para realização de suas atividades metabólicas.

Em estudo realizado por Silva (2004) e Dias e outros (2004), os autores obtiveram de 4,66 a 6,16 e de 3,13 a 4,30, respectivamente, brotações por ramos, sendo que os valores obtidos no presente trabalho variaram de 2,39 a 5,99 brotos por parcela, cujo limite inferior ficou abaixo do encontrado pelos autores citados acima e o limite superior está abaixo do citado por Silva (2004) e acima do relatado por Dias e outros (2004).

No estudo de comprimento de ramos, verifica-se na Tabela 32 que o nitrogênio só apresentou significância no quarto ciclo, enquanto o potássio apresentou significância no primeiro e no terceiro ciclos, ocorrendo interação entre os nutrientes apenas no quarto ciclo.

Tabela 32 - Resumo da análise de variância para o comprimento (cm) de ramos da pinheira, em relação aos quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	3,0234 ^{ns}	263,2929*	1,5916 ^{ns}	819,3048*
N	3	5,4378 ^{ns}	39,1232 ^{ns}	6,9104 ^{ns}	504,8772*
K	3	13,4033*	6,5328 ^{ns}	20,9675*	171,0638 ^{ns}
NK	9	4,0872 ^{ns}	28,5118 ^{ns}	4,9953 ^{ns}	254,2483*
Resíduo	30	3,6267	22,7504	5,3509	104,7129
CV (%)		21,13	10,25	15,96	18,19

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

Apesar do nitrogênio, de modo geral, não apresentar significância para o comprimento dos ramos, pode-se observar na Tabela 33 que, de maneira geral, ocorreu incremento no comprimento dos ramos com a adição de N. Vale ressaltar que o período de desenvolvimento da cultura apresentou maior crescimento, quando as mesmas eram podadas e tinham sua recomposição arbórea na época de primavera/verão, segundo e quarto ciclos (Tabela 3A), período em que, normalmente, os vegetais crescem de maneira mais vigorosa.

Tabela 33 - Comprimento (cm) de ramos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0,0	8,38	43,99	13,49	46,63
16,875	9,92	48,17	14,52	58,36
33,750	9,09	47,31	14,67	59,29
67,500	8,66	46,72	15,32	60,72
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0,0	8,21	45,50	12,63	53,49
22,5	9,10	47,20	15,25	54,01
45,0	8,27	46,87	14,53	55,79
90,0	10,47	46,63	15,58	61,72
Média Geral	9,01	46,55	14,50	56,25

Na Figura 16, observa-se que o K apresentou tendência linear positiva no primeiro e terceiro ciclos para o crescimento de ramos.

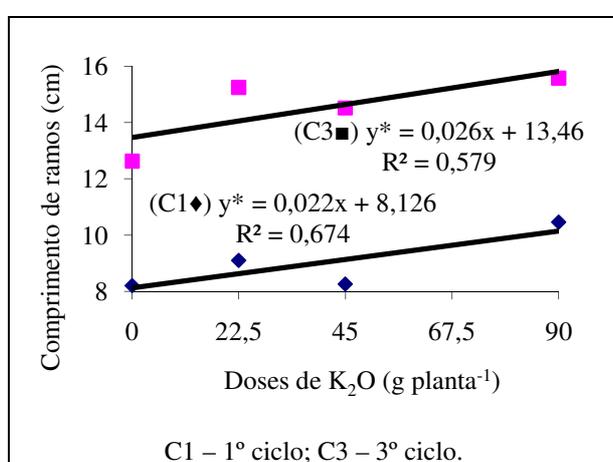


Figura 16 - Comprimento médio (cm) de ramos da pinheira, em função das doses de K₂O no primeiro e terceiro ciclos da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

Quando se realizou o desdobramento da interação NK no quarto ciclo (Tabela 34), observou-se que a significância ocorreu apenas quando a dose era zero para os dois elementos. De forma geral, nos períodos de maior incidência de chuva e temperatura, o potássio aplicado não interferiu de forma significativa no comprimento dos ramos da pinha.

Tabela 34 - Resumo do desdobramento da análise de variância para o comprimento (cm) de ramos da pinheira, em função da adubação NK, no quarto ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio 4º Ciclo - set./dez. / 2014
N / K ₂ O 0,0	3	882,7190 *
N / K ₂ O 22,5	3	232,0445 ^{ns}
N / K ₂ O 45,0	3	30,8289 ^{ns}
N / K ₂ O 90,0	3	122,0298 ^{ns}
K ₂ O / N 0,0	3	523,5724*
K ₂ O / N 16,875	3	243,2877 ^{ns}
K ₂ O / N 33,750	3	79,9421 ^{ns}
K ₂ O / N 67,500	3	87,0064 ^{ns}
Resíduo	30	104,712856

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

No presente estudo, observou-se, de maneira geral, que os ramos cresceram em média de 8,21 a 15,58 cm nos ciclos que foram realizados no período de outono e inverno; já nos ciclos no período de primavera/verão, os ramos alcançaram crescimento médio de 43,99 a 61,72 cm. Esses dados estão de acordo com o relatado por Nogueira (2002), que observou que o comprimento dos ramos é influenciado pela época da poda, obtendo os comprimentos de 5 a 25 cm com poda entre os meses de maio a setembro; e Dias (2003), de 19,02 a 22,54 cm, a partir de diferentes comprimentos de poda.

4.4 Crescimento das plantas: altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco

Avaliando as plantas podadas antes do início de cada etapa (ciclo produtivo), observa-se que os tratamentos utilizados (combinações de NK) não interferiram no crescimento das plantas (Tabela 35 e 36), já que no momento da poda todos os ramos são reduzidos a um mesmo tamanho, aproximadamente 20 cm, homogeneizando o porte da pinheira.

Tabela 35 - Resumo da análise de variância para a altura (cm) e diâmetro (cm) das plantas podadas em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio				
		Poda inicial 04/2013	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
altura da planta podada (cm)						
Blocos	2	74,3031 ^{ns}	57,2144 ^{ns}	40,8042 ^{ns}	57,3821 ^{ns}	100,2388 ^{ns}
N	3	47,3650 ^{ns}	45,2853 ^{ns}	33,1494 ^{ns}	29,7385 ^{ns}	14,2560 ^{ns}
K	3	56,8281 ^{ns}	66,8648 ^{ns}	66,3772 ^{ns}	69,9116 ^{ns}	90,9736 ^{ns}
NK	9	61,5573 ^{ns}	63,3649 ^{ns}	38,1620 ^{ns}	33,2060 ^{ns}	41,4435 ^{ns}
Resíduo	30	35,8727	37,5072	54,1345	51,6130	47,6275
CV (%)		4,68	4,57	5,01	4,75	4,29
FV	GL	diâmetro da planta podada (cm)				
Blocos	2	1508,2294*	1384,4593*	407,1927 ^{ns}	642,5177 ^{ns}	762,4905 ^{ns}
N	3	74,8089 ^{ns}	122,6526 ^{ns}	133,9201 ^{ns}	114,7071 ^{ns}	74,6931 ^{ns}
K	3	125,5479 ^{ns}	127,5960 ^{ns}	46,0494 ^{ns}	89,2788 ^{ns}	104,3512 ^{ns}
NK	9	133,6705 ^{ns}	157,3795 ^{ns}	241,3301 ^{ns}	203,7100 ^{ns}	323,2642 ^{ns}
Resíduo	30	127,8429	143,4043	169,9210	204,4399	285,6346
CV (%)		8,90	8,67	8,25	8,54	9,32

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

Tabela 36 - Altura e diâmetro de plantas podadas, em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	Poda inicial 04/2013	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Altura de planta podada (cm)					
0	130,31	135,78	147,22	151,84	160,83
16,875	125,86	131,60	144,36	149,08	159,28
33,750	128,95	135,39	148,03	152,52	161,75
67,500	126,97	133,32	147,61	152,17	161,39
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)					
0	128,19	134,33	148,64	153,09	163,06
22,5	125,53	131,19	143,58	147,97	156,83
45,0	127,56	133,65	146,53	151,46	162,11
90,0	130,81	136,93	148,47	153,09	161,25
Média Geral	128,02	134,02	146,81	151,40	160,81
Diâmetro de planta podada (cm)					
Doses de N (g planta ⁻¹)					
0	126,13	135,42	153,31	163,10	179,68
16,875	126,10	136,87	159,17	167,62	178,96
33,750	130,68	142,73	161,13	170,28	182,77
67,500	125,11	137,36	158,53	168,77	184,21
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)					
0	122,40	133,90	157,63	170,04	185,44
22,5	127,21	137,11	155,78	163,85	178,49
45,0	129,71	140,71	158,20	166,91	180,28
90,0	128,69	140,65	160,53	168,97	181,40
Média Geral	127,00	138,09	158,03	167,44	181,40

Todavia, no decorrer dos ciclos, observa-se que houve incremento tanto na altura quanto no diâmetro das plantas. Esse incremento pode ser observado estatisticamente nas Tabelas 1A e 2A, em que fica demonstrado que ocorreu significância entre os ciclos, quando avaliadas com o N e o K separadamente, isso devido ao maior aporte da planta com acúmulo de reservas e crescimento ao longo do tempo (Tabela 3A).

A altura das plantas, seu diâmetro de copa e de tronco, avaliados em relação à adubação NK, só apresentou significância no quarto ciclo para a aplicação do nitrogênio (Tabela 37), indicando que, de forma geral, a adubação NK não influenciou significativamente nesses fatores.

Tabela 37 - Resumo da análise de variância para altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro do tronco de pinheiras em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Altura da planta (cm)					
Blocos	2	35,6026 ^{ns}	306,4646 ^{ns}	37,1746 ^{ns}	3,0655 ^{ns}
N	3	129,9235 ^{ns}	16,3188 ^{ns}	77,4038 ^{ns}	1020,9599*
K	3	60,5868 ^{ns}	264,9574 ^{ns}	33,9474 ^{ns}	591,9605 ^{ns}
NK	9	88,2188 ^{ns}	184,0140 ^{ns}	39,1768 ^{ns}	287,1998 ^{ns}
Resíduo	30	82,4512	127,8779	55,1683	253,7016
CV (%)		6,14	5,12	4,68	7,32
Diâmetro da copa (cm)					
Blocos	2	871,1987*	642,2424*	729,4401*	1792,7563*
N	3	89,6966 ^{ns}	326,8229 ^{ns}	237,3011 ^{ns}	1395,0646*
K	3	140,1282 ^{ns}	46,3756 ^{ns}	7,4903 ^{ns}	321,2210 ^{ns}
NK	9	106,4706 ^{ns}	147,9623 ^{ns}	106,1179 ^{ns}	248,5496 ^{ns}
Resíduo	30	154,4850	159,7652	116,3190	305,3155
CV (%)		8,82	5,78	6,29	7,08
Diâmetro do tronco (cm)					
Blocos	2	44,3595 ^{ns}	78,5547*	78,7349*	35,7571 ^{ns}
N	3	34,9733 ^{ns}	56,6397 ^{ns}	58,0873 ^{ns}	82,7543*
K	3	33,9877 ^{ns}	18,9373 ^{ns}	19,7722 ^{ns}	21,5822 ^{ns}
NK	9	18,0355 ^{ns}	12,1761 ^{ns}	12,7300 ^{ns}	34,0843 ^{ns}
Resíduo	30	20,9311	22,2386	22,5656	25,8391
CV (%)		7,11	6,68	6,66	6,56

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

Apesar dessas características apresentarem tendência de maior crescimento nas épocas de primavera/verão, segundo e quarto ciclos, quando comparadas àquelas do período de outono/inverno, primeiro e terceiro ciclos; apresentaram altura semelhantes nos ciclos do período de primavera/verão e os maiores valores para o diâmetro de copa; já na avaliação do diâmetro de tronco, o quarto ciclo apresentou o maior valor, sendo o menor para o primeiro ciclo, os dois ciclos intermediários não apresentaram diferença significativa entre si, já que o desenvolvimento do tronco no terceiro ciclo foi bastante reduzido (Tabela 3A).

O presente estudo obteve uma variação de 145,30 a 226,00 cm para a altura das plantas; 136,99 a 255,22 cm para o diâmetro da copa e de 62,35 a 80,60 mm para o diâmetro de tronco, quando as pinheiras foram adubadas com diferentes doses de NK (Tabela 38). Avaliando a altura das plantas, Dias (2003) e

Souza (2006) obtiveram variação de 1,8 a 2,05 m e 124,25 a 140,25 cm, respectivamente, sendo que os valores obtidos no presente estudo estão no intervalo dos autores citados.

Tabela 38 - Altura da planta, diâmetro da copa e do tronco de pinheiras, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Altura de plantas (cm)				
0	145,47	219,56	157,17	204,92
16,875	145,30	221,89	156,97	217,14
33,750	152,28	221,67	162,44	223,22
67,500	148,72	220,03	158,53	225,51
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	145,97	222,08	157,44	216,08
22,5	146,50	215,92	157,25	209,15
45,0	148,36	218,42	159,83	219,56
90,0	150,94	226,72	160,58	226,00
Média Geral	147,94	220,78	158,78	217,70
Diâmetro da copa (cm)				
Doses de N (g planta ⁻¹)				
0	137,93	212,35	165,49	231,00
16,875	140,40	216,99	171,79	250,09
33,750	144,56	223,51	176,17	250,97
67,500	140,92	222,63	172,64	255,22
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	136,99	220,22	170,65	240,95
22,5	139,47	217,69	171,81	247,71
45,0	144,75	216,73	171,15	245,27
90,0	142,60	220,82	172,47	253,35
Média Geral	140,95	218,87	171,52	246,82
Diâmetro do tronco (mm)				
Doses de N (g planta ⁻¹)				
0	64,16	68,21	68,8550	74,33
16,875	64,47	71,46	72,1183	78,13
33,750	66,52	73,17	73,9025	80,60
67,500	62,35	69,56	70,2500	76,71
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	63,34	70,62	71,2967	76,99
22,5	63,29	69,47	70,1100	75,86
45,0	64,02	69,96	70,6550	77,89
90,0	66,85	72,34	73,0642	79,02
Média Geral	64,37	70,60	71,28	77,44

Para o diâmetro de tronco, os valores estão próximos aos citados por Dias e outros (2003, 2004), que trabalharam com pinheiras que apresentavam 5,6 e 8,0 cm de diâmetro de tronco, respectivamente, e superiores aos relatados por Souza (2006) e Souza e outros (2012), que trabalharam com plantas que apresentavam, em média, 4,75 a 5,45 cm e 4,1 cm de diâmetro de tronco, respectivamente.

No quarto ciclo, a aplicação do nitrogênio apresentou tendência de crescimento quadrático para a altura e o diâmetro de copa e do tronco das plantas de pinheira, sendo que a dose máxima para as respectivas avaliações foram de 56,93, 52,61 e 40,63 g planta⁻¹ de N. Os coeficientes de determinação para todos os casos estão acima de 90 % (Figura 17).

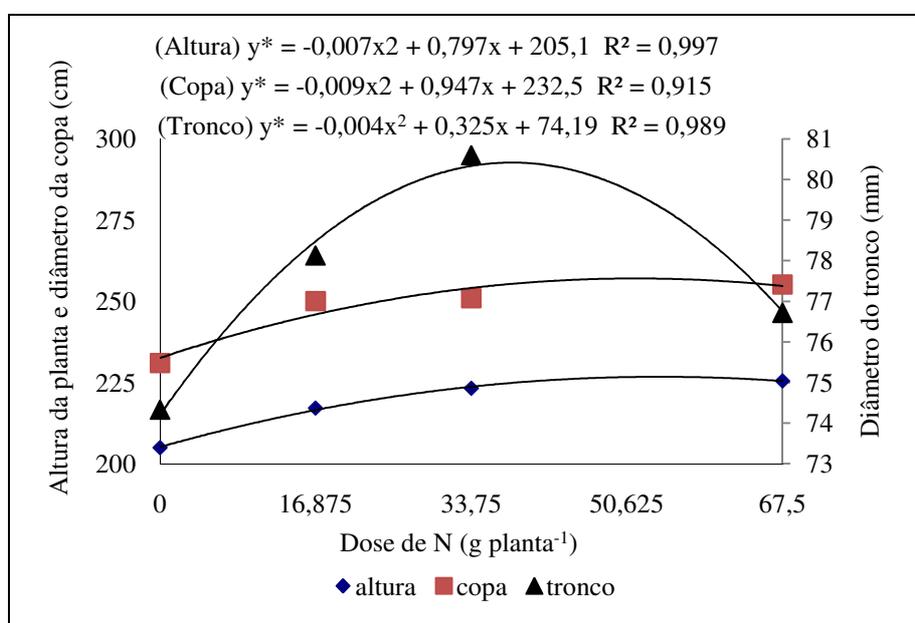


Figura 17 - Altura da planta, diâmetro da copa (cm) e do tronco (mm) de pinheiras, em função das doses de N no quarto ciclo da cultura, Anagé-BA, 2014

4.5 Crescimento dos frutos: diâmetro e comprimento

O crescimento dos frutos na planta é influenciado por diversos fatores, tais como nutrição, disponibilidade de água, genética etc.. No presente estudo, observou-se que o N apresentou efeito significativo para o comprimento dos frutos (primeiro e terceiro ciclos) e diâmetro (primeiro ciclo) (Tabela 39), sendo que os referidos ciclos tiveram os frutos desenvolvidos na época de outono/inverno, período que coincide com baixas temperaturas e baixos índices pluviométricos, que certamente afetaram o desenvolvimento dos mesmos.

Tabela 39 - Resumo da análise de variância para o comprimento e o diâmetro de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Comprimento (mm)					
Blocos	2	117,4405*	28,9516*	39,2609*	97,4618*
N	3	61,7588*	12,4259 ^{ns}	27,4909*	21,4660 ^{ns}
K	3	0,5341 ^{ns}	7,0397 ^{ns}	3,4071 ^{ns}	3,6238 ^{ns}
NK	9	2,9039 ^{ns}	5,4619 ^{ns}	4,9784 ^{ns}	5,0508 ^{ns}
Resíduo	30	5,5936	8,1368	3,3633	8,5901
CV (%)		3,67	3,86	2,55	4,42
Diâmetro (mm)					
Blocos	2	42,5303*	49,2757*	15,4537*	85,0862*
N	3	87,1592 *	7,9201 ^{ns}	3,7455 ^{ns}	8,6355 ^{ns}
K	3	3,0813 ^{ns}	13,5718 ^{ns}	6,4436 ^{ns}	1,2485 ^{ns}
NK	9	4,3753 ^{ns}	6,4225 ^{ns}	1,0742 ^{ns}	1,7415 ^{ns}
Resíduo	30	9,8709	8,9702	2,3870	6,3225
CV (%)		4,66	4,21	2,15	3,70

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

Tanto o comprimento, quanto o diâmetro dos frutos obtidos no primeiro ciclo produtivo da cultura, apresentaram maior desenvolvimento com o incremento de N no solo, até as doses de 44,98 e 44,92 g planta⁻¹ de N, respectivamente, para depois apresentarem diminuição no seu tamanho (Figuras

18 e 19), indicando que a adição de N ao solo, acima das mencionadas, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, não irão favorecer seu desenvolvimento. Já o comprimento dos frutos no terceiro ciclo apresentou crescimento linear em relação ao aumento das doses de N no solo.

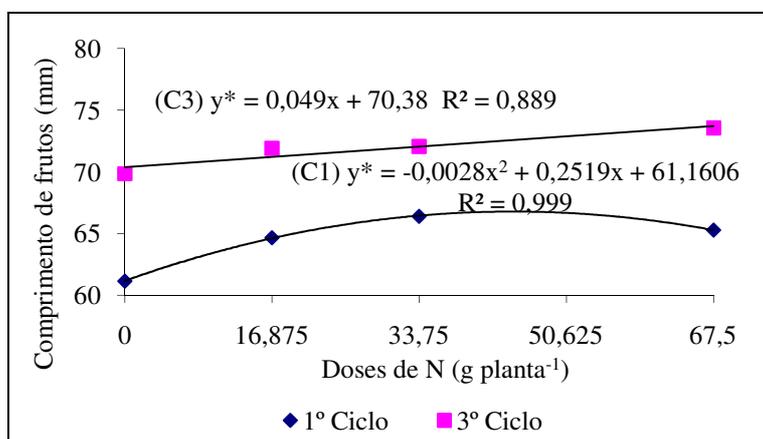


Figura 18 - Comprimento (mm) de frutos da pinheira no primeiro (C1) e terceiro (C3) ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

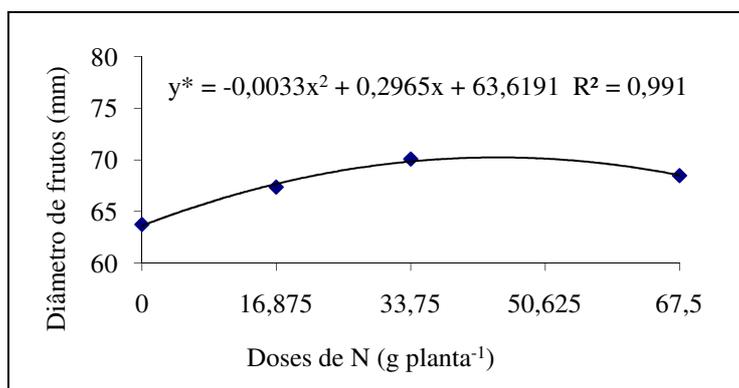


Figura 19 - Diâmetro (mm) de frutos da pinheira no primeiro ciclo produtivo, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013

Observou-se, no presente estudo, variação para o comprimento e diâmetro dos frutos da pinheira de 61,14 a 75,30 mm e 63,74 a 72,99 mm, respectivamente (Tabela 40). Esses valores estão na faixa de 4,27 a 8,93 cm para o comprimento e de 5,31 a 10,10 cm de diâmetro citados por Maia e outros

(1986), Holschuh e outros (1988), Gaspar e outros (2000), Costa e outros (2002), Silva, Silva e Silva (2002), Pereira e outros (2003), Dias (2003), Dias e outros (2003) e Pereira e outros (2009).

Tabela 40 - Dados médios de comprimento e diâmetro de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
Comprimento de frutos (mm)				
0	61,14	73,07	69,87	64,45
16,875	64,66	75,30	71,90	66,05
33,750	66,40	73,90	72,05	67,19
67,500	65,27	73,23	73,55	67,35
<hr/>				
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	64,22	74,92	72,52	65,95
22,5	64,68	73,45	71,95	66,74
45,0	64,32	73,94	71,65	66,71
90,0	64,26	73,18	71,26	65,65
Média Geral	64,37	73,88	71,84	66,26
<hr/>				
Doses de N (g planta ⁻¹)	Diâmetro de frutos (mm)			
0	63,74	71,78	71,57	66,82
16,875	67,36	71,79	71,46	68,34
33,750	70,09	71,25	72,03	67,85
67,500	68,48	70,06	72,69	68,80
<hr/>				
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	67,83	72,24	72,99	67,69
22,5	67,75	70,73	71,67	68,41
45,0	66,72	71,95	71,29	67,96
90,0	67,37	69,97	71,80	67,76
Média Geral	67,42	71,22	71,94	67,95

4.6 Massa e número dos frutos

Observando a Tabela 41, verifica-se que, em relação à massa média dos frutos (g) e o número de frutos por parcela, apenas no primeiro e terceiro ciclos o nitrogênio apresentou diferença significativa para a massa média dos frutos, indicando que a aplicação do nitrogênio apresenta efeito mais vantajoso na época

de outono/inverno, quando as temperaturas são menores e o índice de pluviosidade na região também é menor, favorecendo, assim, maior acúmulo da massa dos frutos.

Tabela 41 - Resumo da análise de variância para a massa média (g) e o número de frutos por parcela em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Massa média dos frutos					
Blocos	2	1839,2575 ^{ns}	1736,1075 ^{ns}	136,6331 ^{ns}	8969,5608 ^{ns}
N	3	5505,9508*	2146,7447 ^{ns}	2932,9674*	1250,2974 ^{ns}
K	3	70,3891 ^{ns}	133,6419 ^{ns}	2083,0741 ^{ns}	6815,3108 ^{ns}
NK	9	1461,5809 ^{ns}	3179,4591 ^{ns}	1195,4852 ^{ns}	3210,9244 ^{ns}
Resíduo	30	1130,4968	2130,6997	832,6340	4475,3886
CV (%)		12,25	13,35	9,82	22,58
Número de frutos por parcela					
Blocos	2	273,2500*	309,0208 ^{ns}	3114,8125*	1562,8958*
N	3	155,9097 ^{ns}	71,3542 ^{ns}	359,2500 ^{ns}	450,0833 ^{ns}
K	3	94,9097 ^{ns}	210,9097 ^{ns}	325,8056 ^{ns}	252,1389 ^{ns}
NK	9	27,6690 ^{ns}	173,7245 ^{ns}	78,1574 ^{ns}	299,9907 ^{ns}
Resíduo	30	57,9611	101,3542	201,4347	243,7181
CV (%)		24,61	33,96	28,04	30,44

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

Na observação entre os ciclos, verifica-se que a maior massa média dos frutos foi observada no segundo (345,74 g) (Tabelas 42 e 3A). Em relação ao número de frutos por parcela, observa-se igualdade entre os ciclos um e dois (plantas com quatro anos) e três e quatro (plantas com cinco anos) (Tabela 3A). Nos ciclos três e quatro, plantas com cinco anos, essa diferença em relação ao tempo de plantio da cultura deve-se à presença de mais ramos produtivos, aumentando a produtividade da mesma. Essa variação em relação ao número de frutos não pode ser atribuída aos efeitos dos nutrientes aplicados.

Tabela 42 - Massa (g) e número médio de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Massa média dos frutos (g)				
0	246,10	329,44	285,40	287,36
16,875	269,48	340,41	288,85	310,98
33,750	290,67	354,52	283,78	293,32
67,500	291,33	358,61	316,99	293,45
Doses de K₂O (g planta⁻¹)				
0	272,21	342,27	282,00	318,13
22,5	272,54	343,57	310,45	262,86
45,0	275,63	349,12	284,52	297,45
90,0	277,20	348,03	298,06	306,67
Média Geral	274,39	345,74	293,76	296,28
Número médio de frutos na parcela				
Doses de N (g planta⁻¹)				
0	25,92	26,67	45,67	43,17
16,875	30,75	28,67	54,17	52,50
33,750	33,83	31,33	56,42	58,00
67,500	33,25	31,92	46,25	51,50
Doses de K₂O (g planta⁻¹)				
0	29,75	29,25	44,75	55,67
22,5	27,67	27,33	56,83	46,58
45,0	32,25	35,67	48,42	48,17
90,0	34,08	26,33	52,50	54,75
Média Geral	30,94	29,65	50,63	51,29

Na Figura 20, verifica-se tendência linear crescente para a massa dos frutos no terceiro ciclo, com coeficiente de determinação acima de 70 %. Já no primeiro ciclo, a tendência foi quadrática, com a massa máxima dos frutos atingida na dose de 55,74 g planta⁻¹ de N.

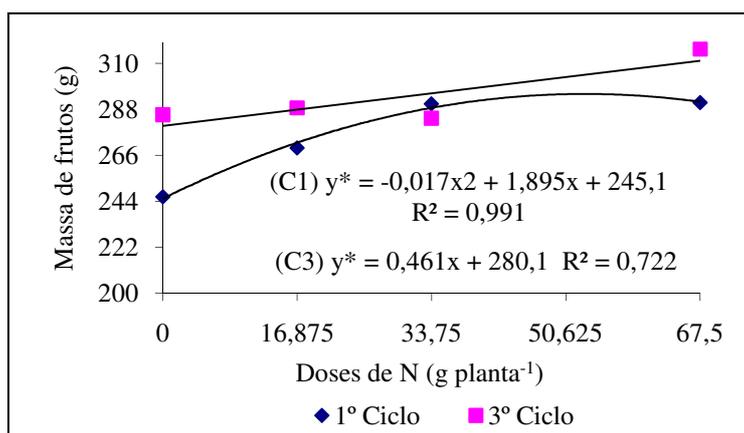


Figura 20 - Massa de frutos da pinheira no primeiro e terceiro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Observou-se, de forma geral, que a massa média dos frutos variou de 246,10 a 358,61 g, enquanto o número médio de frutos por parcela variou de 25,92 a 35,67 nas pinheiras com quatro anos de plantadas e, quando a cultura estava com cinco anos, sua variação foi de 43,17 a 58,00 frutos por parcela, com variação total na área experimental de 25,92 a 58,00 frutos por parcela. A quantidade de frutos obtida está próxima à relatada por Pinto e Ramos (1997), que indicaram que a pinheira, com polinização artificial, produz cerca de 150 a 200 frutos/planta/ano.

Vários são os trabalhos que relatam que a massa de frutos da pinheira apresenta variação de 137,6 a 418,0 g (MAIA e outros 1986; HOLSCHUH e outros, 1988; DANTAS e outros, 1991; ARAÚJO FILHO e outros, 1998; CARVALHO e outros, 2000; GASPAR e outros, 2000; SILVA; SILVA; SILVA, 2002; DIAS, 2003; DIAS e outros, 2003; PEREIRA e outros, 2003, 2009; MARCELLINI e outros, 2003; SILVA e outros, 2007); tais valores são comparáveis aos obtidos no presente estudo.

4.7 Porcentagem de: polpa, casca, talo central e sementes dos frutos no ponto de consumo

I) Porcentagem de polpa, casca e talo central

Observa-se na Tabela 43 que as características de percentual de polpa e casca apresentaram a mesma significância para N no terceiro ciclo e para K no segundo ciclo, com características opostas em relação ao aumento de uma com decréscimo da outra. Como se verifica nas Figuras 21 e 22, à medida que aumenta o percentual da polpa, reduz o da casca e vice-versa.

Tabela 43 - Resumo da análise de variância para o percentual de polpa e da casca de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
		abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
Percentual da polpa					
Blocos	2	15,0606 ^{ns}	14,4039 ^{ns}	16,3032 ^{ns}	144,3653*
N	3	24,5889 ^{ns}	13,1076 ^{ns}	36,7908*	8,9484 ^{ns}
K	3	26,3306 ^{ns}	55,6438*	8,9912 ^{ns}	70,9170 ^{ns}
NK	9	13,7392 ^{ns}	9,8556 ^{ns}	11,0851 ^{ns}	20,0162 ^{ns}
Resíduo	30	18,1239	9,4616	8,6628	32,4548
CV (%)		8,33	6,34	6,10	11,38
Percentual da casca					
Blocos	2	16,4358 ^{ns}	27,2615 ^{ns}	15,3777 ^{ns}	171,4250*
N	3	1,5771 ^{ns}	12,8031 ^{ns}	32,5975*	1,4007 ^{ns}
K	3	30,3445 ^{ns}	45,5492*	8,0512 ^{ns}	81,5429 ^{ns}
NK	9	8,8296 ^{ns}	6,4702 ^{ns}	12,2641 ^{ns}	21,4593 ^{ns}
Resíduo	30	11,8557	11,2784	7,7894	33,5508
CV (%)		9,22	8,04	7,20	14,53

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

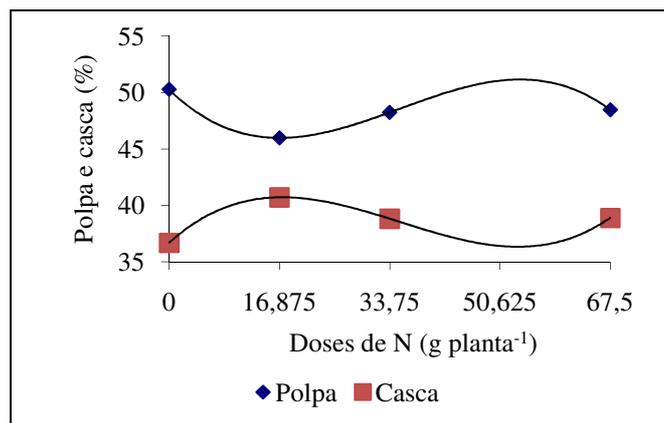


Figura 21 - Percentual de polpa e casca de frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2014

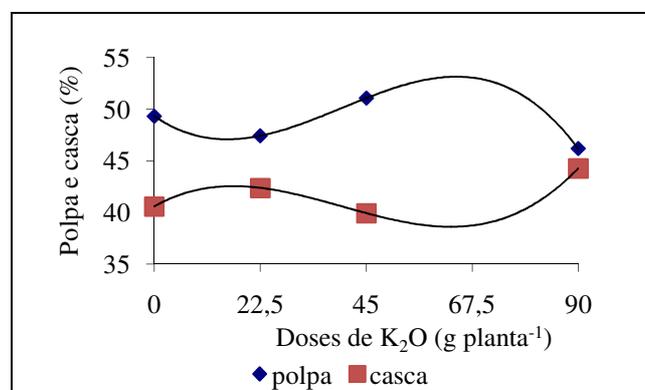


Figura 22 - Percentual de polpa e casca de frutos da pinheira no segundo ciclo da cultura, em função das doses de K₂O, Anagé-BA, 2014

Na Tabela 44, verifica-se variação de percentual de polpa para os frutos da pinheira de 45,99 a 53,07 (média geral de 49,48 %), próximo aos obtidos por Maia e outros (1986), que encontraram rendimento de polpa de 54,19 %; Dantas e outros (1991), que obtiveram valor superior a 50 %; Araújo Filho e outros (1998), 54,2 %; Gaspar e outros (2000), que obtiveram rendimento de polpa de 50,06 %; Silva, Silva e Silva (2002) verificaram variação de 45,0 a 53,5 % para o rendimento da polpa; Bomfim e outros (2014), que relatam variação de 44,06 a 51,48 % de polpa nos frutos no ponto de consumo. E acima aos relatados por

Holschuh e outros (1988), que obtiveram em média 27,80 % da porção comestível do fruto; Kavati (1992), 38,46 %; Dias (2003), de 35,17 a 40,00 % da massa dos frutos; Dias e outros (2003), de 37,01 a 40,36 % com média de 38,58 %; Silva e outros (2007), que obtiveram média de 39,08 %; Pereira e outros (2009), que obtiveram variação no rendimento da polpa de 34,1 a 40,2 %.

Avaliando os percentuais de polpa nos diferentes ciclos, observou-se na Tabela 3A, que a aplicação de N e K₂O apresentaram igualdade estatística entre as médias do primeiro e quarto ciclos e entre o segundo, terceiro e quarto ciclos.

Tabela 44 - Percentual da polpa e da casca de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K₂O aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
percentual de polpa				
0	50,58	50,04	50,27	49,57
16,875	49,33	48,01	45,99	49,33
33,750	52,23	48,25	48,25	50,15
67,500	52,31	47,72	48,46	51,27
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	50,87	49,33	48,35	51,99
22,5	53,07	47,42	48,54	48,55
45,0	49,47	51,08	49,06	52,31
90,0	51,03	46,18	47,03	47,47
Média Geral	51,11	48,50	48,24	50,08
percentual de casca				
Doses de N (g planta ⁻¹)				
0	37,50	40,31	36,68	40,32
16,875	37,80	42,36	40,71	39,87
33,750	37,04	41,82	38,81	39,67
67,500	37,08	42,62	38,89	39,55
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	36,87	40,57	38,06	37,95
22,5	35,35	42,37	38,75	41,81
45,0	38,91	39,92	38,36	37,28
90,0	38,30	44,26	39,92	42,37
Média Geral	37,36	41,78	38,77	39,85

O percentual da casca variou de 35,35 a 44,26 (média geral de 39,44 %), estando próximos aos encontrados por Maia e outros (1986), que obtiveram

percentual de casca nos frutos de pinheira de 38,18 %; Araújo Filho e outros (1998) 38,2 %; Bomfim e outros (2014), que obtiveram variação de 40,68 a 45,42 % (média de 42,92 %) para frutos analisados no ponto de consumo. E abaixo aos obtidos por Holschuh e outros (1988), que obtiveram em média 52,95 %; Silva, Silva e Silva (2002), variação de 38,8 a 49,2 %; Kavati (1992) obteve 56,04 %; Dias (2003) obteve variação de 46,91 a 52,84 %, quando observado o percentual da casca mais o talo central; Dias e outros (2004) obtiveram variação de 50,20 a 53,85 %, com média de 51,88 %, também para a casca e o talo central do fruto.

Avaliando o percentual do engajo em relação à massa dos frutos da pinheira, observa-se na Tabela 45 que essa característica só apresentou efeito significativo com a adubação nitrogenada no primeiro ciclo, com variação de 1,36 a 1,81 %, apresentando uma média geral de 1,64 % em relação aos frutos da pinheira (Tabela 46). Na Figura 23, nota-se que, no primeiro ciclo, o percentual de engajo apresentou tendência linear negativa, com coeficiente de determinação de 85,60 %, indicando que, à medida que aumentavam as doses de N, reduzia-se o percentual do engajo, aspecto esse que não foi mantido nos demais ciclos do ensaio, podendo ter sido influenciado por outros fatores independentes da nutrição da cultura.

Tabela 45 - Resumo da análise de variância para o percentual do engajo de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da adubação N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0018 ^{ns}	0,1982*	0,0476 ^{ns}	0,0176 ^{ns}
N	3	0,1713 *	0,0276 ^{ns}	0,0168 ^{ns}	0,1733 ^{ns}
K	3	0,0156 ^{ns}	0,0674 ^{ns}	0,0488 ^{ns}	0,0857 ^{ns}
NK	9	0,0427 ^{ns}	0,0695 ^{ns}	0,0759 ^{ns}	0,0803 ^{ns}
Resíduo	30	0,0385	0,0359	0,0675	0,1043
CV (%)		11,93	11,15	14,81	22,09

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

Tabela 46 - Percentual do engaço de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	1,81	1,67	1,71	1,47
16,875	1,64	1,69	1,78	1,53
33,750	1,61	1,77	1,74	1,56
67,500	1,52	1,66	1,79	1,29
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	1,60	1,76	1,78	1,36
22,5	1,65	1,76	1,77	1,53
45,0	1,69	1,60	1,66	1,53
90,0	1,63	1,68	1,81	1,43
Média Geral	1,65	1,70	1,76	1,46

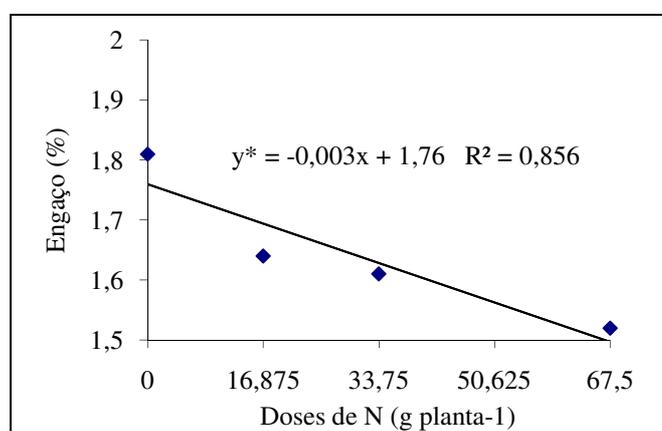


Figura 23 - Percentual do engaço de frutos da pinheira no primeiro ciclo da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2013

Essa variação do percentual do engaço ou talo central do fruto da pinheira está próxima aos valores obtidos por Bomfim e outros (2014), que avaliando frutos no ponto de colheita e de consumo, observaram variação na porcentagem para o talo central de: 1,13 a 1,59 % (média de 1,38 %) para os frutos no ponto de consumo, inferiores aos obtidos por Holschuh e outros (1988), que relatam a média de 13,50 % para o talo central do fruto.

II) Porcentagem de sementes em relação à massa dos frutos

Avaliando o percentual de sementes, em relação à massa dos frutos, verifica-se que houve interação entre os nutrientes nitrogênio e potássio no terceiro e quarto ciclos (Tabela 47), sendo que esse percentual apresentou variação de 7,40 a 12,11 em relação à massa dos frutos, com média geral de 9,49 % (Tabela 48).

Tabela 47 - Resumo da análise de variância para o percentual de sementes de pinha em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	4,0555 ^{ns}	2,6413 ^{ns}	0,4941 ^{ns}	5,8074 ^{ns}
N	3	12,2504 ^{ns}	0,1190 ^{ns}	4,7580*	3,8123 ^{ns}
K	3	5,2733 ^{ns}	2,7596 ^{ns}	1,5977 ^{ns}	1,4160 ^{ns}
NK	9	4,2827 ^{ns}	1,5736 ^{ns}	5,7300*	10,3513*
Resíduo	30	5,8900	2,0166	1,0045	3,8968
CV (%)		24,54	17,71	8,77	22,93

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

Tabela 48 - Percentual de sementes nos frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	10,12	7,98	12,11	8,63
16,875	11,23	7,94	11,69	9,27
33,750	9,12	8,16	11,26	8,63
67,500	9,09	7,99	10,64	7,90
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	10,66	8,34	11,81	8,71
22,5	9,94	8,45	11,08	8,11
45,0	9,93	7,40	11,15	8,89
90,0	9,04	7,89	11,66	8,73
Média Geral	9,89	8,02	11,42	8,61

Após realizar o desdobramento da interação, observou-se (Tabelas 49 e 50) que o nitrogênio só apresentou significância no terceiro ciclo, quando avaliado em conjunto com as doses de K iguais a 0,0; 22,5 e 45,0 g planta⁻¹, apresentando acréscimo e redução de forma desigual com o aumento das doses de N. Já o potássio, apresentou significância tanto no terceiro quanto no quarto ciclo para as doses de N iguais a 33,75 e 67,50 g planta⁻¹ e na dose de N de 16,875 g planta⁻¹ no terceiro ciclo, apresentando percentual irregular com o aumento das doses de K.

Tabela 49 - Resumo da análise de variância para o percentual de sementes em frutos da pinheira, no terceiro e quarto ciclos da cultura, em relação à interação das doses de N e K₂O, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio	
		3º ciclo-abr./ago. / 2014	4º ciclo-set./dez. / 2014
N / K ₂ O 0,0	3	5,1950*	10,2402 ^{ns}
N / K ₂ O 22,5	3	8,0693*	7,1953 ^{ns}
N / K ₂ O 45,0	3	7,2435*	6,8641 ^{ns}
N / K ₂ O 90,0	3	1,4400 ^{ns}	10,5667 ^{ns}
K ₂ O / N 0,0	3	2,0445 ^{ns}	0,7362 ^{ns}
K ₂ O / N 16,875	3	3,3297*	7,0707 ^{ns}
K ₂ O / N 33,750	3	9,1544*	11,3904*
K ₂ O / N 67,500	3	4,2590*	13,2727*
Resíduo	30	1,0044	3,8968

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

Tabela 50 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro e quarto ciclos produtivo da cultura, em relação à interação das doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Interação NK	K ₂ O 0,0	K ₂ O 22,5	K ₂ O 45,0	K ₂ O 90,0
	3º ciclo - abr./ago. / 2014			
N 0,0	11,69	11,28	13,18	12,31
N 16,875	11,12	13,23	11,48	10,91
N 33,750	13,69	10,48	9,63	11,24
N 67,500	10,72	9,33	10,30	12,20
4º ciclo - set./dez. / 2014				
N 0,0	9,27	8,62	8,56	8,07
N 16,875	10,95	10,06	7,49	8,59
N 33,750	7,99	6,73	8,46	11,34
N 67,500	6,62	7,01	11,04	6,91

Verifica-se, na Figura 24, que o N na dose de 45 g planta⁻¹ de K apresentou tendência quadrática, com redução no percentual das sementes, à medida que aumentava a dose do nitrogênio, para depois ocorrer acréscimo. Já na Figura 25, verifica-se essa mesma tendência para as doses de N de 33,75 e 67,50 g planta⁻¹ à medida que se aumentava a dose de potássio; essas tendências apresentaram coeficiente de determinação acima de 89 %. No quarto ciclo, o percentual de sementes apresentou tendência linear crescente, com coeficiente de determinação de 74,10 % para as doses de potássio, quando as mesmas foram aplicadas em conjunto com a dose de N de 33,75 g planta⁻¹ (Figura 26).

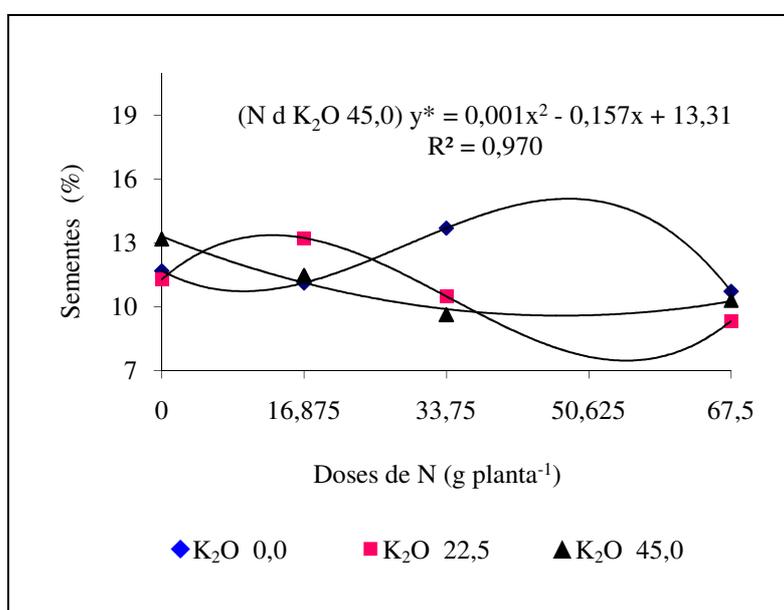


Figura 24 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de N d K₂O, Anagé-BA, 2014

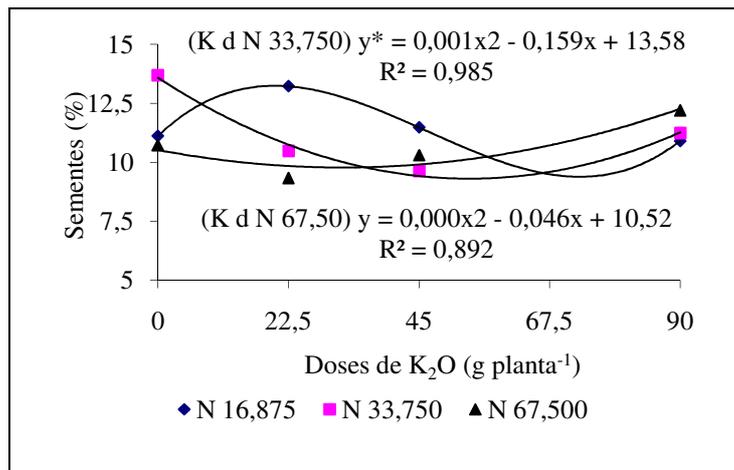


Figura 25 - Percentual de sementes em frutos da pinheira no terceiro ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de K₂O d N, Anagé-BA, 2014

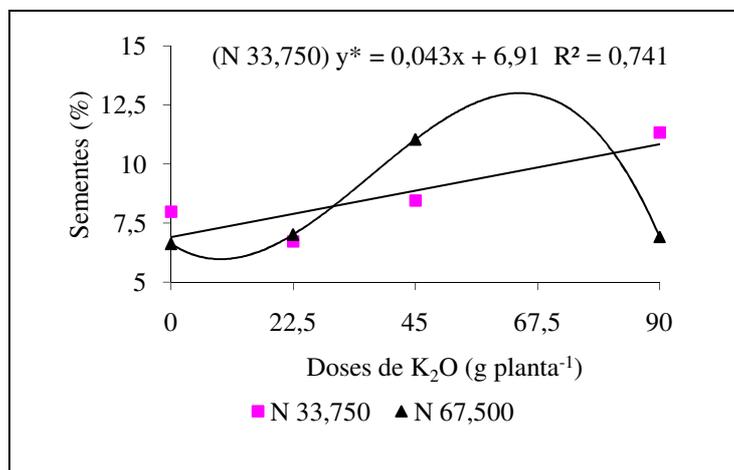


Figura 26 - Percentual de sementes em frutos da pinheira, no quarto ciclo da cultura, em função do desdobramento das doses de K₂O d N, Anagé-BA, 2014

A variação observada de 7,40 a 12,11 % da massa das sementes em relação à massa dos frutos está próxima dos valores obtidos por Maia e outros (1986), que observaram que as sementes correspondem a 7,6 % da massa do fruto; Araújo Filho e outros (1998) indicam percentual de 7,6; Dias (2003) determinou variação de 11,61 a 13,09; Dias e outros (2003) variação de 9,1 a

10,0 %, com média de 9,5 %; Bomfim e outros (2014) encontraram variação para o percentual das sementes em relação ao fruto de 6,36 a 9,18 %. Os valores observados neste estudo foram maiores do que os apresentados por Holschuh e outros (1988), que relatam média de 5,66 % da massa do fruto, bem como de Kavati (1992), que obteve proporção de 5,49 % da massa da semente em relação ao fruto.

4.8 Número de sementes por fruto

O número de sementes nos frutos da pinheira pode apresentar grande variação, conforme nos mostra a revisão de literatura, que aponta para quantidade, de 19 até 87 sementes em um fruto.

No trabalho realizado, observa-se variação de 49,58 a 87,42 sementes, com uma média geral de 69,74, sendo que a adubação NK não influenciou no número de sementes nos frutos da pinheira (Tabelas 51 e 52).

Tabela 51 - Resumo da análise de variância para o número de sementes em frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	76,6458 ^{ns}	377,3333 ^{ns}	13,3958 ^{ns}	71,3125 ^{ns}
N	3	58,3889 ^{ns}	192,0556 ^{ns}	115,9097 ^{ns}	261,7431 ^{ns}
K	3	82,6111 ^{ns}	63,2222 ^{ns}	146,5764 ^{ns}	500,0764 ^{ns}
NK	9	99,8148 ^{ns}	146,9074 ^{ns}	107,0023 ^{ns}	394,7245 ^{ns}
Resíduo	30	78,2681	264,1333	131,1736	221,8236
CV (%)		13,37	23,27	13,67	25,16

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

Tabela 52 - Número de sementes em frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	69,08	67,33	80,92	59,42
16,875	65,67	66,58	85,75	65,00
33,750	63,75	75,42	81,33	58,75
67,500	66,17	70,00	87,08	53,58
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	65,25	71,08	83,08	63,17
22,5	69,58	71,75	85,33	49,58
45,0	66,50	66,58	79,25	62,75
90,0	63,33	69,92	87,42	61,25
Média Geral	66,17	69,83	83,77	59,19

A variação obtida está próxima dos valores verificados por Ahmed (1936), que observaram variação de 27-63 e de 37-78, obtendo variação média de 35 a 60 sementes para o mínimo e o máximo; Kavati (1992), que obteve o número médio de sementes de 68; Dias e outros (2003) verificaram variação para o número de sementes de 53 a 66 com média de 60 sementes por fruto; Pereira e outros (2003) encontraram variação de 66,23 a 84,03 sementes; Dias e outros (2004) obtiveram de 71,5 a 80,9 sementes por fruto; Silva e outros (2007) observaram variação de 63,00 a 66,29, com média geral de 64,66 sementes; Pereira e outros (2009) obtiveram variação de 55,1 a 58,1; Bomfim e outros (2014) encontraram variação de 58,00 a 80,50 sementes em frutos da pinheira. Os valores deste estudo são superiores aos obtidos por Holschuh e outros (1988), que obtiveram de 23,53 a 24,53 sementes por fruto.

4.9 Comprimento do talo central

No estudo do comprimento do talo central ou engaço do fruto da pinheira, verifica-se pelas Tabelas 53 e 54 que apenas o potássio apresentou

efeito significativo, no terceiro e quarto ciclos, para essa característica, que variou de 32,04 a 48,35 mm, com média geral de 42,72 mm.

Tabela 53 - Resumo da análise de variância para o comprimento do engão (mm) de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura em função da aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	19,1494 ^{ns}	22,1657 ^{ns}	3,9652 ^{ns}	109,9820 ^{ns}
N	3	25,0767 ^{ns}	57,5073 ^{ns}	17,6554 ^{ns}	16,4025 ^{ns}
K	3	16,1647 ^{ns}	15,7728 ^{ns}	39,8939*	185,0955*
NK	9	12,9917 ^{ns}	39,9070 ^{ns}	7,8913 ^{ns}	43,8524 ^{ns}
Resíduo	30	16,9294	35,9485	9,8212	54,2217
CV (%)		9,42	13,18	7,01	19,91

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

Tabela 54 - Comprimento do engão (mm) dos frutos da pinheira nos quatro ciclos produtivos, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	42,18	43,04	43,89	36,02
16,875	42,73	45,58	43,97	37,89
33,750	44,78	48,35	44,52	38,08
67,500	45,06	45,04	46,49	35,91
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	42,08	46,38	43,76	41,30
22,5	44,55	44,84	45,79	32,04
45,0	43,58	44,23	42,67	36,06
90,0	44,53	46,56	46,64	38,51
Média Geral	43,69	45,50	44,72	36,98

Observando a Figura 27, pode-se inferir que, provavelmente, na época de primavera/verão, quarto ciclo, o potássio apresentou efeito inicial decrescente com o aumento das doses para depois crescer, já no terceiro ciclo, época de outono/inverno, o aumento das doses de potássio promoveu acréscimo no comprimento do engão até certo nível para depois cair e retornar o crescimento.

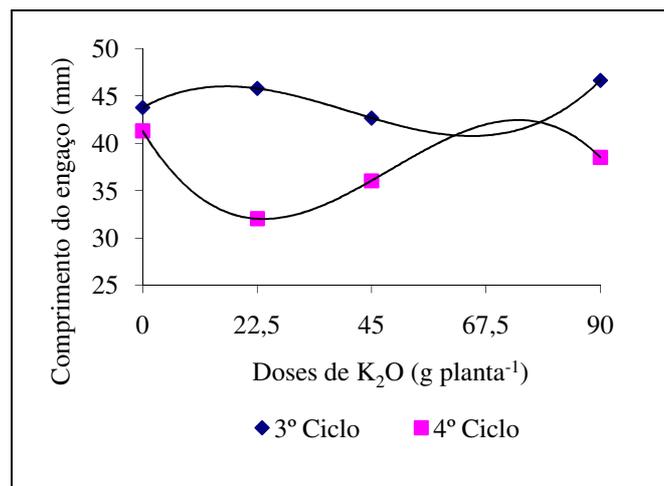


Figura 27 - Comprimento do engajo de frutos da pinheira no terceiro e quarto ciclos da cultura, em função das doses de K₂O, Anagé-BA, 2014

4.10 Análises químicas dos frutos

I) Teor de sólidos solúveis

Verificando a qualidade dos frutos da pinheira através do seu teor de sólidos solúveis, medidos em °Brix, verificou-se no presente estudo, Tabelas 55 e 56, que apenas o nitrogênio apresentou efeito significativo sobre essa característica no primeiro e quarto ciclo, com variação de 22,43 a 28,18 °Brix, e média geral de 24,69 °Brix.

Tabela 55 - Resumo da análise de variância para o teor de sólidos solúveis em frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,7727 ^{ns}	0,6475 ^{ns}	30,1913*	7,1765*
N	3	24,3270*	5,7171 ^{ns}	6,3670 ^{ns}	19,7928*
K	3	18,4404 ^{ns}	1,5467 ^{ns}	2,2420 ^{ns}	1,9750 ^{ns}
NK	9	13,6061 ^{ns}	0,8512 ^{ns}	3,5283 ^{ns}	3,7300 ^{ns}
Resíduo	30	7,8515	2,4578	2,1980	2,1160
CV (%)		11,15	6,07	6,29	6,01

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

Tabela 56 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	26,36	26,84	24,40	25,13
16,875	26,28	25,45	22,80	25,18
33,750	24,43	25,71	23,13	24,13
67,500	23,47	25,33	23,92	22,43
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	23,63	25,97	23,64	23,86
22,5	26,19	25,97	23,81	24,18
45,0	26,10	25,30	22,93	24,79
90,0	24,62	26,10	23,86	24,03
Média Geral	25,14	25,83	23,56	24,22

Tanto no primeiro quanto no quarto ciclos, o aumento das doses de N apresentaram tendência linear negativa com redução do brix (Figura 28). Em geral, o acréscimo de N originou menor teor de sólidos solúveis na polpa dos frutos da pinheira.

Os valores obtidos estão próximos aos relatados na literatura, em que se verifica que a grande maioria dos relatos apresentam teor de sólidos solúveis acima de 20 °Brix: Dantas e outros (1991); Araújo Filho e outros (1998); Gaspar e outros (2000) 24,5 °Brix; Silva, Silva e Silva (2000), que obtiveram média de sólidos solúveis dos frutos de 27,33 %; Dias (2003) de 21,28 a 24,28; Dias e outros (2003) de 19,73 a 21,19 com uma média de 20,48 °Brix; Marcellini e outros (2003) 27,53; Pereira e outros (2003) 25,48 – 27,52 °Brix; Gouveia e outros (2006), 28,467 °Brix; Pereira e outros (2009) de 27,4 a 28,7; Mizobutsi e outros (2012) 30,68 °Brix; Bomfim e outros (2014) de 17,25 a 20,22 (média de 18,78) para os frutos no ponto de consumo.

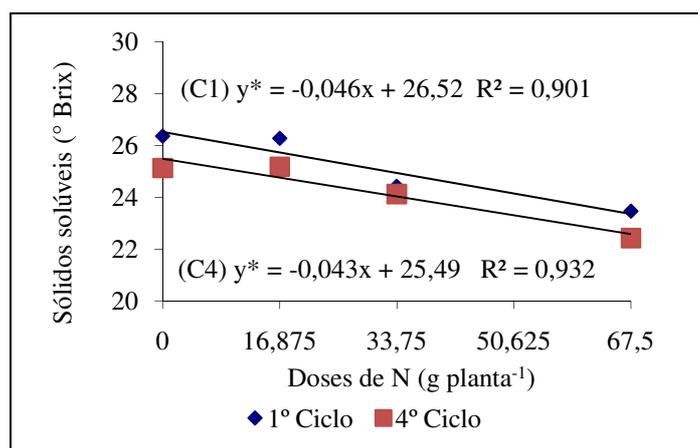


Figura 28 - Sólidos solúveis em frutos da pinheira no primeiro e quarto ciclos da cultura, em função das doses de N, Anagé-BA, 2013-2014

A tendência linear negativa, obtida no primeiro ciclo, em relação ao aumento das doses de nitrogênio, pode ser reforçada pelo resultado obtido por Cunha e outros (2015) que, avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação nitrogenada na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados afetaram significativamente os sólidos solúveis, apresentando decréscimo com o aumento das doses de nitrogênio.

II) Acidez titulável

A acidez titulável dos frutos da pinheira, em relação à adubação da cultura com diferentes doses de nitrogênio e potássio, apresentou diferença significativa apenas no primeiro ciclo; essa característica apresentou durante o experimento variação de 0,25 a 0,39 % de ácido cítrico, com média geral de 0,32 (Tabelas 57 e 58).

Tabela 57 - Resumo da análise de variância para acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0040 ^{ns}	0,0169*	0,0223*	0,0113*
N	3	0,0077 *	0,0005 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
K	3	0,0042 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0079 ^{ns}	0,0056 ^{ns}
NK	9	0,0033 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,0010 ^{ns}
Resíduo	30	0,0019	0,0037	0,0048	0,0027
CV (%)		16,85	19,97	19,08	14,86

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

Tabela 58 - Acidez titulável dos frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	0,30	0,31	0,37	0,34
16,875	0,25	0,31	0,35	0,36
33,750	0,25	0,30	0,36	0,36
67,500	0,25	0,30	0,38	0,35
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	0,25	0,28	0,37	0,35
22,5	0,25	0,34	0,37	0,33
45,0	0,29	0,30	0,33	0,34
90,0	0,25	0,29	0,39	0,38
Média Geral	0,26	0,30	0,36	0,35

Observando a Figura 29, verifica-se que a acidez apresentou tendência quadrática, com decréscimo no início para depois, com doses mais elevadas, em torno de 44,06 g planta⁻¹, apresentando ligeiro acréscimo; Cunha e outros (2015) já observaram que os níveis de nitrogênio afetam significativamente a acidez titulável de frutos da pinheira, aumentando seu teor até a dose de 100 g planta⁻¹.

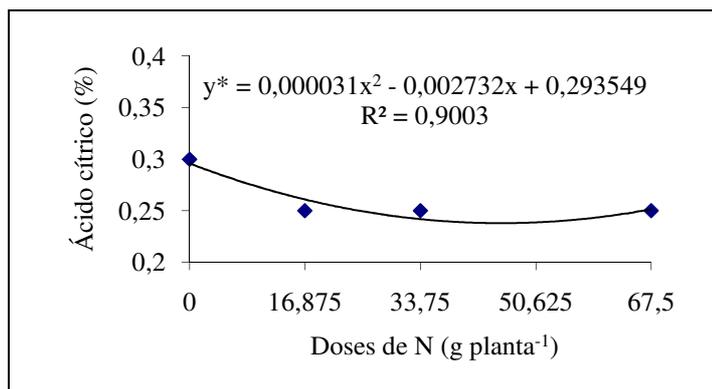


Figura 29 - Acidez titulável dos frutos da pinheira em função das doses de N no primeiro ciclo produtivo da cultura, Anagé-BA, 2013

Os valores obtidos no presente estudo estão próximos aos relatados por Dias e outros (2003), que observaram acidez de 0,2217 a 0,2510 % com média de 0,2338 %; os quais estão acima dos obtidos por Maia e outros (1986), que relataram 0,21 %; Dantas e outros (1991) e Araújo Filho e outros (1998), obtiveram acidez titulável abaixo de 0,24 %; Dias (2003) com 0,20 a 0,24 %; Marcellini e outros (2003) obtiveram acidez titulável (g ácido cítrico 100 g⁻¹ polpa) de 0,17; Bomfim e outros (2014), que observaram que a acidez titulável (% de ácido cítrico) variou de 0,15 a 0,18 (média de 0,16) para os frutos no ponto de colheita e de 0,18 a 0,23 para os frutos no ponto de consumo; e abaixo dos obtidos por Gouveia e outros (2006), que relataram 0,417 % de ácido cítrico; Rego e outros (1989), que determinaram o teor de acidez titulável de 0,88 %.

III) Relação sólidos solúveis e acidez titulável

Nas Tabelas 59 e 60, pode-se observar que a relação de sólidos solúveis e acidez titulável em frutos da pinheira não apresentou diferença significativa, quando a cultura da pinha foi adubada com diferentes doses de nitrogênio e potássio, discordando dos obtidos por Cunha e outros (2015), que verificaram efeitos significativos das doses de nitrogênio nessa relação. Nota-se, ainda, que a relação variou de 62,96 a 109,11, com média geral de 81,54. Em relação às

médias dos ciclos, verifica-se que o nitrogênio incrementou a relação nos dois primeiros, mas não nos dois últimos.

Tabela 59 - Resumo da análise de variância para a relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	480,8673 ^{ns}	2048,8659 *	214,9345 ^{ns}	305,9568 ^{ns}
N	3	712,6480 ^{ns}	239,6770 ^{ns}	31,2221 ^{ns}	243,9261 ^{ns}
K	3	507,1017 ^{ns}	588,8777 ^{ns}	176,4423 ^{ns}	287,8169 ^{ns}
NK	9	622,0673 ^{ns}	334,8722 ^{ns}	81,1035 ^{ns}	66,5304 ^{ns}
Resíduo	30	330,1070	288,4829	147,4757	115,5888
CV (%)		18,17	19,13	18,13	15,26

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

Os valores obtidos estão de acordo com os relatados por Maia e outros (1986), que obtiveram o valor de 106,48; Sousa (2005), que obteve média de 106,75; Gouveia e outros (2006), que relatam o valor de 68,266; Bomfim e outros (2014), que verificaram para os frutos no ponto de consumo a relação de 86,95 a 95,83, sendo inferiores aos valores máximos obtidos por Dantas e outros (1991), que verificaram relação de 284,0.

Tabela 60 - Relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	91,06	89,03	68,46	75,76
16,875	109,11	82,95	68,25	72,12
33,750	102,62	93,85	65,79	68,62
67,500	97,09	89,28	65,38	65,28
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	95,21	96,80	65,33	69,86
22,5	108,66	81,03	67,64	74,07
45,0	94,78	85,27	71,96	74,11
90,0	101,23	92,02	62,96	63,73
Média Geral	99,97	88,78	66,97	70,44

IV) pH

Avaliando o pH da polpa dos frutos da pinheira, em função da adubação NK, observa-se, nas Tabelas 61 e 62, que essa característica não apresentou diferença significativa para as doses dos nutrientes utilizados, fato esse já relatado por Cunha e outros (2015), em relação ao nitrogênio.

Tabela 61 - Resumo da análise de variância para o pH de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,4941 ^{ns}	0,0270 ^{ns}	0,1943*	0,0253 ^{ns}
N	3	0,5471 ^{ns}	0,0622 ^{ns}	0,0805 ^{ns}	0,0037 ^{ns}
K	3	0,0399 ^{ns}	0,0605 ^{ns}	0,0346 ^{ns}	0,0154 ^{ns}
NK	9	0,3614 ^{ns}	0,0780 ^{ns}	0,0152 ^{ns}	0,0100 ^{ns}
Resíduo	30	0,3530	0,0533	0,0298	0,0226
CV (%)		11,50	3,85	3,20	2,79

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

Tabela 62 - pH de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	4,95	5,94	5,32	5,37
16,875	5,13	5,96	5,50	5,40
33,750	5,46	5,98	5,41	5,38
67,500	5,13	6,10	5,35	5,36
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	5,09	6,04	5,33	5,33
22,5	5,16	5,94	5,43	5,39
45,0	5,20	5,93	5,44	5,42
90,0	5,22	6,08	5,37	5,37
Média Geral	5,17	6,00	5,39	5,38

O pH, neste estudo, apresentou média geral de 5,49, com variação de 4,95 a 6,10, valores esses próximos aos obtidos por Rego e outros (1989) de 4,35;

Marcellini e outros (2003), de 5,48; Gouveia e outros (2006), de 5,4; Silva e outros (2007), entre 5,4 a 5,8; Cunha e outros (2015), entre 5,25 a 5,50.

V) Açúcares redutores totais e redutores

Na avaliação dos teores de açúcares redutores totais e redutores na polpa de frutos da pinheira, em função da adubação NK, pode-se verificar, nas Tabelas 63 e 64, que as diferentes doses dos nutrientes não influenciaram nessas características, que apresentaram média geral 23,150 e 48,077 mg 100 g⁻¹ para os açúcares redutores totais e redutores, respectivamente.

Tabela 63 - Resumo da análise de variância para açúcar redutor total e redutor (mg 100 g⁻¹) na polpa de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
açúcar redutor total					
Blocos	2	46,732 *	3112,690 *	25,645 ^{ns}	28,513 *
N	3	8,370 ^{ns}	27,139 ^{ns}	3,731 ^{ns}	2,267 ^{ns}
K	3	5,234 ^{ns}	21,828 ^{ns}	37,520 ^{ns}	0,491 ^{ns}
NK	9	3,323 ^{ns}	90,059 ^{ns}	8,397 ^{ns}	4,903 ^{ns}
Resíduo	30	6,497	54,376	14,181	6,377
CV (%)		10,55	26,91	16,80	13,56
açúcar redutor					
Blocos	2	43,964 ^{ns}	10844,381 *	27,676 ^{ns}	557,047 *
N	3	52,720 ^{ns}	179,837 ^{ns}	10,002 ^{ns}	1,242 ^{ns}
K	3	46,710 ^{ns}	96,480 ^{ns}	8,923 ^{ns}	61,727 ^{ns}
NK	9	13,616 ^{ns}	152,316 ^{ns}	8,260 ^{ns}	73,286 ^{ns}
Resíduo	30	28,664	103,503	20,063	102,853
CV (%)		10,21	21,80	9,84	21,28

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

Tabela 64 - Açúcar redutor total e redutor (mg 100 g⁻¹) de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
açúcar redutor total				
0	24,877	28,816	23,246	18,943
16,875	24,863	27,735	22,262	18,838
33,750	23,581	27,797	22,125	18,708
67,500	23,294	25,276	22,048	17,981
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	24,158	25,895	19,975	18,683
22,5	24,993	26,679	23,311	18,865
45,0	24,084	28,261	22,360	18,397
90,0	23,380	28,789	24,034	18,526
Média Geral	24,154	27,406	22,420	18,618
açúcar redutor				
Doses de N (g planta ⁻¹)				
0	54,943	52,271	46,595	48,048
16,875	53,373	45,813	45,993	47,670
33,750	51,112	45,130	44,795	47,642
67,500	50,370	43,432	44,748	47,262
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	49,916	46,931	45,498	48,129
22,5	54,713	47,549	46,274	50,393
45,0	52,360	42,722	44,334	44,913
90,0	52,809	49,444	46,026	47,216
Média Geral	52,450	46,661	45,533	47,663

Os açúcares redutores totais apresentaram variação de 17,981 a 28,816 mg 100 g⁻¹, já os açúcares redutores apresentaram variação de 42,722 a 54,943 mg 100 g⁻¹. Os valores de açúcares redutores totais estão próximos ao limite máximo obtido por Mizobutsi e outros (2012), que observaram aumento nos teores de açúcares solúveis de forma gradativa com o tempo de armazenamento, obtendo valores de 5 até 20 mg 100 g⁻¹.

4.11 Análise de compostos bioativos

D) Vitamina C

No estudo dos teores de vitamina C, na polpa de frutos da pinheira, submetidos a diferentes doses de adubo nitrogenado e potássico, percebe-se, nas Tabelas 65 e 66, que essa característica não foi afetada, apresentando variação de 6,08 a 11,39 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ na amostra, com média geral de 8,28.

Tabela 65 - Resumo da análise de variância para Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100⁻¹ g da amostra) de polpa de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	3,0969 ^{ns}	17,0292 ^{ns}	85,7116*	2,1266 ^{ns}
N	3	0,4670 ^{ns}	11,8825 ^{ns}	8,6506 ^{ns}	1,6512 ^{ns}
K	3	3,3298 ^{ns}	12,4449 ^{ns}	6,0057 ^{ns}	2,0594 ^{ns}
NK	9	5,5714 ^{ns}	6,4273 ^{ns}	2,6121 ^{ns}	1,1510 ^{ns}
Resíduo	30	4,0017	5,1897	4,1305	3,3286
CV (%)		24,48	28,08	19,71	28,00

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

Tabela 66 - Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100⁻¹ g da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	8,09	9,58	10,57	6,59
16,875	8,40	7,49	9,77	6,97
33,750	7,95	7,50	9,51	6,42
67,500	8,25	7,89	11,39	6,08
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	7,62	7,72	10,35	6,62
22,5	8,87	9,62	10,94	6,27
45,0	8,21	7,75	9,31	6,13
90,0	7,97	7,36	10,64	7,06
Média Geral	8,17	8,11	10,31	6,52

Os valores obtidos estão abaixo dos encontrados por Cavalcante e outros (2011), que realizaram seleção preliminar de genótipos de pinheira em Bom Jesus-PI, obtendo variação de vitamina C de 67,52 a 138,55 mg por 100 g⁻¹ de polpa, essa diferença pode ter ocorrido devido às diferentes metodologias utilizadas nos experimentos.

Tomando como base a classificação de Lima e outros (2007) e Ramful e outros (2011): alto (>50 mg 100 g⁻¹), médio (30-50 mg 100 g⁻¹) e baixo (<30 mg 100 g⁻¹), e os dados do presente estudo, pode-se considerar a pinha como um fruto de baixo teor de vitamina C.

II) Flavonoides totais

Observa-se na Tabela 67, que os flavonoides só apresentaram efeitos significativos em relação à adição de diferentes doses de nitrogênio e potássio no solo, na cultura da pinheira, no primeiro ciclo. O nitrogênio não apresentou significância para os demais ciclos e fontes de variação, com exceção dos blocos. Na Tabela 68, nota-se que o teor de flavonoides variou de 0,086 a 2,107, com média geral de 0,601 (µg de rutina 100 g⁻¹ da amostra).

Tabela 67 - Resumo da análise de variância para flavonoides (µg de rutina 100 g⁻¹ da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação NK ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	0,0004 ^{ns}	6,4654*	0,0506*	0,0008 ^{ns}
N	3	0,0016*	0,2451 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,0017 ^{ns}
K	3	0,0010 ^{ns}	0,2838 ^{ns}	0,0042 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
NK	9	0,0005 ^{ns}	0,1939 ^{ns}	0,0079 ^{ns}	0,0013 ^{ns}
Resíduo	30	0,0004	0,3089	0,0077	0,0015
CV (%)		19,04	29,34	36,90	22,70

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

Tabela 68 - Flavonoides (μg de rutina 100 g^{-1} da amostra) em polpa de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K_2O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta^{-1})	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	0,104	2,016	0,208	0,170
16,875	0,097	1,687	0,262	0,174
33,750	0,086	1,941	0,276	0,185
67,500	0,113	1,933	0,203	0,157
Doses de K_2O (g planta^{-1})				
0	0,101	1,842	0,220	0,188
22,5	0,093	2,107	0,261	0,163
45,0	0,093	1,886	0,243	0,169
90,0	0,112	1,743	0,225	0,165
Média Geral	0,100	1,894	0,237	0,171

Sousa e outros (2011) encontraram no estudo de compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais valor de $1,03 \mu\text{g}$ de quercetina g^{-1} de amostra para o resíduo de polpa de graviola. Já Souza (2015), em conteúdo de flavonoides para a polpa da graviola, encontrou resultados com valores relativamente baixos (peso fresco = $1,10 \mu\text{g}$ de rutina. 100^{-1} , resíduo *in natura* = $1,16 \mu\text{g} \cdot 100^{-1}$, resíduo liofilizado = $1,39 \mu\text{g} \cdot 100^{-1}$ e resíduo desidratado = $1,70 \mu\text{g} \cdot 100^{-1}$), o que a autora atribuiu à coloração branca da graviola.

O efeito significativo do nitrogênio gerou uma curva de tendência quadrática, decrescendo no início para depois aumentar o teor de flavonoides à medida que a dose de N era aumentada via solo (Figura 30).

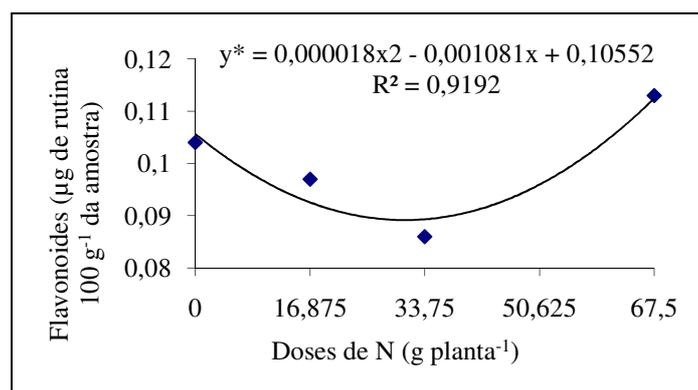


Figura 30 - Flavonoides em frutos da pinheira, em função da adubação com nitrogênio no primeiro ciclo, Anagé-BA, 2013

III) Capacidade antioxidante pelo método DPPH

Avaliando a capacidade antioxidante da polpa de frutos de pinheira em função da adubação NK no solo, utilizando o método de radicais DPPH, observa-se na Tabela 69 que os nutrientes nitrogênio e potássio, bem como sua interação, não apresentaram efeitos significativos no percentual do DPPH em qualquer dos ciclos analisados.

Tabela 69 - Resumo da análise de variância para DPPH (%) em polpa de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação NK, Anagé-BA, 2013-2014

FV	GL	Quadrado Médio			
		1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Blocos	2	1845,294 *	187,168 ^{ns}	1,750 ^{ns}	30,537 ^{ns}
N	3	554,565 ^{ns}	220,193 ^{ns}	23,598 ^{ns}	12,655 ^{ns}
K	3	252,075 ^{ns}	211,015 ^{ns}	38,055 ^{ns}	7,631 ^{ns}
NK	9	202,303 ^{ns}	509,574 ^{ns}	33,904 ^{ns}	24,853 ^{ns}
Resíduo	30	306,831	624,735	34,845	18,367
CV (%)		25,31	35,03	7,31	5,03

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

Na Tabela 70, verifica-se que o percentual de DPPH variou de 59,98 a 86,25, com média geral de 76,63. Com base na classificação de Melo e outros (2008b), em seu estudo com a polpa da graviola, os autores relatam que a capacidade de sequestro do radical DPPH acima de 70 % é forte; entre 50 e 70 % é moderada; e abaixo de 50 % é fraca. Pode-se inferir que a capacidade antioxidante da polpa da pinha está classificada como de moderada a forte, já que a maioria dos resultados confirmam valores acima de 70 %.

Tabela 70 - DPPH (%) em polpa de frutos de pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função da adubação com diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Doses de N (g planta ⁻¹)	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
0	74,36	71,62	80,81	85,65
16,875	74,29	74,85	79,00	83,86
33,750	59,98	65,25	82,43	84,95
67,500	68,15	73,70	80,86	86,25
Doses de K ₂ O (g planta ⁻¹)				
0	66,28	65,75	80,38	84,72
22,5	75,78	72,00	82,22	86,15
45,0	68,87	75,87	82,08	85,47
90,0	65,86	71,82	78,42	84,35
Média Geral	69,20	71,36	80,77	85,17

Como observado em cada característica avaliada no decorrer do trabalho, de modo geral, os ciclos produtivos da cultura da pinha proporcionaram maiores ou menores resultados, indicando efeitos significativos no crescimento vegetativo das plantas, no desenvolvimento de flores e frutos e, também, em relação aos componentes físico-químicos e os teores dos compostos bioativos presentes nos frutos (Tabelas 1A e 2A); com exceção do percentual de polpa, que não apresentou diferença significativa, quando os ciclos foram avaliados em relação a aplicação de diferentes doses de K₂O (Tabela 2A).

5 CONCLUSÃO

Pela análise dos dados, considerando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio na cultura da pinheira em relação ao seu desenvolvimento e qualidade dos frutos, ocorridas em diferentes épocas, observando as condições edafoclimáticas da região, bem como os tratos culturais dispensados à lavoura, pode-se concluir que:

- o vigor dos botões florais e desenvolvimento dos frutos da pinheira tendem a aumentar com elevação das doses de nitrogênio em períodos de outono-inverno (sem chuvas e baixas temperaturas); já em períodos de primavera-verão (com chuvas e alta temperatura) ocorre redução do vigor dos botões florais sem, entretanto, afetar o desenvolvimento dos frutos à medida que aumentam as doses de N;
- o desenvolvimento vegetativo da pinheira ocorre com maior intensidade na época de primavera/verão, comparativamente ao outono/inverno, independente das aplicações de N e K;
- O potássio não afeta o vigor dos botões florais, nem tampouco o desenvolvimento de frutos da pinheira, nas duas condições climáticas consideradas;
- a aplicação de nitrogênio ocasionou maior acúmulo desse nutriente nas folhas da pinheira;
- a aplicação do potássio gera acúmulo desse nutriente no solo;
- De modo geral, a qualidade bioquímica e os teores dos compostos bioativos dos frutos da pinheira não são afetados pelas doses de nitrogênio e potássio.

REFERÊNCIAS

- ADEWOLE, S. O.; OJEWOLE, J. A. O. Protective effects of *Annona muricata* linn. (annonaceae) leaf aqueous extract on serum lipid profiles and oxidative stress in hepatocytes of streptozotocin-treated diabetic rats. **African Journal of Traditional**, v. 6, n. 1, p. 30-41, 2009.
- AHMED, M. S. **Pollination and Selection in *Annona squamosa* and *Annona cherimolia***. Egypt: Ministry of Agriculture Egypt, 1936. 29p.
- ALMEIDA, J. R. de; VALSECHI, O. **Guia de composição de frutas**. Esalq-USP. 1966, p. 80.
- AMORIM, D. A. de; SOUZA, H. A. de; 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**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 210-219, mar. 2015.
- ARAÚJO FILHO, G. C. de; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. de A.; SÁ, F. T. de. Instruções técnicas para o cultivo da ateira. **Instruções Técnicas**, Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, n. 01, p. 1-9, dez. 1998.
- ARAÚJO, E. R.; ALVES, L. I. F.; RÊGO, E. R. do; RÊGO, M. M. do; CASTRO, J. P. de; SAPUCAY, M. J. L. da C. Caracterização físico-química de frutos de biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 225-230, 2009.
- AVILÁN, L. R. Efecto de la omisión de los macronutrientes en el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en soluciones nutritivas, **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 25, n. 1, p. 73-79, 1975.
- AWAD, A. M.; JAGER, A.; van WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 249-263, 2000.
- BATISTA, M. M. F.; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais na composição mineral em gravioleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 315-318, 2003.
- BOMFIM, M. P. **1- Metilciclopropeno (1-MCP) e atmosfera modificada em manga ‘tommy atkins’ e quantificação de antioxidantes em frutas e hortaliças**. 2011. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2011.

BOMFIM, M. P.; DIAS, N. O.; SOUZA, I. V. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. de M. Produção, características físico-químicas da pinha (*Annona squamosa* L.) em função do número de frutos por planta. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 15, n. 1, p. 1-6, 2014.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and mechanism of antioxidant activity using the DPPH free radical method. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 30, n. 6, p. 609-615, 1997.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BRITO, A. F. S. **Estudo do mercado da pinha (*Annona squamosa* L.) produzida no Estado da Bahia, Brasil**. 2010. 95p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Vitória da Conquista - BA 2010.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.

CALDAS, Z. T. C. C.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; ALMEIDA, A. K. L.; ALVES, F. M. S. Investigação de qualidade das polpas de frutas congeladas comercializadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, RN, Brasil, v. 5, n. 4, p. 156-163 out./dez. 2010.

CAMPOS, F. A. de M.; PECHNICK, E.; SIQUEIRA, R. Valor nutritivo de frutos brasileiros. **Arquivo Brasileiro Nutricional**, v. 2, n. 8, 1951.

CARVALHO, P. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. de. Avaliação de genótipos da pinheira (*Annona squamosa* L.) no Vale do Rio Moxotó III: características de crescimento e produção – 1992 a 1997. **Revista brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 22, n. 1, p. 27-30, abr. 2000.

CAVALCANTE, Í. H. L.; MOURA, M. C. S. de; ROCHA, L. F. da; SILVA JR., G. B. da; MARTINS, L. de V.; SILVA, R. R. S. da. Seleção preliminar de

genótipos de pinheira em Bom Jesus-PI. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 34, n. 1, p. 173-181, jan. 2011.

CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciências Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 579-588, jul./set. 2012.

CAVALCANTI, R. L. R. R. Pinha: essa desconhecida. **Informativo SBF**. Sociedade Brasileira de Fruticultura, ano VI, n. 2, p. 9, jun. 1987.

CAVALCANTI, R. L. R. R. A cultura da pinha (*Annona squamosa* L.). In: ENCONTRO ESTADUAL DE FRUTICULTURA, 1., 1993. **Anais...** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1993. 159p. (EMBRAPA/CNPMPF. Documento, 39).

CHAN JR, H. T.; HEU, R. A. Identification and determination of sugars in starfruit, sweetsop, green sapote, jack fruit and pineapple. **Journal Food Science**. N. 40, p. 1329-1330, 1975.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEFE, 2005. 320 p.

COSTA, S. L. **Adubação com boro e nitrogênio na cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) no Norte do estado do Rio de Janeiro**. 2001. 57p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, 2001.

COSTA, S. L. da; CARVALHO, A. J. C. de; PESSANHA, P. G. de O.; MONNERAT, P. H.; MARINHO, C. S. Produtividade da cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 543-546, ago. 2002.

CUNHA, M. dos S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MANCIN, A. C.; ALBANO, F. G.; MARQUES, A. S. Impact of humic substances and nitrogen fertilising on the fruit quality and yield of custard apple. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 211-218, Apr./Jun. 2015.

DANI, C.; AGINONI, J. C.; CALLONI, C.; SALVADOR, M.; SPADA, P. D. S. Viabilidade celular de cultura de linfócitos tratados com *Annona muricata* L. **Ciência em Movimento**, ano XII, n. 24, 2010.

DANTAS, A. P. ; BEZERRA, J. E. F.; PEDROSA, A. C.; LEDERMAN, I. E. Características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.)

oriundos de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 111-116, out. 1991.

DIAS, N. O. **Crescimento vegetativo, florescimento e frutificação da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de comprimento de ramos podados**. 2003. 65f. Tese (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2003.

DIAS, N. O. ; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B. Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 25, n. 1, p. 100-103, abr. 2003.

DIAS, N. O.; SOUZA, I. V. B.; SILVA, J. C. G. da; SILVA, K. S.; BOMFIM, M. P.; ALVES, J. F. T.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. R. Desempenho vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de diferentes comprimentos de ramos podados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 26, n. 3, p. 389-391, dez. 2004.

DOLINSKI, M. A.; MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M.; MAY-DE MIO, L. L. pH, condutividade elétrica e potássio do solo após três anos de aplicações de nitrogênio e potássio em ameixeira, no município de Araucária – PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 371-376, set./out. 2009.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998. p. 191-193.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 341p.

ESTEVES, M. T. C., CARVALHO, V. D., CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B., PAULA, M. B. Características dos frutos de seis cultivares de goiaba (*Psidium guajava* L.) durante o amadurecimento. II. Vitamina C e conteúdo de taninos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984. **Anais...** Florianópolis: EMPASC/SBF, 1984. v. 2. p. 490-500.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Mineral Nitrogen in Plant Physiology and Plant Nutrition. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 14, n. 2, p. 111-148, 1995.

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

FERREIRA, F. R. Germoplasma de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 36-37.

FIGUEREDO, B. G. **Caracterização físico-química e compostos bioativos de frutos biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.)**. 2014. 56f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, 2014.

FRANKE, A. A. CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 7, n. 1, p. 31-35, 2004. Doi:10.1016/S0889-1575(03)00066-8

GASPAR, J. W.; SACRAMENTO, C. K. do; COVA, A. K. N.; SANCHES, C. L. Mudanças físico-químicas durante o crescimento e desenvolvimento de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16.,2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL / SBF, 2000. 1 CD-ROM.

GEORGE, V. C.; KUMAR, D. N.; RAJKUMAR, V.; SURESH, P. K.; KUMAR, A. Quantitative Assessment of the Relative Antineoplastic Potential of the n-butanolic Leaf Extract of *Annona muricata* Linn. In Normal and Immortalized Human Cell Lines. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 13, p. 699-704, 2012.

GOUVEIA, D. S.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; UGULINO, S. M. P. Avaliação físico-química e teste de aceitação sensorial do suco de pinha e do blend pinha-leite. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 127-133, 2006.

HAMIZAH, S.; ROSLIDA, A. H.; FEZAH, O.; TAN, K. L.; TOR, Y. S.; TAN, C. I. Chemopreventive Potential of *Annona Muricata* L. Leaves on Chemically-Induced Skin Papillomagenesis in Mice. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v.13, n. 6, p. 2533-9, 2012.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal Nutricional Biochemistry**, v.13, p. 572-584, 2002.

HERNÁNDEZ, R. A.; CAMACARO, M. P.; GIMÉNEZ, A.; CARABALLO, E. H. La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. **Revista Digital de Investigación y Postgrado**, Venezuela, v. 2. N. 2, p. 134-142, Jun. 2012.

HIRUMA-LIMA, C. A.; DISTASI, L. C. Magnoliales medicinais. In: GUIMARÃES, M. E.; SANTOS, M. N.; DISTASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2003. p. 89-109.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M.; ALCÂNTARA, 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**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2006.

HOLSCHUH, H. J.; NARAIN, N.; BORA, P. S.; VASCONSELOS, M. A. da S.; SANTOS, C. M. G. dos. Caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v. 2. p. 669-673.

KAVATI, R. O cultivo da atemoia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, D. B. G.; VALERTO, J. P. **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 39-70.

KAVATI, R. Melhoramento em fruta-do-conde. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 47-49.

KAVATI, R.; PIZA Jr., C. de T. Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemoia e cherimoia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 75-83.

KOTHARI, V.; SESHADRI, S. Antioxidant activity of seed extracts of *Annona squamosa* and *Carica papaya*. **Nutrition & Food Science**, v. 40, n. 4, p. 403-408, jul. 2010. doi: 10.1108/03466591080001377.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, out./dez. 2005.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Uso de cera e 1-metilciclopropeno na conservação refrigerada de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 433-437, 2004.

LIMA, M. A. de C.; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. de S. Tratamentos pós-colheita com 1-Metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins':

efeito de concentrações e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 1, p. 64-68, 2006.

LIMA, M. D. **Perfil cromatográfico dos extratos brutos das sementes de *Annona muricata* L. e *Annona squamosa* L. através da cromatografia líquida de alta eficiência**. Alagoas, 2007. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, 2007.

LIMA, R. de L. S. de; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O. Diagnose foliar da gravioleira (*Annona muricata* L.): efeito da posição de ramos e folhas. **Ciências e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1320-1325, set./out. 2007.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; LIMA, L. dos S. Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 421-423, 2001.

LUNA, J. S. **Estudo de Plantas Bioativas**. 2006. 254p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2006.

LUNA, J. V. U. **Produção de mudas de fruteiras tropicais**. Salvador, BA: EBDA, out. 1997. 88p. (EBDA. Circular Técnica, n. 5).

MAIA, G. A.; MESQUITA FILHO, J. A. de.; BARROSO, M. A. T.; FIGUEIREDO, R. W. de. Características físicas e químicas da ata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 10, p. 1073-1076, out. 1986.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos/função dos nutrientes na planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., 1989, Ilha Solteira, SP. **Anais . . .** São Paulo: IconE, 1994. p. 19-51.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MANICA, I. Taxonomia ou sistemática, morfologia e anatomia. In: _____. (Coord.). **Fruticultura: cultivo das anonáceas (ata, cherimóia, graviola)**. Porto Alegre: Ed. Evangraf I, 1994. p. 3-11.

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 20-35.

MARCELLINI, P. S.; CORDEIRO, C. E.; FARAONI, A. S.; BATISTA, R. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, Á. S. Comparação físico-química e sensorial da

atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no Estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MARCHAL, J.; BERTIN, Y. Contenu en éléments minéraux des organes de lavocatier “hula” et relations avec la fumure. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 3, p. 139-149, 1980.

MARTIUS, C. F. P. Annonaceae. In: MARTII, C. F. P. **Flora brasiliensis**, v. 12, Pt. 1, p. 1-63, 1841.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. de R. M.; OLIVEIRA, C. C. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Especial, v. 7, n. 2, p. 165-172, 2005.

MELETTI, L. M. M. Anonáceas (*Annona* spp). In: _____. (Coord.). **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 85-103.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006. doi. org/10. 1590/S0101-20612006000300024.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, abr/jun p. 193-201, 2008a.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 67-72, jan./mar. 2008b.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3. ed. Bem: International Potash Institute, 1982. 655p.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-325.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, J. M. da; MIZOBUTSI, E. H.; RODRIGUES, M. L. M.; LOPES, R. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, F. S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 751-757, nov./dez. 2012.

- MORAES, M. O. B. de. **Caracterização química e determinação da atividade antioxidante em massa da graviola (*Annona muricata* L.)**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, 2013.
- MORAES, M. O. B. de; SÃO JOSÉ, A. R.; MOREIRA, V. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; BOMFIM, M. P. Caracterização química e determinação da atividade antioxidante em massa da graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 15, n. 1, p. 7-14, 2014.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras, Ed. UFLA, 2006. 729p.
- NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ALMEIDA, E. V. de; BARBOSA, J. C. Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 187-192, Apr./Jun., 2006.
- NOGUEIRA, A. S. **Influência de épocas de poda e métodos de polinização na cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) no Norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 54f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2002.
- NUNES, C. R.; BERNARDES, N. R.; GLÓRIA, L. L.; OLIVEIRA, D. B. Flavonoides em Annonaceae: ocorrência e propriedades biológicas. **Vértices**, v. 14, n. 1, p. 39-57, 2012.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, R. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 245-366.
- OLIVEIRA, Z. P. de. **A cultura da pinha: práticas de cultivo**. Maceió, AL: EPEAL, 1991. (Circular Técnica, 3), 17 p.
- PANDEY, N.; BARVE, D. Antioxidant activity of ethanolic extract of *Annona squamosa* Linn bark. **Jornal Internacional de Pesquisa em Farmacêuticas e Ciências Biomédicas**, v.2, n. 4, p. 1692-1697, Out./Dez. 2011.
- PEREIRA, M. C. T.; BANDEIRA, N.; ANTUNES JR, R. C.; NIETSCHKE, S.; OLIVEIRA JR, M. X. de; ALVARENGA, C. D.; SANTOS, T. M. dos; OLIVEIRA, J. R. Efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 389-396, 2009.

- PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; SANTOS, F. S.; XAVIER, A. A.; CUNHA, L. de M. V. da; NUNES, C. F.; SANTOS, F. A. Efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 2, p. 203-205, ago. 2003.
- PINHEIRO, R. V. R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, v. 31, p. 36-387, 1984.
- PINTO, A. C. de Q.; RAMOS, V. H. V. Melhoramento genético a graviola. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 55-60.
- PINTO, A. C. de Q. Gravioleira. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Tradução Lindbergue Araújo Crisóstomo. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 206-222.
- PIZA JR., C. de T. **Fruta-do-conde (*Annona squamosa* L): manual técnico da cultura**. Campinas, CATI, 1988. p. 239-243.
- PRADO, R. de M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. de M.; ALMEIDA, E. V. de. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 26, n. 2, p. 295-299, ago. 2004.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres / POTAFOS, 1991. 343p.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- RAMFUL, D.; TARNUS, E.; ARUOMA, O. I.; BOURDAN, E.; BAHORUN, T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, v. 44, p. 2088-2099, 2011.
- REGO, F. A. O.; ALVES, R. E.; LIMA, E. D. P. A.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. Caracterização física e química de diferentes frutos da Família Annonaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza, CE: SBF, 1989. p. 4937.
- REIS, C. N. **Annona muricata: análise química e biológica dos frutos de gravioleira**. 2011. 150p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2011.

REYNERSTON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, G. S. **Aspectos da biologia floral relacionada à produção de sementes e frutos de pinha (*Annona squamosa* L.)**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) - Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

RIBEIRO, G. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; AMARAL, C. L. F. Aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 369-373, 2007.

RINALDI, M. V. N. **Avaliação da atividade antibacteriana e citotóxica dos alcaloides isoquinolínicos de *Annona hypoglauca* Mart.** 2007. 125p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ROBINSON, J. B. Fruits, vines and nuts. In: REUTER, D. J.; ROBINSON, J. R. (Eds.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata, 1988. p. 120-147.

RÖDEL, M. F. Fruta-de-conde. In: MANICA, I. (Ed.). **Fruticultura: práticas de cultivo (1): acerola, fruta-de-conde, goiaba, mamão, manga, maracujá**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. p. 8-13.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, v. 1, p. 53-60, jan./mar. 2007.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, ed. Especial, p. 176-183, fev. 2014.

SACRAMENTO, C. K. do; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L. da; BARRETTO, W. de S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 2, p. 329-331, ago. 2003.

SADHU, M. K.; GHOSH, S. K. Effects of different level of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, flowering, fruiting and tissue composition of custard apple (*Annona squamosa*). **Indian Agricultural**, v. 20, n. 4, p. 297-301, 1976.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers, de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135- 40, 1998.

SÃO JOSÉ, A. R. Aspectos gerais das anonáceas no Brasil. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 5-6.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. de M.; FREITAS, A. L. G. E. de; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, 149a. Especial, p. 086-093, jan. 2014a.

SÃO JOSÉ, A. R.; PRADO, N. B. do; BOMFIM, M. P.; REBOUÇAS, T. H. N.; MENDES, H. T. A. E. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, edição especial, p. 176-183, fev. 2014b.

SCALZO, J. POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, London, v. 21, n. 2, p. 207-213, fev. 2005.

SILVA, A. Q. da; SILVA, H.; NÓBREGA, J. P.; MALAVOLTA, E. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversos frutos da região Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1983, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984a, v. 1, p. 326-340.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. Nutrição e Adubação de Anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas, produção e mercado**: pinha, graviola, atemóia e cherimólia. Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, 1997. p. 118-137.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Pisidium guajava* L) obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, F. O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gás chromatography. **Food Control**, Guildford, v. 16, p. 55-58, 2005.

SILVA, H.; SILVA, A. Q. da; CAVALCANTE, A. T.; MALAVOLTA, E. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1983, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984b, v. 1, p. 320-325.

SILVA, H.; SILVA, A. Q. DA; CAVALCANTE, F. B.; MALAVOLTA, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L). II. Teores de macronutrientes

e de boro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: SBF, 1986, p. 303-307.

SILVA, J. C. G. da. **Monitoramento de variáveis ambientais do solo com diferentes tipos de cobertura morta na produção de pinha (*Annona squamosa* L.)**. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2004.

SILVA, J. C. G. da; CHAVES, M. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALVES, J. F. T. A influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 2, p. 287-291, ago. 2007.

SILVA, J. da; SILVA, E. S. da; SILVA, P. S. E. L. e. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 24, n. 2, p. 562-564, ago. 2002.

SILVA, J. da; SILVA, E. S. da; SILVA, P. S. E. L. e. Distribuição do teor de sólidos solúveis no fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL / SBF, 2000. 1 CD-ROM.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 760.

SOBRATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S.; LUXIMON-RAMMA, A.; ARUOMA, O. I.; BAHORUN, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 579, n. 1-2, p. 200-213, nov. 2005.

SOUSA, C. M. de M.; SILVA, H. R. e; VIEIRA-JR., G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. da; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, n. 30, p. 351-355, 2007. doi. org/10. 1590/S0100-40422007000200021.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L, M; SILVA, A. O; MANCINI-FILHO, J; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.554-559, 2011.

SOUSA, S. A. **Cultura da pinheira**: caracterização de genótipos, germinação e atributos de qualidade requeridos pelo sistema de comercialização no CEASA de Salvador-BA. 2005. 69f. Tese (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 125-130, 2005.

SOUZA, I. V. B. **Produção comercial de pinheira (*A. squamosa* L.) em relação ao número de frutos por planta**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SOUZA, I. V. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. de M.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; DIAS, N. O.; BOMFIM, M. P. Efeito do desbaste de frutos na produção e comercialização da pinha (*Annona squamosa* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 24, n. 2, p. 96-102, abr./jun. 2012.

SOUZA, L. C. **Caracterização e propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo in natura e desidratado**. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, 2015.

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.

SPADA, P. D. S., DE SOUZA, G. G. N., BORTOLINI, G. V., HENRIQUES, J. A. P., SALVADOR, M. Antioxidant, mutagenic, and antimutagenic activity of frozen fruits, **Journal of Medicinal Food**, v. 11, n. 1, p. 144-151, 2008.

TAVARES, J. T. Q.; SANTOS, C. M. G.; TEIXEIRA, L. J.; SANTANA, R. S.; PORTUGAL, A. M. Estabilidade do ácido ascórbico em polpa de acerola submetida a diferentes tratamentos. BA. **Magistra**, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, jul./dez. 2003.

TEIXEIRA, L. A. J.; BATAGLIA, O. C.; BUZETTI, S.; FURLANI JUNIOR, E. Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) – atributos químicos do solo e nutrição da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 27, n. 1, p. 115-119, abr. 2005.

TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 684-689, dez. 2001.

TERADA, M.; WATANABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by

dinitrophenilhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, London, v. 84, p. 604-608, 1978.

VELOSO, C. A. C.; OEIRAS, A. H. L.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S de. Resposta ao abacaxizeiro a adição de nitrogênio, potássio e calcário em Latossolo Amarelo do nordeste paranaense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 396-402, 2001.

VENÂNCIO, J. B.; RODRIGUES, É. T.; SILVEIRA, M. V. da; ARAÚJO, W. F.; CHAGAS, E. A.; CASTRO, A. M. de. Produção, qualidade dos frutos e teores de nitrogênio foliar em maracujazeiro-amarelo sob adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 1, p.11-20, 2013.

VENKATARATMAM, L. Sitaphal and other Annona fruits in India. **Boletim do Farm Inform.** Quit, Dii. Of Ext., New Delhi, n. 54, 36p, 1959.

VIEIRA, V. J. de S.; MELO, J. J. de L.; ROSA JR., C. D. R. M.; SILVA FILHO, A. V. da. **Pinheira (*Annona squamosa*):** cultivo sob condição irrigada. Recife: SEBRAE, 1994. 28p. (Série Agricultura 12).

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabelas de análise de variância e média em relação aos ciclos produtivos da pinheira

Tabela 1A - Resumo da análise de variância para as características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de N ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Características avaliadas	Quadrado Médio				CV (%)
	Ciclo (C) (GL=3)	Nitrogênio (N) (GL=3)	NxC (GL=9)	Resíduo médio (GL=120)	
Número de flores	62,2351*	5,1550*	1,0706 ^{ns}	2,2904	41,13
Massa de flores	1,1705*	0,0072 ^{ns}	0,0817*	0,0126	10,10
Comprimento de flores	1,4573*	0,0811 ^{ns}	0,1468*	0,0514	8,33
Número de brotos	83,1656*	1,4603*	0,1654 ^{ns}	0,2722	13,07
Comprimento de ramos	26.142,5703*	255,1789 ^{ns}	100,3899*	34,1102	18,50
Altura de plantas podadas (cm)	5.955,7428*	106,7255*	5,2346 ^{ns}	47,7206	4,66
Diâmetro da planta podada (cm)	15.858,5091*	344,3770*	33,8653 ^{ns}	200,8500	8,79
Altura da planta com folha	70.458,3386*	607,6088 ^{ns}	212,3324 ^{ns}	129,7998	6,12
Diâmetro da copa	107.623,5906*	1.452,5901*	198,7651 ^{ns}	183,9712	6,97
Diâmetro de tronco (mm)	1.369,7948*	206,0116*	8,8144 ^{ns}	22,8936	6,75
Comprimento de frutos	972,3091*	83,1157*	13,3419*	6,4210	3,67
Diâmetro de frutos (mm)	248,9964*	30,9662 ^{ns}	25,4980*	6,8877	3,77
Massa dos frutos (g)	4.440,2460*	649,6214 ^{ns}	177,9915 ^{ns}	2142,3048	15,30
Número de frutos	6.850,6806*	749,3611*	95,7454 ^{ns}	151,1170	30,26
Percentual de polpa	87,9875*	38,4052 ^{ns}	15,0102 ^{ns}	17,1758	8,38
Percentual de casca	166,9604*	17,8847 ^{ns}	10,1646 ^{ns}	16,1186	10,18
Percentual do engaço	0,7737*	0,1152 ^{ns}	0,0913 ^{ns}	0,0616	15,13
Percentual de sementes	109,5003*	11,5641 ^{ns}	3,1252 ^{ns}	3,2020	18,87
Número de sementes	5.135,9514*	25,8125 ^{ns}	200,7616 ^{ns}	173,8497	18,91
Comprimento do engaço (mm)	730,3544*	59,7101 ^{ns}	18,9772 ^{ns}	29,2302	12,66
Sólidos Solúveis (°Brix) (SS)	48,1287*	31,5351 ^{ns}	8,2230*	3,6558	7,75
Acidez titulável (AT)	0,1064*	0,0017 ^{ns}	0,0030 ^{ns}	0,0033	18,00
SS/AT	11.639,5668*	148,3015 ^{ns}	359,7239 ^{ns}	220,4136	18,21
pH	6,1204*	0,2183 ^{ns}	0,1584 ^{ns}	0,1147	6,18
Açúcar redutor total (mg/100g)	643,1087*	28,1212*	4,4619 ^{ns}	20,3578	19,49
Açúcar redutor (mg/100g)	444,2645*	146,8573*	32,3147 ^{ns}	63,7708	16,61
Vitamina C (mg de Vit C / 100 g da amostra)	116,2806*	6,4715 ^{ns}	5,3889 ^{ns}	4,1626	24,65
Flavonoides (µg/100g)	35,8555*	0,0499 ^{ns}	0,0715 ^{ns}	0,0796	46,95
DPPH (%)	2.771,7840*	264,5045 ^{ns}	182,1687 ^{ns}	246,1945	20,48

* e ns – significativo e não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade, respectivamente; GL = Grau de liberdade

Tabela 2A - Resumo da análise de variância para as características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Características avaliadas	Quadrado Médio				CV (%)
	Ciclo (C) (GL=3)	Potássio (K) (GL=3)	KxC (GL=9)	Resíduo médio (GL=120)	
Número de flores	62,2351*	2,6493 ^{ns}	4,0986 ^{ns}	2,2904	41,13
Massa de flores	1,1705*	0,0083 ^{ns}	0,0101 ^{ns}	0,0126	10,10
Comprimento de flores	1,4573*	0,0742 ^{ns}	0,0871 ^{ns}	0,0514	8,33
Número de brotos	83,1656*	0,3367 ^{ns}	0,1716 ^{ns}	0,2722	13,07
Comprimento de ramos	26.142,5703*	108,9512 ^{ns}	34,3387 ^{ns}	34,1102	18,50
Altura de plantas podadas (cm)	5.955,7428*	263,5532*	10,1913 ^{ns}	47,7206	4,66
Diâmetro da planta podada (cm)	15.858,5091*	143,8272 ^{ns}	74,4827 ^{ns}	200,85	8,79
Altura da planta com folha	70.458,3386*	645,1882*	102,0880 ^{ns}	129,7998	6,12
Diâmetro da copa	107.623,5906*	212,3385 ^{ns}	100,9589 ^{ns}	183,9712	6,97
Diâmetro de tronco (mm)	1.369,7948*	85,6518*	2,8759 ^{ns}	22,8936	6,75
Comprimento de frutos	972,3091*	5,9113 ^{ns}	2,8978 ^{ns}	6,421	3,67
Diâmetro de frutos (mm)	248,9964*	7,9452 ^{ns}	5,4667 ^{ns}	6,8877	3,77
Massa dos frutos (g)	4.440,2460*	85,3631 ^{ns}	274,9595 ^{ns}	2.142,3048	15,30
Número de frutos	6.850,6806*	56,8750 ^{ns}	275,6296 ^{ns}	151,1170	30,26
Percentual de polpa	87,9875 ^{ns}	61,5254 ^{ns}	33,4524 ^{ns}	17,1758	8,38
Percentual de casca	166,9604*	79,8703 ^{ns}	28,5392 ^{ns}	16,1186	10,18
Percentual do engaço	0,7737*	0,0331 ^{ns}	0,0615 ^{ns}	0,0616	15,13
Percentual de sementes	109,5003*	3,3085 ^{ns}	2,5793 ^{ns}	3,202	18,87
Número de sementes	5.135,9514*	44,2431 ^{ns}	249,4144 ^{ns}	173,8497	18,91
Comprimento do engaço (mm)	730,3544*	67,8833 ^{ns}	63,0145*	29,2302	12,66
Sólidos Solúveis (°Brix) (SS)	48,1287*	4,8733 ^{ns}	6,4436 ^{ns}	3,6558	7,75
Acidez titulável (AT)	0,1064*	0,0024 ^{ns}	0,0072*	0,0033	18,00
SS/AT	11.639,5668*	67,3045 ^{ns}	497,6447*	220,4136	18,21
pH	6,1204*	0,0348 ^{ns}	0,0385 ^{ns}	0,1147	6,18
Açúcar redutor total (mg/100g)	643,1087*	21,4692 ^{ns}	14,5343 ^{ns}	20,3578	19,49
Açúcar redutor (mg/100g)	444,2645*	121,0094*	30,9438 ^{ns}	63,7708	16,61
Vitamina C (mg de Vit C / 100 g da amostra)	116,2806*	10,2613 ^{ns}	4,5265 ^{ns}	4,1626	24,65
Flavonoides (µg/100g)	35,8555*	0,0767 ^{ns}	0,0719 ^{ns}	0,0796	46,95
DPPH (%)	2.771,7840*	251,5107 ^{ns}	85,7549 ^{ns}	246,1945	20,48

* e ns – significativo e não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade, respectivamente; GL = Grau de liberdade

Tabela 3A - Médias das características da planta, dos frutos, composição química e compostos bioativos da pinheira, em função dos ciclos produtivos da cultura e aplicação de diferentes doses de N e K₂O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Características avaliadas	Ciclos			
	1º ciclo abr./ago. 2013	2º ciclo out./fev. 2013/2014	3º ciclo abr./ago. 2014	4º ciclo set./dez. 2014
Número de flores	2,69 b	2,70 b	4,65 a	4,68 a
Massa de flores (g)	0,99 c	1,33 a	1,12 b	1,01 c
Comprimento de flores (cm)	2,54 c	2,96 a	2,71 b	2,69 b
Número de brotos	2,62 d	4,46 b	3,28 c	5,60 a
Comprimento de ramos (cm)	9,01 d	46,55 b	14,50 c	56,25 a
Altura de plantas podadas (cm)	134,02 d	146,81 c	151,40 b	160,81 a
Diâmetro da planta podada (cm)	138,09 d	158,03 c	167,44 b	181,40 a
Altura da planta com folha (cm)	147,94 c	220,78 a	158,78 b	217,70 a
Diâmetro da copa (cm)	140,95 d	218,87 b	171,52 c	246,82 a
Diâmetro de tronco (mm)	64,37 c	70,60 b	71,28 b	77,44 a
Comprimento de frutos (mm)	64,37 d	73,88 a	71,84 b	66,26 c
Diâmetro de frutos (mm)	67,42 b	71,22 a	71,94 a	67,95 b
Massa dos frutos (g)	274,39 b	345,74 a	293,76 b	296,28 b
Número de frutos	30,94 b	29,65 b	50,63 a	51,29 a
Percentual de polpa	51,11 a	48,50 b	48,24 b	50,08 ab
Percentual de casca	37,36 c	41,78 a	38,77 bc	39,85 ab
Percentual do engaço	1,65 a	1,70 a	1,76 a	1,46 b
Percentual de sementes	9,89 b	8,02 c	11,42 a	8,61 c
Número de sementes	66,17 bc	69,83 b	83,77 a	59,19 c
Comprimento do engaço (mm)	43,69 a	45,50 a	44,72 a	36,98 b
Sólidos solúveis (SS) (°Brix)	25,14 ab	25,83 a	23,56 c	24,22 bc
Acidez titulável (AT) (% de ácido cítrico)	0,26 c	0,30 b	0,36 a	0,35 a
SS/AT	99,97 a	88,78 b	66,97 c	70,44 c
pH	5,17 c	6,00 a	5,39 b	5,38 b
Açúcar redutor total (mg/100g)	24,15 b	27,41 a	22,42 b	18,62 c
Açúcar redutor (mg/100g)	52,45 a	46,66 b	45,53 b	47,66 b
Vitamina C (mg de Vit C / 100 g da amostra)	8,17 b	8,11 b	10,31 a	6,52 c
Flavonoides (µg/100g)	0,10 b	1,89 a	0,24 b	0,17 b
DPPH (%)	69,20 b	71,36 b	80,77 a	85,17 a

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