

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRANDO EM AGROECOLOGIA

EDUARDO HENRIQUE SANTANA SOUSA

**SUPERAÇÃO DE DESORDEM FISIOLÓGICA E QUALIDADE DE
FRUTOS DE ABACAXI TURIAÇU, EM FUNÇÃO DE BORO E
BIOFERTILIZANTE VIA FOLIAR**

SÃO LUÍS-MA
2015

EDUARDO HENRIQUE SANTANA SOUSA

Engenheiro Agrônomo

**SUPERAÇÃO DE DESORDEM FISIOLÓGICA E QUALIDADE DE
FRUTOS DE ABACAXI TURIAÇU, EM FUNÇÃO DE BORO E
BIOFERTILIZANTE VIA FOLIAR**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
do Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia da Universidade Estadual do
Maranhão, para a obtenção do título de Mestre
em Agroecologia.

Orientador: Prof^o Dr José Ribamar Gusmão
Araújo

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Ana Maria Silva
Araújo

**SÃO LUÍS-MA
2015**

Sousa, Eduardo Henrique Santana.

Superação de desordem fisiológica e qualidade de frutos de abacaxi turiaçu, em função de boro e biofertilizante foliar / Eduardo Henrique Santana Sousa.– São Luís, 2015.

73 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2015.

Orientador: Prof. José Ribamar Gusmão Araújo.

1.*Ananas comosus* var. *Comosus* L. (Merril). 2.Lesões corticosas. 3.Micronutrientes. 4.Adubação borácica. 5.Adubação orgânica. I.Título

CDU: 634.774

EDUARDO HENRIQUE SANTANA SOUSA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof^o Dr. José Ribamar Gusmão Araújo
Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Ana Maria Silva Araújo

Aprovado em 27/03/2015

Comissão examinadora:

Prof^o Dr. José Ribamar Gusmão Araújo (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof^o. Dr. Heder Braun
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof^a Dr^a. Mariléia Barros Furtado
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

São Luís-MA
2015

*Dedico a todos os agricultores e
pesquisadores do abacaxi Turiacu!*

AGRADECIMENTO

À Deus, pela presença constante em minha vida, sem que eu precise pedir. Por me conceder a cada novo dia força, esperança e fé e, por sempre está presente em meu coração em todos os momentos de minha vida, me auxiliando nas minhas escolhas e me confortar nas horas difíceis.

Aos meus pais Carlos João Lisboa Sousa e Maria do Carmo Santana Sousa por me darem a referência de vida.

Ao meu orientador Dr. José Ribamar Gusmão Araújo, pela confiança que demonstrou a minha pessoa, ao ter me confiado este trabalho, por seu apoio e inspiração na consolidação dos meus conhecimentos que tiveram como fruto esta dissertação.

A minha co-orientadora Dr^a Ana Maria Silva Araújo, por estar disponível sempre que necessário.

A Dr^a Mariléia Barros Furtado, por sua grande ajuda na confecção da dissertação. Ao Dr. Heder Braun, pela valiosa ajuda com as análises estatísticas e escrita da dissertação. E não menos importante a o Dr. Fabrício de Oliveira Reis pela inestimável colaboração no início e final da confecção desta dissertação.

Aos meus amigos e parceiros de trabalho Msc. Rozalino Antônio Aguiar Júnior, Eng^{os} Afonso Manoel Silva Chaves, Rafael Ramos Silva, Marcelo Marinho Viana, pelo auxílio e apoio em todas as etapas deste trabalho.

A todos os meus amigos do programa de pós-graduação em agroecologia e do curso de engenharia agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão

*É da semente que brota o sorriso daqueles
que tiram da terra o sustento da humanidade!*

Ilka Macedo
Instituto CAATINGA

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. Situação da abacaxicultura no brasil	16
2.2. Aspectos da abacaxicultura no maranhão	17
2.3. Fruticultura no contexto da agricultura familiar.....	18
2.4. Deficiências nutricionais e desordens fisiológicas em abacaxizeiro	19
2.5. Absorção foliar e metabolismo dos nutrientes	20
2.5.1. Absorção e metabolismo do B na planta	20
2.5.2. Boro no solo	22
2.6. Adubação foliar em abacaxizeiro	23
2.6.1. Formas de aplicação, produtos e doses.....	23
2.6.2. Uso de biofertilizantes	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Localização e caracterização da área da pesquisa	25
3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	26
3.3. Análise estatística	27
3.3. Preparo do solo e plantio	27
3.4. Características avaliadas	29
3.4.1. Determinações do teor de nutrientes na folha “D”	29
3.4.2. Avaliação de plantas	30
3.4.3. Colheita.....	32
3.4.4. Avaliação da incidência de lesões corticosas	32
3.4.5. Biometria de frutos	33
3.3.6 Características físicas e químicas de frutos	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Concentração foliar de macro e micronutrientes	37
4.2. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o desenvolvimento das plantas	46

4.3. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre a produção e qualidade dos frutos	51
4.4. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o número e tipo de lesões na casca	56
4.5 Correlação entre número de lesões e a qualidade do fruto	63
5. CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Precipitação e temperaturas médias mensais, do município de Turiaçu - MA de janeiro 2012 a dezembro 2013.....	22
FIGURA 2 - Esquema da parcela experimental.	24
FIGURA 3 - Avaliação biométrica de partes vegetativa de plantas de abacaxi ‘Turiaçu’: A – altura de plantas; B - envergadura; C, D – Comprimento do pedúnculo e número de folhas; E – diâmetro do caule e F - diâmetro pedúnculo.....	27
FIGURA 4 - Fruto no estágio de maturação - E2 adotado na colheita.	28
FIGURA 5 - Exemplos de LCT (círculo vermelho), e LCS elipses amarelas..	29
FIGURA 6 - Corte de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ para análises laboratoriais	35
FIGURA 7 - Análises biométricas e físico-químicas de abacaxi ‘Turiaçu’: A – Massa de frutos; B – massa de coroa; C – comprimento fruto sem coroa; D – comprimento coroa; E – diâmetro fruto; F – pH; G - Sólidos solúveis totais e H – Acidez titulável.....	36
FIGURA 8 - Efeito fitotóxico de boro em folha de abacaxi cv. Turiaçu - “Mancha oleosa”.	46
FIGURA 9 - Frequência percentual de LCT total em frutos de abacaxi Turiaçu em função dos tratamentos: A – sem B, B – B mineral aplicado aos 4 meses, C – B aplicado aos 8 meses, D – B aplicado aos 12 meses, E - B aplicado aos 4, 8 e 12 meses, e F – B via biofertilizante aplicado aos 4,8 e 12 meses.	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultado das análises químicas do solo, na camada de 0-20 cm, da área experimental em Turiaçu - MA, 2014.	23
TABELA 2 - Resultado da análise física do solo, na camada de 0-20 cm, da área experimental em Turiaçu - MA, 2014.	23
TABELA 3 - Tratamentos à base de B e biofertilizante aplicados em diferentes fases vegetativas da planta.	33
TABELA 4 - Valores médios da biometria de folha “D”, número de folhas e de filhotes de abacaxi cv. Turiaçu... ..	34
TABELA 5 - Valores médios de massa fresca e seca de folha D.....	36
TABELA 6 - Valores médios da avaliação biométrica das plantas de abacaxi Turiaçu.. ..	38
TABELA 7 - Valores médios das variáveis de qualidade física, rendimento de polpa e produtividade de abacaxi Turiaçu.	39
TABELA 8 - Valores médios das variáveis de qualidade física dos diâmetros do fruto e comprimentos do fruto e da coroa do abacaxi Turiaçu.	41
TABELA 9 - Valores médios de acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (SST/AT) e pH.....	42
TABELA 10 – Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS) na base e no ápice dos frutos de abacaxi Turiaçu, em função da aplicação de B foliar.	44
TABELA 11 - Valores médios do número de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS) percentagem de redução de lesões na casca de frutos inteiro de abacaxi Turiaçu, função da aplicação de B foliar.....	46
TABELA 12 - Coeficientes de correlação linear simples (r) entre variáveis físico-químicas e de número de lesões dos frutos, (SST) Teor de sólidos solúveis totais, (AT) Acidez titulável, relação SST/AT, (pH) Proporção de hidrogênio, (B. CORT) Lesão corticosa na base do fruto, (B. SUP) Lesão superficial na base do fruto, (A. CORT) Lesão corticosa no ápice do fruto, (A SUP) Lesão superficial no ápice do fruto.....	50
TABELA 13 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da porção aclorofilada da folhas D de abacaxi Turiaçu.....	53

TABELA 14 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da porção clorofilada da folha D de abacaxi Turiçu.....	56
--	-----------

RESUMO

A presente pesquisa tem o objetivo de avaliar a redução dos sintomas da lesão corticosa e melhoria geral da qualidade do fruto de abacaxi Turiaçu, em função da aplicação foliar de B na forma mineral e via biofertilizante. O trabalho foi conduzido no município de Turiaçu-MA. Os tratamentos constaram da aplicação foliar de B mineral e biofertilizante na concentração de 0,3 %, conforme esquema: Testemunha (sem B); B aplicado 4 meses após plantio; aplicado 8 meses; aplicado 12 meses; aplicado aos 4, 8 e 12 e biofertilizante aplicado aos 4, 8 e 12. O delineamento foi em blocos ao acaso, com 4 repetições e 6 tratamentos, relativos à aplicação de B. Os dados foram submetidos à ANOVA, pelo teste F e as médias comparadas por testes de média ao nível de 5%. Análises de correlações foram estabelecidas para buscar explicar relações de causa e efeito. As plantas e os frutos foram avaliados em suas características químicas e nutricionais, de crescimento, quantidade das lesões. A aplicação de boro via ácido bórico aos 4, 8 e 12 meses reduziram o número de lesões corticosas superficiais. A aplicação de boro via ácido bórico aos 4, 8 e 12 meses proporcionou os maiores teores de boro tanto na parte clorofilada quanto na parte aclorofilada da folha D. A aplicação de boro, via ácido bórico e via biofertilizante, e nas doses e condições experimentais, não reduziram o número de lesões corticosas típicas. A aplicação de boro, via ácido bórico e via biofertilizante, e nas doses e condições experimentais, não influenciaram nas características químicas e físicas dos frutos, vegetativas e reprodutivas da planta exceto a relação comprimento/largura de folha D.

Palavras-chave: *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril). lesões corticosas. micronutrientes. adubação borácica. adubação orgânica.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the reduction of symptoms of cork injury and general improvement in the quality of Turiaçu pineapple fruit, depending on foliar application of B in mineral form and via bio-fertilizer. The work was conducted in the municipality of Turiaçu-MA. The treatments consisted of foliar application of B mineral and biofertilizer at a concentration of 0.3%, according to the scheme: control (no B); B applied four months after planting; applied eight months; applied 12 months; applied at 4, 8:12 and biofertilizer applied at 4, 8 and 12 months. The design was a randomized blocks, with 4 replicates and 6 treatments on the application of B. The data were submitted to ANOVA, the F test and means were compared by testing the average level of 5%. Analysis of correlations have been established to seek to explain cause and effect. Plants and fruits were evaluated on their chemical and nutrition, growth, number of lesions. The application of boric acid to boron via the 4, 8 and 12 months reduced the number of lesions corticosas surface. The application of boric acid to boron via the 4, 8 and 12 months reduced the number of lesions corticosas surface. The application of boric acid to boron via the 4, 8 and 12 months gave the highest levels of boron in both chlorophyllated as part of the sheet in aclorofilada D. Application of boron, boric acid via biofertilizer and route, and the doses and experimental conditions , did not reduce the number of typical corticosas injuries. The application of boron, boric acid and route via biofertilizer, and the doses and experimental conditions, did not affect the chemical and physical characteristics of fruits, vegetative and reproductive plant except the length / width ratio foil D.

Key words: *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril). corticous lesions. micronutrients. fertilization will Boron. Organic fertilization .

1. INTRODUÇÃO

A espécie cultivada de abacaxi [*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill] pertence a ordem Bromeliales, família Bromeliaceae, subfamília Bromelioideae. A classificação taxonômica de abacaxi considera as características morfológicas, bioquímicas e variação molecular, distribuição geográfica e biologia de reprodução (BARTHOLOMEW et al., 2003). Com 2794 espécies entre 56 gêneros, de acordo com Luther (2008), esta é a maior família cuja distribuição natural é restrita ao Novo Mundo.

O B é absorvido pela planta como ácido bórico [(B(OH)₃)] e, provavelmente, como ânion borato [(B(OH)₄⁻)] a valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). No entanto, a utilização contínua de adubação química pode gerar uma deterioração do solo e ocasionar acúmulo de metais pesados nos tecidos da planta, afetando o valor nutricional das frutas e sua aceitabilidade comercial (SHIMBO et al., 2001). Outra forma de provisão de nutrientes é o biofertilizante de esterco líquido, obtidos a partir de processos anaeróbios, têm surgido como um importante componente do sistema de fornecimento integrado de nutrientes (AULAR et al., 2014).

De acordo com Boaretto e Rosolem (1989), a adubação foliar tem como objetivo complementar a nutrição realizada via solo ou substrato e suprir, em quantidade e qualidade, as necessidades nutricionais das plantas, além de possibilitar a correção mais rápida de determinadas deficiências. No caso do abacaxi Turiaçu, que é cultivado em regime de agricultura familiar e em processo de sistematização do sistema de produção (ARAUJO et al., 2011), verifica-se a elevada ocorrência de um problema que se apresenta mais pronunciado nessa cultivar, que afeta a qualidade comercial dos frutos. Refere-se a uma desordem fisiológica possivelmente associada a deficiência de boro (B), que causa a exudação de excrescência corticosa na casca que pode evoluir para fendilhamento entre os frutinhos.

Devido ao já estabelecido domínio de técnicas de plantio e condução da cultura de abacaxi, produtores tem buscado formas de melhorar a qualidade de seus produtos bem como seu rendimento comercial. Dentre as técnicas utilizadas com a finalidade de melhoria de qualidade de frutos bem como redução de perdas, a adubação foliar com micronutrientes tem sido uma alternativa preconizada (Castro, 2009).

Atualmente, há certa conscientização por parte dos agricultores quanto ao

uso de micronutrientes, estes têm sido extensivamente aplicados em pulverizações foliares com bom resultado (CASTRO, 2009). É conhecida a grande importância da adubação com micronutrientes na qualidade dos frutos; porém, pouco se sabe sobre os efeitos dos micronutrientes nas características do abacaxi, (AMORIM et al., 2013). Tendo em vista, principalmente a adubação com B foliar via ácido bórico e biofertilizante, acredita-se que este manejo, possa ter alguma influência na redução dos sintomas da lesão corticosa na casca do fruto do abacaxi Turiçu.

Portanto, em face dessas evidências relacionando a qualidade do fruto à boa nutrição com B. A presente pesquisa tem o objetivo de avaliar a redução dos sintomas da lesão corticosa e melhoria geral da qualidade do fruto de abacaxi Turiçu, em função da aplicação foliar de B na forma mineral e via biofertilizante.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Situação da abacaxicultura no Brasil

O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de abacaxi mundial com 2.478.178 MT (Metric Ton) (FAOSTAT, 2013). O rendimento médio de um hectare de abacaxi, em 2012, foi de 25.919 kg/ha, e a região que mais produziu abacaxi foi a Nordeste com 614.235 toneladas, sendo o estado da Paraíba o maior produtor com 294.640 toneladas (IBGE, 2012). Cerca de 53% da produção brasileira é destinada ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas. Existe hoje um mercado externo potencialmente acessível à fruticultura brasileira de 28,3 milhões de toneladas. Esse é o panorama da exportação brasileira segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2010).

Independentemente da sua importância econômica, a cultura do abacaxi merece destaque pela sua condição de atividade absorvedora de mão-de-obra no meio rural, contribuindo para a geração de empregos, podendo absorver até 50 pessoas ha⁻¹ por ocasião da colheita (REINHARDT et al., 2000).

Em detrimento da sua importância, a produtividade brasileira dessa cultura ainda é considerada baixa (25 t ha⁻¹ a 35 t ha⁻¹), quando comparada com países produtores que têm alcançado produtividades entre 45 t ha⁻¹ e 55 t ha⁻¹. Fatores ambientais adversos, problemas fitossanitários, práticas culturais inadequadas, organização incipiente dos produtores, dentre outros, tem contribuído para a baixa produtividade da abacaxicultura nacional (REINHARDT et al., 2000).

Dados de 2010 informam que, no Brasil, a área plantada cresceu de 76.126 hectares em 2009 para 86.228 hectares em 2010, representando um aumento de 13,27% e que a produção, em 2009 foi de 1.477.675 mil frutos e as variedades mais cultivadas foram Perola e 'Smooth Cayenne' (IBGE, 2010). Os principais compradores de suco concentrado e de fruto *in natura* do Brasil são a Argentina, Uruguai, Países Baixos e Estados Unidos.

Atualmente, as cultivares de abacaxi que mais se destacam no Brasil, são Smooth Cayenne e sobretudo a Pérola, sendo que ambas são suscetíveis à fusariose, que pode ser considerada a principal razão das perdas nas áreas plantadas no Brasil (SANTOS, 2013). Uma das potenciais soluções está na utilização nas lavouras de mudas com uma excelente qualidade sanitária, entretanto, outro cenário vem sendo discutido atualmente: a utilização de cultivares resistentes, pois estas podem ser mais

eficientes, tendo em vista fatores como economicidade e eficiência no controle da doença. Na última década novas cultivares foram lançadas, como a BRS-Vitória (VENTURA et al., 2009), a BRS-Imperial (CABRAL e MATOS, 2005) e a BRS-Ajubá. A „Gold“ ou MD-2, desenvolvida no Havaí, foi introduzida no Brasil sendo encontrada em alguns estados, como Ceará e Espírito Santo.

À exceção da cultivar Gold, cuja produção é voltada para o mercado de exportação, o incremento de áreas plantadas com as novas cultivares é lento, principalmente pelo alto custo de implantação de novos materiais, geralmente obtidos por micropropagação (SANTOS et al., 2013).

2.2. Aspectos da abacaxicultura no maranhão

O Maranhão ocupa a quarta posição em produção e área de abacaxi no Nordeste, com 1.211 ha, representando 5,6 % da área do Nordeste, sendo em sua maioria correspondente a produção do abacaxi ‘Pérola’, na região central do estado, que por sua vez responde por 35 % da área cultivada no país (IBGE, 2012). O rendimento médio da cultura no estado é de 19.350 kg.ha⁻¹, contra 27.747 Kg.ha⁻¹ do Nordeste (IBGE, 2012). O rendimento médio de um hectare de abacaxi, em 2012, foi de 25.919 kg.ha⁻¹, a região que mais produziu abacaxi foi a Nordeste com 614.235 toneladas, sendo o estado da Paraíba o maior produtor com 294.640 toneladas (IBGE, 2012).

No Maranhão é mais tradicional o cultivo da variedade “Pérola” onde nos municípios de São Domingos e Barra do Corda respondem por 64% da área cultivada e a 62% da produção estadual (ARAUJO et al, 2004). O abacaxi Turiaçu é cultivado exclusivamente no município de Turiaçu, localizado na microrregião do Gurupi, sofrendo forte influência do clima amazônico (ARAUJO et al., 2004). O plantio é basicamente familiar com baixo emprego de tecnologias.

A cultivar Turiaçu plantada na região noroeste do estado, apresenta grande valor comercial e sua importância é devido a inigualável qualidade do fruto que ao que tudo indica é resultado da combinação de três fatores: a genética superior da variedade, a relativa riqueza química do solo em nutrientes minerais como potássio e magnésio e a boa adaptação ao microclima local que propicia a maturação dos frutos em pleno período seco do ano, com baixa umidade relativa e temperaturas elevadas, produzindo frutos de sabor doce agradável (ARAUJO et al., 2012).

No ano de 2013 o município de Turiaçu plantou e colheu 168 hectares de abacaxi, com uma densidade média de 21.161 frutos hectare⁻¹ com um rendimento médio de R\$ 3.093,00 por produção, considerando que cada produtor plantou em média 0,10 hectares, com produção de 2.255 frutos (IBGE, 2014).

2.3. Fruticultura no contexto da agricultura familiar

As espécies frutíferas constituem uma importante fonte de alimento, principalmente, para a população rural. As investigações sobre o uso de espécies de fruteiras nativas com fins alimentares confirmam o conhecimento das populações e a preferência por espécies predominantes conforme a ocorrência na região (GOMES, 2005).

Em regiões tropicais e subtropicais do mundo, existem aproximadamente, 950 espécies frutíferas onde a região amazônica possui um grandioso potencial de recursos genéticos dessas espécies frutíferas. Muitas delas ainda são pouco conhecidas quanto ao potencial de exploração econômica e sua contribuição para a melhoria da dieta alimentar (ARAUJO et al., 2006). De acordo com Carvalho et al., (2002) a exploração de fruteiras nativas no Nordeste do Brasil ocorre na maioria das vezes de forma extrativista, em razão da falta de conhecimento de quem as utiliza, pois muitos não têm noção do que são recursos genéticos e da importância da conservação de germoplasma.

No Estado do Maranhão tem-se uma rica diversidade de fruteiras o que confere um potencial de aproveitamento comercial grandioso que pode contribuir para que as fruteiras nativas venham crescendo em importância e despertando o interesse dos produtores e agroextrativistas, pois permite a geração de emprego e renda durante todo o ano, haja vista a grande demanda de frutas tanto para o mercado interno quanto externo (PEREIRA, 2006).

O Bacuri (*Platonia insignis* Mart.), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum), Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Abacaxi Turiaçu (*Ananas comosus* (L.) Merrill), Tanjaroa (*Citrus reticulata* Blanco), Murici (*Birsonima crassifolia* (L.) Rich.), Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), Cajazinho (*Spondias mombin* L.) e o Maracujzinho do Mato (*Passiflora laurifolia* L.) são exemplos desse quadro de rica diversidade de fruteiras de ocorrência natural no Estado que são pouco conhecidas e apresentam pouca ou nenhuma importância, ficando restritas à exploração agroextrativista e de baixo rendimento (GOMES, 2005; ARAUJO et al., 2006).

No Brasil, o abacaxi é explorado economicamente na maioria dos estados, gerando emprego, renda e movimentando a economia do país. Porém, as tecnologias existentes estão concentradas nas mãos de produtores localizados na região Sudeste ou daqueles que possuem um maior poder aquisitivo. Contrariamente, o produtor familiar explora a cultura de forma rústica e tradicional, fato este que ocasiona baixas produtividades e renda aos produtores (observação pessoal).

Segundo Almeida (2000), em razão do sistema tradicional praticado pelos pequenos agricultores, a produtividade do abacaxi Turiaçu é considerada baixa e ocupou em 2005, uma área ao redor de 150 ha, onde os agricultores utilizam técnicas de plantios dos seus antepassados, com espaçamento indefinido, denominado “tacuruba”. O referido autor, pela primeira vez identificou as dificuldades de manejo do sistema de produção e enalteceu a boa qualidade dos frutos, já confirmadas pelos produtores e consumidores.

2.4. Deficiências nutricionais e desordens fisiológicas em abacaxizeiro

Quando um nutriente está em deficiência, a planta expressa esse desequilíbrio por sintomas visuais que se manifestam, principalmente, por meio de alterações foliares, como na coloração, no tamanho e outras, uma vez que este é o órgão da planta em plena atividade fisiológica e bioquímica. Os sintomas podem ocorrer nos frutos e reduzir não só a produtividade como também o valor comercial (RAMOS et al., 2009).

O Boro é um nutriente cuja deficiência causa a paralização ou inibição do crescimento do meristema da parte aérea e das raízes (COELHO, 2007a). Esse menor crescimento meristemático está relacionado à necessidade de B para a síntese de bases nitrogenadas, como a uracila, que é componente essencial do RNA que, por sua vez, é indispensável na formação dos ribossomos que têm 50% de ácido ribonucleico em sua composição (MALAVOLTA, 1997).

Segundo Ramos (2009) os sintomas de deficiência de B nos frutos de abacaxi, acarreta uma deterioração do sistema vascular da planta, as folhas das plantas deficientes ficam mais espessas, apresentam aspecto coriáceo e as mais novas podem ser retorcidas, além de formação na folha da coroa e a formação de excrescência corticosa e de rachaduras entre frutinhos. Siebeneichler et al., (2008a), afirma que a deficiência de B em plantas de abacaxizeiro ‘Pérola’ levou em alguns casos a não formação de coroa para esta cultivar.

Para a cultivar Smooth Cayenne, existem informações sobre os teores adequados de nutrientes, evitando que deficiências causem baixa produtividade e pior qualidade dos frutos, além de excessos, causando desperdícios e perigos à qualidade ambiental. Tais informações são necessárias para outras cultivares e para alguns novos híbridos que têm exigências nutricionais diferentes (RAMOS et al., 2011).

2.5. Absorção foliar e metabolismo dos nutrientes

2.5.1. Absorção e metabolismo do B na planta

Nas pesquisas bibliográficas de Soares e Alleoni (2005) foi verificado que o B disponível para as plantas encontra-se na solução do solo como ácido bórico em condições de pH neutro, formando complexos com Ca ou ligado a compostos orgânicos solúveis, forma em que este nutriente é absorvido pela planta. Estes mesmos autores constataram em sua revisão que as formas de B disponível para as plantas no solo representam uma fração muito pequena do B total, com teores em torno de 0,1–3,0 mg kg⁻¹.

Hoje, aceita-se a penetração de solutos tanto pela cutícula, quanto pelos estômatos, independente da via, o íon para atingir a plasmalema terá de atravessar a cutícula ou a parede celular que têm cargas negativas, permitindo o livre transito de ânions, limitando-se apenas pelo tamanho das moléculas, ao passo que cátions têm sua passagem liberada apenas quando os sítios de ligação estão saturados (ROSOLEM, 2002).

Castro (2009) explica que a absorção foliar se dá em três estágios, o primeiro as substâncias aplicadas na folha penetram na cutícula e na parede celusósica por via limitada ou difusão livre; no segundo, tais substâncias estando no espaço livre, são adsorvidas na superfície da membrana plasmática, por alguma forma de ligação; e no terceiro estágio, as substâncias são absorvidas dentro do citoplasma num processo que exige energia metabólica.

Adubação foliar tornou-se recentemente importante, devido ao fornecimento total, quando se refere a micronutrientes. Existem vários fatores que contribuem para a utilização de pulverizações foliares contendo micronutrientes, tais como a anatomia da planta, os tipos e formulações de sais, a presença de parênquima aquífero nas folhas e redução de custos. Os solos tropicais são naturalmente pobres em matéria orgânica, o que normalmente resulta em uma deficiência de micronutrientes que pode

ser eficientemente corrigida por pulverização foliar, enquanto a aplicação de nutrientes no solo nem sempre fornecem resultados satisfatórios, devido o curto limite entre deficiência e toxicidade (MAEDA et al., 2011).

Dordas et al., (2001) estudando sobre a mobilidade do B na planta constataram que este elemento se liga a compostos que apresentam a configuração cis-diol. Estes compostos são itóis (álcoois de açúcar) como: sorbitol (macieira), manitol (brócolis) e dulcitol. Os itóis são considerados compostos de estoque formados durante o processo fotossintético e transportados pelo floema em plantas superiores, sendo utilizados na nutrição heterotrófica e na osmorregulação (Loescher et al., 1995). O B se moveria, portanto, ligado a esses itóis.

Siebeneichler et al., (2005) cultivaram mudas de abacaxizeiro cultivar ‘Pérola’, e constataram que o conteúdo de B acompanhou a variação da massa seca das plantas, sendo que o B contido em folhas jovens (29,8% do B total da planta) proveio das folhas mais velhas, cujo conteúdo diminuiu significativamente, confirmando a alta mobilidade do B em plantas de abacaxi ‘Pérola’.

Segundo Furlani (2004), o B é absorvido pelas plantas preferencialmente na forma molecular, sem carga (H_3BO_3). Siebeneichler et al., (2005) verificaram que o B aplicado via foliar em plantas de abacaxizeiro foi absorvido e transcolado para folhas mais novas, provavelmente devido ao fato desta espécie ser produtora de sorbitol e manitol.

Ao contrário das espécies produtoras de sorbitol, a mobilidade do B nas folhas das espécies não produtoras é muito limitada; provavelmente, esse fato explique a razão de essas espécies apresentarem baixa resposta à aplicação foliar de B como observaram Boaretto et al., (2004) e Boaretto (2006) em plantas cítricas.

A formação de novas folhas, as reduções do teor e do conteúdo de B em folhas mais velhas, o aumento do conteúdo nas folhas mais novas e a ausência de sintomas de deficiência em plantas mantidas em solução nutritiva sem B confirmam que este micronutriente é móvel em plantas de abacaxi ‘Pérola’ (SIEBENEICHLER et al., 2005).

As aplicações de FTE-12 e adubação foliar influenciaram significativamente na extração de B pela parte aérea do abacaxizeiro cv. ‘Vitória’, sendo que aos 180 dias após plantio (DAP), esse comportamento se apresentou com taxas maiores comparado aos 90 DAP, nas duas formas de adubação (FEITOSA et al., 2011).

2.5.2. Boro no solo

O teor de B na crosta terrestre é de aproximadamente 10 mg kg^{-1} , apresentando-se combinado como bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Em revisão feita pelos mesmos autores, o teor de B total nos solos é variável; os teores variam entre 3 e 100 mg kg^{-1} , com valores médios entre 10 e 20 mg kg^{-1} , em geral, os solos de regiões costeiras contêm entre 10 e 50 vezes mais B que os demais solos, o que se deve à origem marinha.

Quando o boro é liberado dos minerais do solo, mineralizado da matéria orgânica ou adicionado ao solo por meio de irrigação, fertilização ou descarte de resíduos, parte do elemento permanece na solução do solo e parte é adsorvida pela fase sólida do solo (SOARES e ALLEONI, 2005). Na fase sólida do solo, o B é encontrado em três formas: nos minerais silicatados e adsorvido em argilominerais, na matéria orgânica e nos hidróxidos de Al e Fe (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Óxidos e hidróxidos de Fe e Al são importantes componentes de solos altamente intemperizados dos trópicos úmidos e adsorvem grandes quantidades de boro (SOARES e ALLEONI, 2005).

Diversos fatores influenciam a disponibilidade de B do solo. Sua fixação pelo solo depende do pH, sendo máxima em pH entre 8 e 9. A mineralização da MO constitui-se em uma fonte importante de B para a planta. A textura do solo também tem sua influência, já que em solos de textura arenosa o B pode ser facilmente lixiviado, enquanto naqueles de textura argilosa sua mobilidade é praticamente nula. Assim, as aplicações de B em solos argilosos proporcionam perdas praticamente nulas, ao contrário do que ocorre nos solos arenosos (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

Em geral, o B solúvel encontra-se nas camadas superficiais dos solos bem drenados, ligado à matéria orgânica do solo, o que em condições de períodos de seca, pode dificultar a absorção do B pelas plantas. Deve-se considerar, também, que em condições de excesso de calagem pode ocorrer redução na disponibilidade de B (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

2.6. Adubação foliar em abacaxizeiro

2.6.1. Formas de aplicação, produtos e doses

Atualmente, vários são os fatores que influenciam na aplicação de defensivos e fertilizantes foliares, entre os quais as próprias recomendações dos fabricantes de equipamentos de pulverização, a geração das gotas, o tipo de alvo e a adequação dos pulverizadores (CHAIM, 2009). Em se tratando de aplicação de adubos foliares em propriedades familiares, outra questão a ser tratada é qual equipamento foi utilizado, e como em sua grande maioria estes agricultores possuem pequenas propriedades, o equipamento mais viável, tanto do ponto de vista financeiro, quanto logístico, são os pulverizadores costais.

Os principais produtos utilizados na adubação foliar: Cloreto de Zinco – $ZnCl_2$, 28% de Zn; Sulfato de cobre - $CuSO_4 \cdot xH_2O$, 24% de Cu; Sulfato ferroso $FeSO_4 \cdot xH_2O$ – 19% de Fe; Fosfito de manganês – $Mn(H_2PO_3)_2$, 8% de Mn; Ácido bórico – H_3BO_3 , 17% de B (CASTRO, 2009).

As doses de micronutrientes usualmente recomendadas para o abacaxizeiro nos países produtores variam de 1 a 6 kg/ha para Zn, 1 a 10 kg/ha para Cu, 1 a 3 kg/ha para Fe, 1 a 2,5 kg/ha para o Mn e 0,3 a 2 kg/ha para o B (SOUZA, 2007). Recomenda que a concentração de borax em pulverização foliar seja de 0,3 % (REINHARDT et al., 2000).

2.6.2. Uso de biofertilizantes

A aplicação de adubos orgânicos, que são feitas a partir de esterco de animais ou outros resíduos agrícolas, contribui para a sustentabilidade do agroecossistema, além de geralmente ser usado para melhorar a estrutura e estabilidade do solo, e particularmente melhorar o rendimento e a qualidade das plantas (MARZOUKA e KASSEM, 2011)

A obtenção dos biofertilizantes é feita pela transformação aeróbica ou anaeróbica que varia em composição de acordo com a diluição empregada e o material utilizado, onde são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e também metabólitos e quelatos, organominerais em soluto aquoso (PEREIRA et al., 2010).

O uso de biofertilizantes foliares é uma prática que está sendo cada vez mais utilizada pelos produtores, que utilizam materiais alternativos como esterco de

animais, materiais vegetais e sais minerais na sua formulação (PEREIRA et al., 2010).

Em cultivos de olerícolas pode ser uma alternativa importante para o fornecimento de nutrientes, especialmente para as culturas de ciclo e relativamente curto. Além de ricos em nutrientes, os biofertilizantes possuem compostos bioativos (PEREIRA et al., 2010), que variam em composição, dependendo do material empregado. Em sua Pereira et al., (2010), os biofertilizantes possuem quase todos os macro e micro elementos necessários à nutrição vegetal.

Evidenciado a riqueza de elementos e substâncias, Baldotto et al., (2009), verificaram que ácidos húmicos oriundos de vermicomposto e de torta de filtro promoveram o crescimento vegetal de plantas originadas de cultura in vitro de abacaxizeiro 'Vitória', na fase de aclimação, uma vez que foram observados incrementos no crescimento da parte aérea, do sistema radicular e nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg, além de resultar em aumento da relação clorofila a/clorofila b, além do que, os ácidos húmicos isolados de vermicomposto se mostraram mais bioativos que os de torta de filtro, já que promovem o crescimento vegetal de plantas de abacaxizeiro com menor dose aplicada.

A aplicação do biofertilizante na cultura da alface crespa cv. Verônica proporcionou aumento nos parâmetros fitotécnicos quando aplicado na concentração de 20%, mostrando ser a concentração mais recomendada para todos os caracteres avaliados (PEREIRA et al., 2010).

Nesse contexto, o uso do biofertilizante bovino na forma líquida tem sido empregado em diversas culturas não apenas como fertilizante, mas também por exercer efeitos fitohormonais, bacteriostáticos, fungistáticos, nematicidas (CAMPOS et al., 2008). Além dessas propriedades, têm a vantagem de não ser prejudicial aos inimigos naturais (CAMPOS et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área da pesquisa

O experimento foi conduzido na Comunidade Rural de Serra dos Paz, localizado a 18 km do município de Turiaçu - MA, situado na microrregião do Gurupi, noroeste do estado, com coordenadas geográficas de latitude $01^{\circ} 38' 58,6''$ e longitude $45^{\circ} 29' 25,9''$. O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo Aw', semi-úmido (LABGEO, 2010). A temperatura média no período do experimento foi de $27,5^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de 78,2% e precipitação média anual de 1535,5 mm (INMET, 2014) (Figura 1).

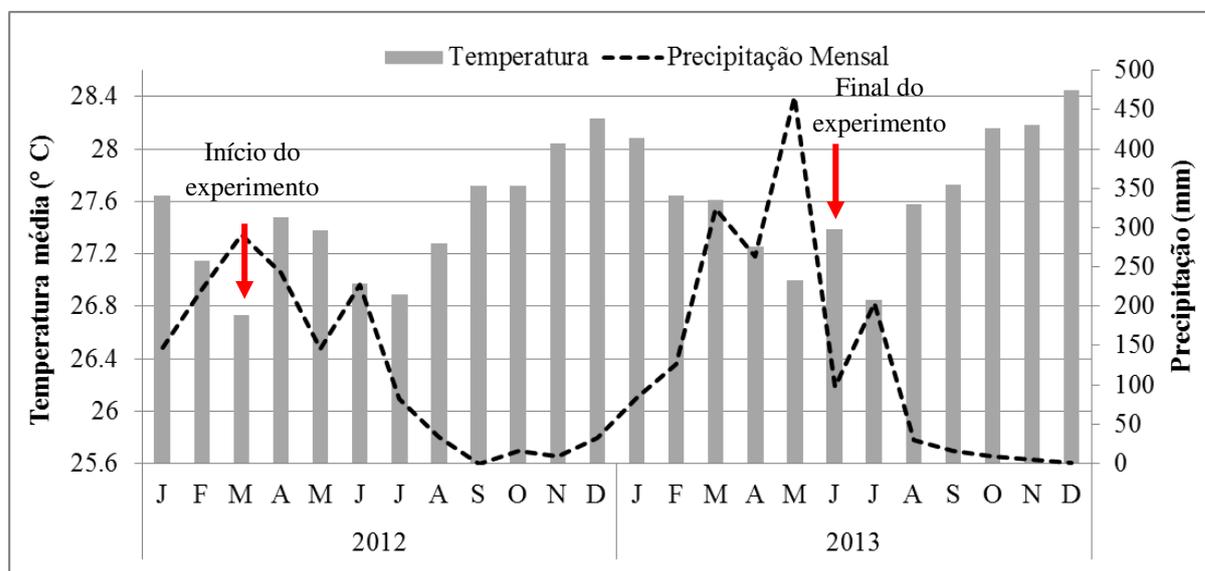


Fig. 1. Precipitação e temperaturas médias mensais, do município de Turiaçu - MA de janeiro 2012 a dezembro 2013.

O cultivo de abacaxi no município ocorre principalmente nas comunidades de Serra dos Paz e Banta, sobre Plintossolos (solos concrecionários - apresentam petroplintita em um ou mais horizontes com espessura insuficientes para caracterizar horizonte concrecionário), ricos em argila 2:1, plintita e petroplintita, com superfície coberta de cascalhos, com boa drenagem nas áreas altas e em sua maioria de baixa fertilidade.

Para avaliar a fertilidade da área experimental, foram retiradas amostras de solo na camada de 0 – 20 cm, com auxílio de trado, para caracterização química (Tabela 1) e física (Tabela 2) do solo.

Tabela 1

Resultado das análises químicas do solo, na camada de 0-20 cm, da área experimental em Turiagu – MA.

M.O	pH	P	B	K	Ca	Mg	H+al	Na	Al	SB	CTC	C	V
g.dm ⁻³	CaCl ₂	mg.dm ⁻³	-----mmol _c .dm ⁻³ -----					-----%-----					
41	5,1	3	0,38	0,8	33	0	33	1,7	0	35,5	66,8	2,35	53,1

Tabela 2

Resultado da análise física do solo, na camada de 0-20 cm, da área experimental em Turiagu – MA.

Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Silte/argila	Textura
-----%-----					
18	33	28	21	1,33	Franco

3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O Experimento constou de seis tratamentos referentes a aplicação de boro foliar e biofertilizante, delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da aplicação foliar de boro (B) mineral na concentração de 0,72 % (do elemento B), na forma de ácido bórico e biofertilizante bovino, ambos pulverizados em diferentes fases vegetativas da planta, conforme esquema abaixo.

Tabela 3

Tratamentos à base de B e biofertilizante aplicados em diferentes fases vegetativas da planta.

Tratamentos	Descrição
Controle	Testemunha (sem B)
B 4	B a 0,3% - aplicado 4 meses após plantio
B 8	B a 0,3% - aplicado 8 meses após plantio
B 12	B a 0,3% - aplicado 12 meses após plantio
B 4, 8, 12	B a 0,3% - aplicado aos 4, 8 e 12 meses após plantio
¹ Bio 4, 8, 12	Calda de biofertilizante – aplicado aos 4, 8 e 12 meses após plantio;

¹ – Biofertilizante bovino.

A solução do nutriente B à 0,3% com de ácido bórico a 0,72% foi preparada dissolvendo 18,0 g de ácido bórico – H₃BO₃, massa molar 61,83 g mol⁻¹ (17,0 % de

B) em 2,5 litro de água. A obtenção do biofertilizante líquido à base de esterco foi realizada pelo processo de fermentação anaeróbica, conforme adaptação da metodologia de DAROLT (2002). O biofertilizante utilizado apresentava os seguintes atributos, parciais, N_{total} : 12,7; P: 18 e K: 1,5 ($g\ kg^{-1}$), pH: 6,6 e foi produzido de forma anaeróbia a partir de esterco bovino, 250 L; composto orgânico, 5 kg; cinza de madeira, 5 kg; leite bovino, 10 L; caldo de cana-de-açúcar, 6 L; fosfato de Gafsa, 5 kg; ácido bórico, 2 kg; sulfato de zinco, 2 kg. O volume foi completado para 500 L com água. adaptado de Sampaio (2012). Para aplicação, foi utilizado 5,0 mL de biofertilizante por litro de água. A pulverização foliar de B mineral e biofertilizante foi realizada com pulverizador costal de 5 litros, sob pressão constante, aplicando-se 50 mL da calda por planta.

3.3. Análise estatística

Os dados obtidos na avaliação das plantas e frutos foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias de Cochran e os dados que apresentaram-se homogêneos, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos, como não apresentaram homogeneidade, foram submetidos ao teste de comparações de médias não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 10% de probabilidade. Análises de correlações lineares de Pearson foram estabelecidas com o objetivo de buscar explicar relações entre as variáveis.

Foi feito um histograma de frequências percentual e redução percentual acompanhada do desvio padrão, para os valores de contagem total de lesões corticosas típicas dos frutos de abacaxi cv. Turiaçu

3.3. Preparo do solo e plantio

O experimento foi instalado em área de produtor onde já foi realizado um primeiro ciclo de cultivo de abacaxi (2010-2011). O preparo do solo foi manual: após a colheita e arranquio das plantas, a área foi limpa e destocada. Não foi realizada calagem.

O plantio foi realizado no início do período chuvoso (março de 2012), utilizando-se mudas tipo filhote provenientes do próprio local, com dimensões entre 35 e 40 cm de comprimento. O plantio foi realizado manualmente em covas

individuais, protegendo-se a roseta foliar para evitar a entrada de terra. Foi adotado o espaçamento de 1,0 m x 0,30 m, em fileiras simples, gerando uma densidade de 33.300 plantas/ha, baseado em recomendações de Aguiar Júnior e Araújo (2009).

A parcela experimental foi constituída de 4 fileiras de 4,0 m de comprimento, com 11 plantas por fileira, totalizando 44 plantas por parcela. A área útil para efeito das avaliações biométricas da planta e colheita dos frutos foi constituída das duas fileiras centrais, descontando-se uma planta em cada extremidade, resultando em 18 plantas (Figura 2).

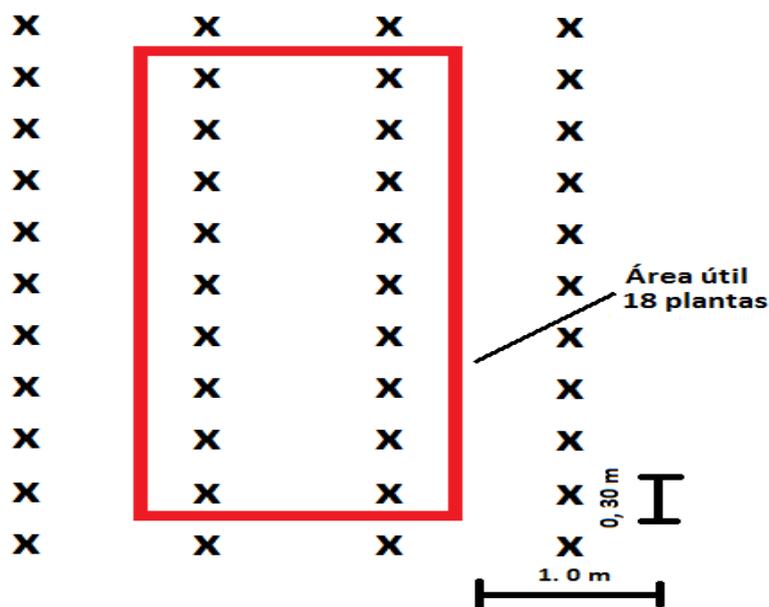


Fig. 2. Esquema demonstrativo da parcela experimental utilizado no experimento.

A recomendação de adubação de plantio foi calculada na faixa de produtividade de 40 a 50 t ha⁻¹, conforme Raij et al., (1997) e baseado na análise de solo e densidade de plantas.

Para adubação fosfatada foi aplicado 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que foi aplicado a base de superfosfato triplo (10,0 g planta⁻¹), sendo aplicado 5,0 g planta⁻¹ em fundação, e mais dois parcelamentos correspondendo a 2,5 g planta⁻¹ em cobertura, no segundo e quarto mês após o plantio, juntamente com o N e o K. A adubação em cobertura de nitrogênio e potássio foi aplicada a base de 500 kg ha⁻¹ de N e 500 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 21,6 g planta⁻¹ de uréia e 25 g planta⁻¹ de cloreto de

potássio (KCl), dose esta que foi aplicada em três parcelamentos, no 2º, 4º e 6º mês após o plantio.

Foi realizada a indução floral das plantas com carbureto de cálcio (CaC_2), no período da manhã (8 a 9 hs da manhã) aos 13 meses após o plantio, aplicado-se 1 g planta⁻¹, com objetivo de padronizar o florescimento.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Determinações do teor de nutrientes na folha “D”

A folha D, inserida num ângulo de 45° em relação ao eixo da planta, é a mais nova entre as adultas, mais longa da planta e a mais ativa entre todas, sendo utilizada para diagnose foliar e para avaliar o momento de indução floral (Chaves, 2012). A amostragem e coleta da folha D inteira (porção verde + aclorofilada) foi realizada antes da indução floral, aos 13 meses após o plantio, no período da manhã (entre 8 e 9 horas), onde coletaram-se 6 folhas da área útil por parcela.

As folhas foram previamente limpas com algodão umedecido e acondicionadas em sacos plásticos e estes depositados em caixa térmica, mantida à sombra, a qual foi transportada ao laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Estadual do Maranhão. No laboratório, após lavagem adequada, foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C por 72 horas, até atingir massa constante. As amostras, depois de secas, foram moídas para quantificação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Cu, Mn e B).

O N total foi determinado pela digestão sulfúrica seguida do método semi-micro Kjeldahl, conforme descritos por Tedesco et al. (1995). Os nutrientes P, K, Ca, Mg, Cu, Mn e B, conforme metodologia de EMBRAPA (2001), fazendo-se digestão seca da amostra triturada em mufla elétrica à temperatura de 500°C durante 3 horas. As cinzas foram filtradas com 25ml de HNO_3 em papel filtro quantitativo de filtração lenta.

Os teores dos nutrientes K, Ca, Mg, Mn e Cu, foram obtidos com posterior leitura em Espectrômetro de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado. A metodologia empregada na determinação do boro (B) foi a colorimétrica, pelo método da Azometina H (MALAVOLTA et al., 1997). Os resultados da avaliação nutricional da folha “D” foram apresentados em grama por quilograma (g kg^{-1}) para

os macronutrientes, e em miligrama por quilograma (mg kg^{-1}) para os micronutrientes, em relação à matéria seca.

3.4.2. Avaliação de plantas

Para as variáveis analisadas na folha 'D' aos 13 meses após plantio:

- Comprimento (cm): Medida de comprimento com fita métrica da folha "D" da base (parte aclorofilada) da folha até o ápice foliar.
- Largura (cm): Medida de largura com fita métrica na folha "D" no terço mediano da folha, distância entre extremidades.
- Massa fresca e seca (g): Mensuração da massa de folha após coleta no campo (massa fresca) e posterior secagem por 72 h em estufa a 70 °C e pesagem para obtenção da massa seca

Para avaliação da biometria da planta:

Aos 20 meses após o plantio, ou seja, aos 60 dias após a colheita foram realizadas as mensurações das características das plantas (Figura 3). Foram amostradas em plantas da área útil da parcela. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Altura da planta (cm): Determinada pela distância do nível do solo até a inserção do fruto no pedúnculo. Medida esta que equivale a altura de inserção do fruto, que foi medida em 10 plantas por parcela.
- Comprimento do pedúnculo (cm): Determinada pela distância em do ápice do caule da planta até inserção do fruto, onde foi tirada a média em 3 plantas por parcela.
- Diâmetro de pedúnculo (mm): Determinada com auxílio de paquímetro digital tomando-se duas medidas, exatamente na metade do pedúnculo, em forma de cruz, para obtenção do diâmetro médio, sendo medido nas mesmas plantas da variável anterior.
- Diâmetro do caule ou talo: Determinada com auxílio de paquímetro digital tomando-se duas medidas, exatamente na metade do caule, em forma de cruz, para obtenção do diâmetro médio, sendo medido nas mesmas plantas da variável anterior.

- Envergadura da planta (cm): Determinada pela medida do dossel da planta em duas medidas perpendiculares entre si na planta, feita pela média de 5 plantas por parcela.
- Número de folhas: Determinada pelo número total de folhas conectadas a planta e ainda fotossinteticamente ativas, contada em 3 plantas por parcela, sendo avaliada a sua média.
- Número de filhotes: Contagem de mudas do tipo filhote por planta, em que contou-se a média de 5 plantas por parcela.

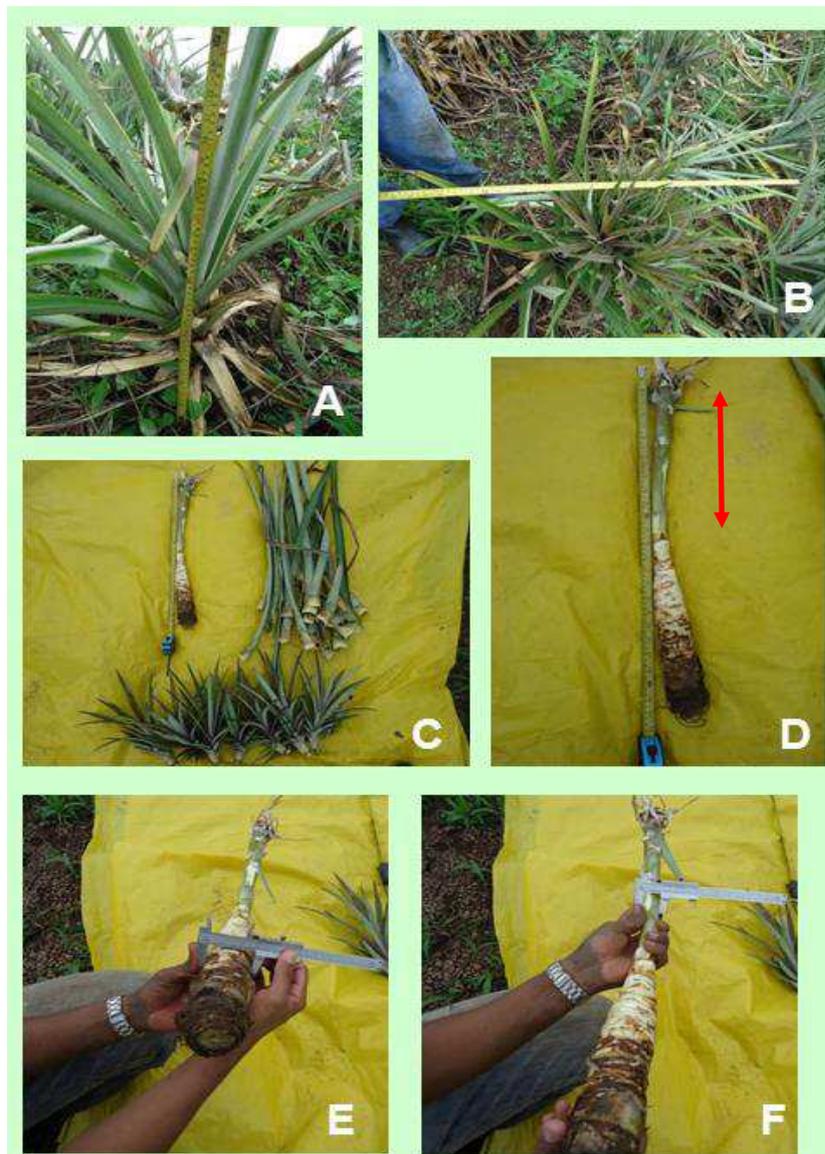


Fig. 3. Avaliação biométrica de partes vegetativa de plantas de abacaxi ‘Turiaçu’: A – altura de plantas; B - envergadura; C - Número de folhas e de filhotes, D – Comprimento do pedúnculo; E – diâmetro do caule e F - diâmetro pedúnculo.

3.4.3. Colheita

A colheita dos frutos, padronizou-se da seguinte forma: foram colhidos 10 frutos no estágio de maturação E2 (casca com extensão de 25 % amarelada, no sentido base para o ápice) em cada parcela (Figura 4), correspondendo a 40 frutos por tratamento, 240 frutos avaliados. Em seguida, foram acondicionados em caixas plásticas de 40 kg e transportados ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita-NBA/CCA/UEMA, onde foram submetidos a análise biométrica e físicas e químicas.

Os frutos foram colhidos aos 18 meses após o plantio, correspondendo a cinco meses após a promoção do florescimento, ou sempre que apresentaram o nível de maturação desejado.



Fig. 4. Fruto no estágio de maturação - E2 adotado na colheita.

3.4.4. Avaliação da incidência de lesões corticosas

Da amostra de frutos colhidos do item 3.5, e antes das avaliações biométrica e físico-química, em cada fruto individual, foi feita a contagem de Lesões Corticosas Típicas (LCT) e Lesões Corticosas Superficiais (LCS) em toda a superfície da casca.

Essa avaliação foi realizada separadamente nas metades inferior e superior dos frutos, totalizando-se a contagem final (LCT).

As referidas lesões foram caracterizadas de acordo com Santos, (2013) em que as (LCT), consideradas lesões graves, se caracterizam por uma rachadura ou fendilhamento entre os frutinhos, com erupção de excrescência corticosa de coloração pardo-escuro, resultando em cavidade irregular (de forma não definida), por vezes aberta, podendo chegar até 1 cm de extensão. Já as (LCS), consideradas lesões leves, mais concentradas na metade superior do fruto, caracterizada por formação de excrescência corticosa superficial entre os frutinhos de coloração verde-pardo com aspecto enrijecido, mas sem formar cavidades. O valor obtido da parcela foi a média de 10 frutos.

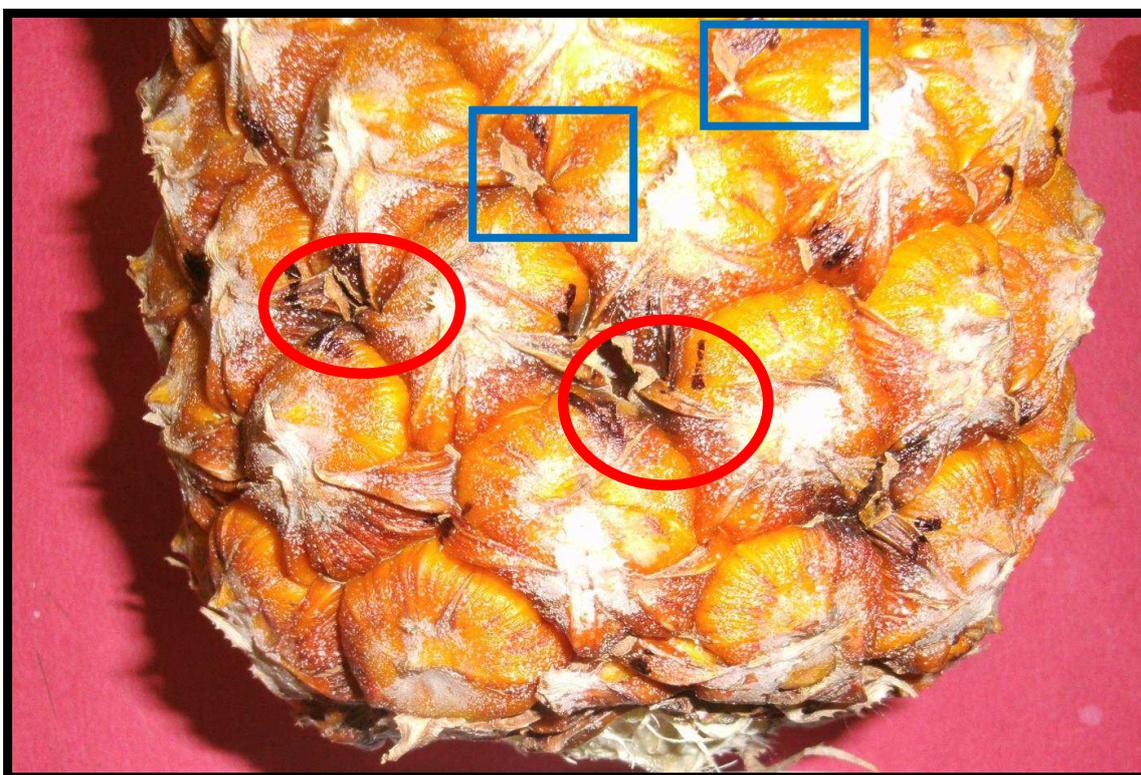


Fig. 5. Exemplos de LCT (elipses vermelhas), e LCS quadriláteros azuis.

3.4.5. Biometria de frutos

Visando determinar a qualidade pós-colheita, foram avaliadas as seguintes características:

- Comprimento do fruto com coroa (cm): Medida da base do fruto até extremidade apical da coroa.

- Comprimento do fruto sem a coroa (cm): Após corte da coroa, foi obtido através da medida da base do fruto até extremidade apical.
- Diâmetro do meio do fruto (cm): Foi medido com auxílio de paquímetro digital, e tomadas duas medidas, exatamente na metade do fruto, em forma de cruz.
- Diâmetro do eixo central – DEC (talo ou coração) (cm): Mensurado com auxílio de paquímetro digital após o corte transversal do fruto, sendo tomadas duas medidas da secção mediana do fruto.
- Massa da coroa (g): Após ser destacada do fruto, foi pesada, com auxílio de balança digital, para obtenção da massa fresca.
- Massa da casca (g): O fruto foi descascado, simulando condições de mercado para consumo *in natura*, e em seguida a casca foi pesada e obtida sua massa.
- Massa da polpa (g) e Rendimento da polpa (%): A massa da polpa foi obtida pela expressão (1) e o rendimento da polpa pela expressão (2). A massa da polpa foi obtida por esse método, pois no momento do descascamento do fruto uma quantidade considerável de suco é perdida, o que subestimaria o rendimento de polpa.

$$(1) MP = MFc - (Mc + Mca)$$

$$(2) Rp (\%) = MP/MFc * 100$$

Onde MP = Massa da polpa; MFc = Massa do fruto com coroa; Mc = Massa da coroa; Mca = Massa da casca; Rp= Rendimento de polpa (%).

- Produtividade (t ha⁻¹): A produtividade foi obtida calculando-se a massa média de cada tratamento multiplicando-se pela densidade de plantio utilizada (33.333 plantas.ha⁻¹), conforme fórmula abaixo:

$$\text{Produtividade (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{massa média frutos com coroa (g)} \times 33.333}{1.000.000}$$

3.3.6 Características físicas e químicas de frutos

Anteriormente às análises físicas e químicas, os frutos foram devidamente higienizados em água corrente e com solução de hipoclorito a 1 %.

Para as análises físicas e químicas, foram tomadas três secções (rodela) de aproximadamente 1,5 cm de espessura, das partes basal, mediana e apical de cada fruto individualmente (Figura 5), na medida que a maturação do fruto se processa da base para o ápice. A partir destas secções, a polpa foi processada e foram obtidos 50

mL de suco após eliminação da parte sólida em peneira doméstica, que foram utilizados nas determinações de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação sólidos solúveis/acidez (Figura 6).

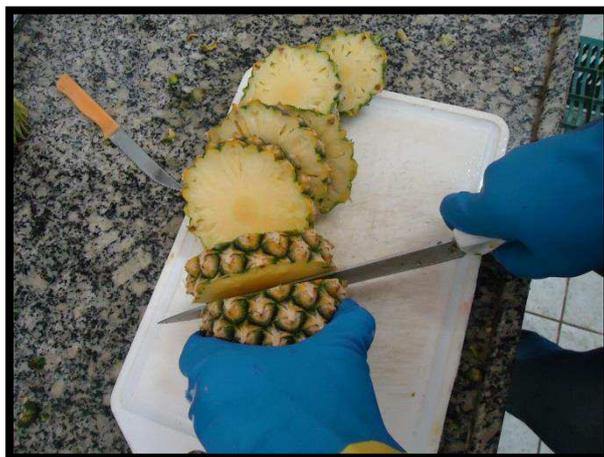


Fig. 6. Corte de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ para análises laboratoriais.

- Teor de sólidos solúveis - SST (°Brix)

Determinado através de refratômetro utilizando-se uma amostra homogênea de suco, de modo que foram feitas três leituras por amostra para obtenção do valor médio (ZENEBOON *et al.*, 2005).

- Acidez titulável do suco - AT (% ácido cítrico)

Determinado através da diluição de alíquotas de 10 ml do suco de abacaxi em 90 ml de água destilada. Em seguida procedeu-se a titulação com hidróxido de sódio a 0,1N, utilizando o indicador fenolftaleína a 1%. Foram feitas duas alíquotas por amostra, para obtenção do valor médio de acidez (ZENEBOON *et al.*, 2005).

- Relação SST/AT (Brix/acidez)

Obtida através relação entre valores de sólidos solúveis e da acidez titulável.

- pH

Determinado através da diluição de alíquotas de 10 ml do suco de abacaxi em 90 ml de água destilada. Em seguida procedeu-se a leitura em peagâmetro de bancada (ZENE BON *et al.*, 2005).

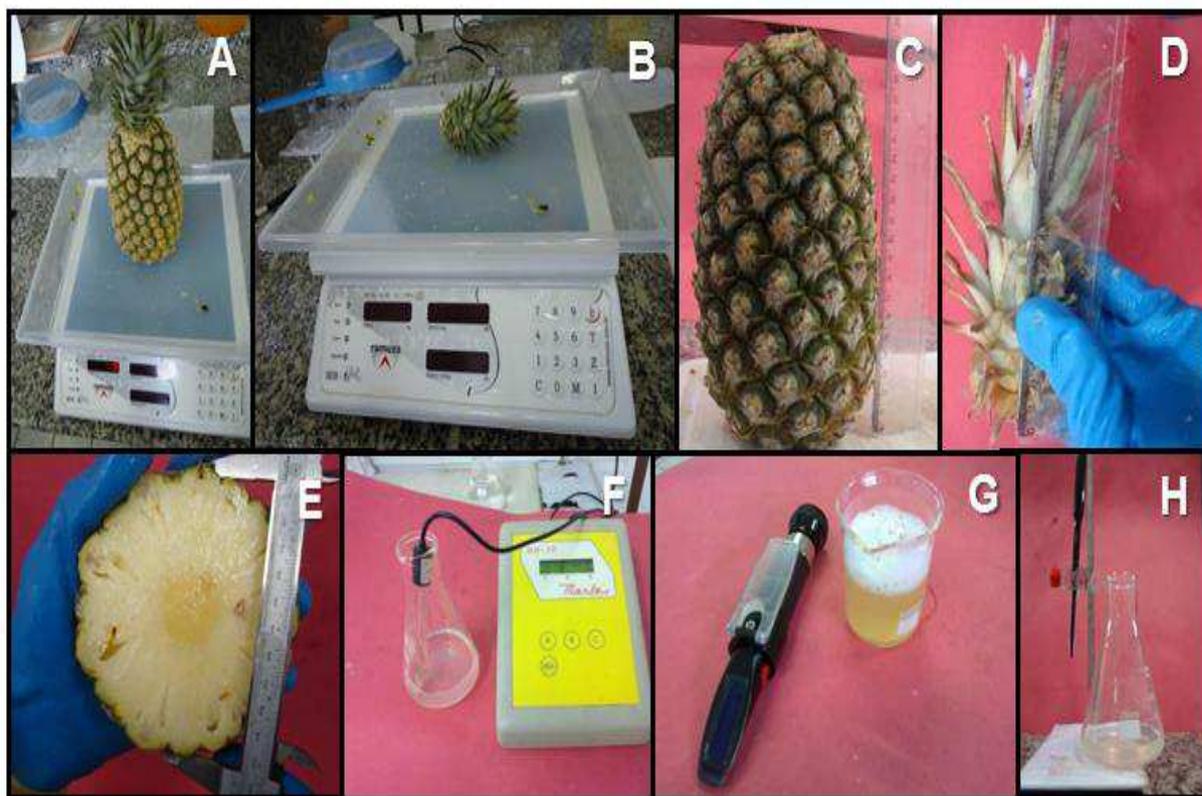


Fig. 7. Análises biométricas e físico-químicas de abacaxi ‘Turiaçu’: A – Massa de frutos; B – massa de coroa; C – comprimento fruto sem coroa; D – comprimento coroa; E – diâmetro fruto; F – pH; G - Sólidos solúveis totais e H – Acidez titulável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Concentração foliar de macro e micronutrientes

Os macronutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio, não foram influenciados estatisticamente pelos tratamentos de aplicação de boro via foliar e via biofertilizante (Tabela 13). O nitrogênio contido na porção aclorofilada das folhas D não sofreu influência dos tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante (Tabela 13), os teores de N no experimento variaram entre 0,83 e 1,13 g.kg⁻¹. Da mesma forma que o fósforo, em que todos os tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante, se mostraram estatisticamente iguais, os teores de P do experimento oscilaram de 0,07 a 0,10 g.kg⁻¹, Já o potássio da porção foliar aclorofilada da folha “D” de abacaxi cv. Turiaçu, variou entre 1,54 e 1,84 g.kg⁻¹ (Tabela 13).

Ao passo que os teores foliares da porção aclorofilados dos macronutrientes cálcio e magnésio, sofreram interferência dos tratamentos de aplicação de boro via foliar e via biofertilizante (Tabela 13). No que se refere aos teores de Cálcio, o tratamento controle e com aplicação de ácido bórico aos 8 meses, foram os que apresentaram os teores mais elevados desses nutrientes (0,48 e 0,51 g.kg⁻¹ respectivamente), mostrando-se diferente apenas do tratamento de aplicação de boro aos 4 meses (Tabela 13). Os teores de magnésio da parte aclorofilada da folha “D” que mostraram-se mais elevados, foram os dos tratamentos de aplicação foliar de ácido bórico aos 8 meses e o tratamento controle (0,17 g.kg⁻¹ ambos), em que estes foram diferentes apenas dos tratamentos de aplicação de boro via ácido bórico aos 12 meses e aos 4,8 e 12 meses (0,13 e 0,14 g.kg⁻¹ respectivamente), como podemos verificar na tabela 13.

Dentre os micronutrientes analisados na porção aclorofilada da folha D de abacaxi Turiaçu, podemos observar na Tabela 13 que o cobre e o manganês foram afetados pelos tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante. Os teores desses nutrientes foram influenciados principalmente pelos tratamentos de aplicação de boro via mineral aos 4,8 e 12 meses, que apresentou as menores médias (0,32 mg.kg⁻¹) e o tratamento de aplicação de biofertilizante que proporcionou a maior teor médio de cobre (0,70 mg.kg⁻¹). No caso do Mn, o tratamento de aplicação de boro via ácido bórico aos 12 meses, apresentou os valores mais elevados (2,00

mg.kg⁻¹), e mostrou-se diferente dos tratamentos testemunha e de aplicação de boro via mineral aos 4 meses (1,42 e 1,41 mg.kg⁻¹ respectivamente) (Tabela 13).

Tabela 13

Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da porção aclorofilada da folha “D” de abacaxi Turiaçu.

Tratamento	N	P	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹		
			K	Ca	Mg	Cu	Mn	B
Controle	1,11 a	0,10 a	1,83 a	0,48 a	0,17 a	0,38 ab	1,42 b	36,51 ab
B 4	1,00 ab	0,07 a	1,84 a	0,33 b	0,15 abc	0,41 ab	1,41 b	32,10 b
B 8	1,08 ab	0,10 a	1,84 a	0,51 a	0,17 a	0,39 ab	1,56 ab	31,30 b
B 12	0,83 b	0,08 a	1,70 a	0,42 ab	0,13 c	0,60 ab	2,00 a	33,71 ab
B 4, 8, 12	0,98 ab	0,10 a	1,54 a	0,40 ab	0,14 bc	0,32 b	1,75 ab	46,34 a
Bio 4, 8, 12	1,13 a	0,09 a	1,59 a	0,42 ab	0,16 ab	0,70 a	1,67 ab	32,90 b
p-valor	p < 0,05	p < 0,10	p = 0,30	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05
CV (%)	10,63	16,27	13,78	11,60	6,56	33,29	12,65	16,00

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹biofertilizante bovino.

Da mesma forma, os teores do nutriente B foram afetados pelos tratamentos de aplicação de B via mineral, em que pode-se observar na que o tratamentos de aplicação de B via mineral aos 4, 8 e 12 meses apresentaram estatisticamente os valores mais altos do experimento ($46,34 \text{ mg.kg}^{-1}$) e estes foram diferentes aos tratamentos de aplicação do biofertilizante, e os tratamentos de aplicação de boro via mineral aos 4 meses e 8 meses ($32,90$, $32,10$, $31,30 \text{ mg.kg}^{-1}$ respectivamente) (Tabela 13).

Nos experimentos de Siebeneichler et al., (2008b) os teores de B variam ao longo da folha 'D', aplicações foliares de bórax aumentam os teores de B nas porções mediana e apical das folhas, mas não alteram os teores nas porções acolorofilada e basal. De fato, esses resultados corroboram aos encontrados nesta pesquisa, embora os teores de B da porção acolorofilada tenham se mantido em um nível considerado bom para o teor de B na folha D (Tabela 13). O que vem a reforçar a conclusão de SIEBENEICHLER et al., (2008b) a rapidez na absorção e na remobilização do B, possivelmente, possa explicar a constância dos teores desse nutriente nas partes acolorofilada e terço basal da folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em todos os tratamentos estudados.

Siebeneichler et al., (2002) verificou que o resultado da análise da porção acolorofilada da folha não pode ser comparado com o da porção clorofilada da folha, visto que a porção acolorofilada, há uma grande variação nos teores dos nutrientes, principalmente os macronutrientes. A partir deste ponto de vista, é aconselhável fazer uma análise mais detalhada da nutrição da folha D do abacaxizeiro, somente a partir dos dados apresentados pela porção clorofilada da folha D.

Segundo Py et al., (1957), o nitrogênio é o elemento responsável pelo aumento do peso do fruto, por estimular nas fases iniciais a formação da parte vegetativa representada pela folhagem, talo ou caule. Citado no trabalho desse mesmo autor, o fósforo é pouco exigido e que admite que o fósforo apesar de ser pouco exigido, é necessário pela ocasião do florescimento, motivo pelo qual deve ser aplicado pouco antes do florescimento.

O potássio é o elemento mais exigido pelo abacaxizeiro e o que mais atua nas propriedades organolépticas do fruto. Além de aumentar a produção, o potássio tem efeito benéfico sobre as características do fruto tais como peso, tamanho, consistência, teores de açúcar e acidez (PY et al., 1957). Um suprimento adequado de potássio torna a casca do fruto mais escura, enquanto que a polpa se torna mais clara.

Em trabalho com abacaxi cv. imperial os teores de P, K, Mg e B aumentaram nas plantas com deficiência de N, esses aumentos foram atribuídos à restrição de crescimento provocada pela deficiência, causando acumulação na planta e, conseqüentemente, aumento do teor (Ramos et al., 2010). Na presente pesquisa, não foi observado qualquer relação entre tais nutrientes (Tabela 13), embora tenha ocorrido um sensível aumento dos teores de B com as aplicações mais tardias via mineral (apenas aos 12 meses e aos 4, 8 e 12 meses) na porção aclorofilada dos tratamentos e em todos os tratamentos com aplicação mineral de B na porção clorofilada da folha D de abacaxi Turiaçu (Tabelas 16).

Os tratamentos de aplicação de boro via ácido bórico e via biofertilizante, interferiram estatisticamente nos teores dos macros e micronutrientes da parte aclorofilada da folha “D”, com exceção do potássio em que seus teores variaram entre 1,79 e 2,26 g kg⁻¹ (Tabela 14). Esses valores embora não tenham apresentado qualquer sintoma de deficiência, também são considerados extremamente baixo, por autores como Malavolta et al., (1997) e Siebeneichler et al., (2002), que recomendam teores mínimos como: 22 e 20 g kg⁻¹ respectivamente, para um satisfatório desenvolvimento da planta.

Os teores de nitrogênio foram influenciados principalmente pelos tratamentos de aplicação de boro via mineral aos 12 meses e aos 4, 8 e 12 meses (1,15 e 1,14 g kg⁻¹ respectivamente), mostrando-se estatisticamente superiores apenas ao tratamento de aplicação de boro via mineral aos 4 meses (Tabela 14). Estes valores estão abaixo dos teores citadas por Malavolta et al., (1997), que definem valores entre 20 e 22 g.kg⁻¹ como adequado para a cultura do abacaxizeiro, estando também distante dos valores encontrados por Santos, (2013), em que os teores de N variaram entre 9,36 e 10,99 g.Kg⁻¹.

Entretanto, não foi observado, na área experimental um sintoma acentuado deficiência visual que possa ser atribuída ao nitrogênio, mesmo que os teores foliares encontrados estejam abaixo do encontrado por demais autores. Para a variedade Turiaçu, nas condições de clima e solo onde se implantou o experimento, os teores observados de N na Tabela 13 e 14 se mostraram satisfatórios para o desenvolvimento vegetativo da planta.

Tabela 14

Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da porção clorofilada da folha D de abacaxi Turiaçu.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
Controle	1,07 ab	0,27 a	2,15 a	0,72 a	0,24 ab	0,39 bc	2,30 ab	28,49 e
B 4	0,88 b	0,24 ab	1,79 a	0,51 c	0,24 ab	0,85 a	1,99 abc	72,22 c
B 8	1,08 ab	0,26 ab	2,14 a	0,56 b	0,24 ab	0,68 ab	1,81 c	48,75 d
B 12	1,15 a	0,22 b	2,06 a	0,76 a	0,26 a	0,26 c	2,45 a	101,51 b
B 4, 8, 12	1,14 a	0,22 b	2,35 a	0,40 d	0,22 b	0,62 ab	1,91 bc	142,84 a
¹ Bio 4, 8, 12	1,08 ab	0,24 ab	2,36 a	0,49 c	0,22 b	0,26 c	1,76 c	26,88 e
p-valor	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,10	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,05	p < 0,001
CV (%)	9,10	9,34	11,53	3,07	5,81	27,00	10,17	10,87

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey e ao nível de 5% de probabilidade. ¹ Biofertilizante bovino.

Quanto aos teores de fósforo na tabela 16, o tratamento testemunha foi o que apresentou os maiores valores ($0,27 \text{ g kg}^{-1}$), mostrando-se superior apenas aos tratamentos de aplicação de boro via mineral aos 12 meses e aos 4, 8 e 12 meses ($0,22 \text{ g kg}^{-1}$ ambos)

Esses teores estão abaixo dos níveis considerados satisfatórios para Malavolta et al., (1997) que estão entre $2,1$ a $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ e Siebeneichler et al., (2002), é de $2,9 \text{ g kg}^{-1}$, nos abacaxizeiros do experimento, não foram observados sintoma da deficiência desse elemento nas folhas, tais como: coloração avermelhada da folha e estreitamento do limbo. Essa concentração de fósforo foliar pode estar diretamente relacionada à alta mobilidade do P na planta, pois embora tenha sido feita adubação fosfatada que foi realizada em dose única na época do plantio, este nutriente foi eficientemente remobilizado a todas as partes da planta (Tabela 14).

E da mesma forma o cálcio, também foi afetado pelos tratamentos de aplicação de B via mineral e via biofertilizante, os tratamentos que mais se destacaram foram o tratamento controle e o de aplicação de boro via mineral aos 12 meses ($0,72$ a $0,76 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente), seguidos pelo tratamento de aplicação de boro via mineral aos 8 meses ($0,56 \text{ g kg}^{-1}$) e logo após pelos tratamentos de aplicação de boro via biofertilizante e via mineral aos 4 meses ($0,49$ e $0,51 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente), e o tratamento com o menor teor de cálcio foi o tratamento de aplicação de boro via ácido bórico aos 4,8 e 12 meses ($0,40 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 14).

Na mesma Tabela 14, também são apresentados os teores de magnésio da porção clorofilada da folha D do abacaxi Turiaçu. Para esta variável o tratamento de aplicação de B via mineral aos 12 meses apresentou o teor estatisticamente mais alto ($0,26 \text{ g kg}^{-1}$), apresentando-se diferente aos tratamentos de aplicação de boro via mineral aos 4, 8 e 12 meses e o de via biofertilizante ($0,22 \text{ g kg}^{-1}$ para ambos).

O Ca e Mg também apresentaram teores foliares inferiores aos recomendados por Malavolta et al., (1997) e Siebeneichler et al., (2002), que indicaram valores mínimos necessários para Mg entre 4 e $2,42 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente e para Ca entre 3 e $3,92 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente para cada autor.

Da mesma forma que para a porção aclorofilada da folha D, a porção clorofilada da folha D de abacaxi Turiaçu, pode-se observar na que o Cu e o Mn, também foram afetados pelos tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante na parte clorofilada da folha “D” (Tabela 14).

Os teores de cobre tiveram suas melhores médias com o tratamento de aplicação de boro via mineral aos 4 meses ($0,85 \text{ mg kg}^{-1}$), e suas piores médias com os tratamentos de aplicação de aplicação de boro aos 12 meses e via biofertilizante ($0,26 \text{ mg kg}^{-1}$ para ambos). Já os teores de manganês, apresentaram suas maiores médias com o tratamento de aplicação de boro via ácido bórico aos 12 meses ($2,45 \text{ mg kg}^{-1}$), já as menores médias foram apresentadas pelos tratamentos de aplicação de biofertilizante e do tratamento de aplicação de boro via mineral aos 8 meses ($1,76$ e $1,81 \text{ mg kg}^{-1}$), como pode ser visto na Tabela 14.

E da mesma forma que a maioria dos outros nutrientes, o Cu e Mn estão abaixo da faixa indicada como ideal para a cultura do abacaxi segundo Malavolta et al., (1997) e Siebeneichler et al., (2002), que indicam para o Cu níveis mínimos de 9 e $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente, e para o Mn, níveis mínimos de 50 e $67,4 \text{ mg kg}^{-1}$.

Para a porção clorofilada da folha “D” de abacaxi Turiaçu, o teor de B apresentou-se diferente estatisticamente entre todos tratamentos (Tabela 14). Os tratamentos apresentaram-se na respectiva sequência de teor de boro foliar: bórico mineral aos 4, 8 e 12 meses ($142,84 \text{ mg kg}^{-1}$), boro mineral aos 12 meses ($101,51 \text{ mg kg}^{-1}$), boro mineral aos 4 meses ($72,22 \text{ mg kg}^{-1}$), boro mineral aos 8 meses ($48,75 \text{ mg kg}^{-1}$), e o tratamento controle foi estatisticamente igual ao tratamento de aplicação de boro via biofertilizante ($28,49$ e $26,88 \text{ mg kg}^{-1}$) (Tabela 14).

Malavolta et al., (1997) considera uma faixa ideal nos teores foliares de B entre 30 e 40 mg kg^{-1} e Siebeneichler et al., (2002), a partir de 26 mg kg^{-1} . Como pode ser observado na Tabela 14, todos os teores foliares de B via mineral estão superiores ou próximos aos adequados para ambos os autores, de forma que a testemunha e o tratamento de B via biofertilizante estão na faixa apenas para Siebeneichler et al., (2002).

A absorção de B, aplicado via foliar, pode ser influenciada por diferentes fatores: espécie (GOOR e LUNE, 1980), concentração da solução de aplicação, permeabilidade da cutícula foliar, umidade relativa do ar, idade da folha utilizada na aplicação (SHU et al., 1994) e também pelo número de vezes que a aplicação foi realizada, sucessivamente. Entretanto, mesmo os tratamentos de apenas uma aplicação de B via mineral sobre as plantas de abacaxi Turiaçu (B aplicado aos 4 e aos 8 meses) proporcionaram teores de B muito elevados na parte clorofilada da folha.

Embora a absorção e remobilização de B para as demais partes da planta quando aplicado via foliar seja rápida, levando cerca de um dia, como constatou Siebeneichler et al., (2008b) e, especificamente, a planta do abacaxi possui carregadores químicos que facilitam o transporte interno do B (SIEBENEICHLER et al., 2005).

Como podemos observar na Tabela 16, os níveis de B aplicado via ácido bórico, foram extremamente satisfatórios, elevando os teores foliares de boro a patamares superiores aos recomendados por diversos autores (MALAVOLTA et al., 1997; BOARETTO et al., 1999; JONES et al., 1991; SIEBENEICHLER et al., 2002). Entretanto, os tratamentos testemunha e de aplicação de boro via biofertilizante se mantiveram semelhantes e bem inferiores a todos os demais tratamentos, mas não em detrimento do número de lesões na casca do fruto (Tabelas 10 e 11). Uma provável explicação poderia ser que com a utilização do biofertilizante com sua rica constituição química e biológica e tais elementos se tornam facilitadores da entrada e movimentação interna do nutrientes aplicados via foliar (MOCELLIN, 2004). Além de proporcionar um maior equilíbrio nutricional na planta, e o teor de boro no solo está adequado para a cultura, fato este, que pode ter mascarado resultados mais promissores em relação a utilização da adubação foliar com boro, tanto via mineral quanto orgânica no controle da lesão corticosa na casca do fruto de abacaxi cv. Turiaçu.

Foi observado nas folhas das plantas que receberam os tratamentos de aplicação de B via mineral aos 12 meses e aos 4, 8 e 12 meses uma mancha de cor castanha escura e preta, que se encontrava na face superior das folhas do abacaxizeiro, atribuindo-se a essa sintomatologia como uma resposta fitotóxica na planta aos níveis momentaneamente excessivos de B, a qual foi dada o nome de “mancha oleosa” (Figura 8), devido sua característica visual. Tal atribuição de efeito fitotóxico, foi corroborado pelos elevados teores de B na folha, pois estes estão acima de qualquer tabela de níveis críticos encontrados na literatura técnica. As “manchas oleosas” presentes nas folhas maduras principalmente se dissolveram nas plantas até o 13º mês, provavelmente resultado este da eficiente remobilização do B para as demais partes da planta devido aos itóis carregadores de B.



Fig. 8. Efeito fitotóxico de boro em folha de abacaxi cv. Turiaçu - “Mancha oleosa”.

4.2. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o desenvolvimento das plantas

De acordo com a Tabela 4, os tratamentos com aplicação de B não proporcionaram diferença estatística no comprimento e largura de folha D das plantas de abacaxi Turiaçu. Para estes tratamentos as médias variaram entre 73,87 a 81,79 cm de comprimento e 3,62 e 3,77 cm de largura. As variáveis número de folhas e de filhotes, também não foram influenciadas pelos tratamentos de aplicação de boro via foliar e biofertilizante. Para estas variáveis as médias permaneceram entre 45,75 e 50,83 folhas e 9,65 e 11,00 filhotes por planta (Tabela 4) e o tratamento que proporcionou o maior número de filhotes (11,00), tenham ficado ligeiramente abaixo da média de número de filhotes registrada por Araújo et al. (2012) que é de 11,30 filhotes por planta.

Tabela 4

Valores médios da biometria de folha “D”, número de folhas e de filhotes de abacaxi cv. Turiiaçu.

Tratamentos	Comprimento	Largura	Relação comp./larg.	Número de filhotes	Número de folhas
	cm				
Controle	76,56 a	3,76 a	20,40 b	10,55 a	48,75 a
B 4	80,15 a	3,77 a	21,32 ab	9,65 a	50,00 a
B 8	74,95 a	3,62 a	20,89 ab	10,30 a	47,92 a
B 12	77,29 a	3,71 a	20,85 ab	10,70 a	45,75 a
B 4, 8, 12	81,79 a	3,64 a	22,51 a	11,00 a	50,83 a
¹ Bio 4, 8, 12	73,87 a	3,62 a	20,49 ab	9,95 a	45,75 a
p-valor (%)	p= 0,10	p= 0,42	p< 0,05	p=0,17	p=0,29
CV (%)	5,20	3,63	4,30	7,13	7,59

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Biofertilizante bovino.

Melo et al., (2006) verificaram correlação positiva crescente no armazenamento de fotoassimilados com o aumento do número de folhas de abacaxizeiro, o que propicia frutos maiores e de maior aceitabilidade comercial. Desta forma optar por manejos que produzam mais folhas pode, indiretamente, levar à produção de frutos mais pesados, tendo em vista que devem ser verificadas outras variáveis além desta. Rohrbach et al., (2003) relataram que independente da cultivar, as folhas de abacaxi variam de 40 a 80 por planta. Em seus principais tratamentos, Aguiar júnior, (2014) encontrou em média entre 71 e 68 folhas por planta, Araújo et al., (2012) verificaram 61 folhas por planta. Cardoso et al., (2013) obtiveram uma média de folhas de 58,15 para abacaxi ‘Vitória’.

Para a variável relação comprimento/largura de folha “D”, como pode-se ver na tabela 4, apenas os tratamentos de B aplicados via mineral aos 4, 8 e 12 meses e o tratamento controle, apresentaram diferença estatística entre si, sendo que o primeiro (B aos 4, 8 e 12 meses), proporcionou a maior média desta variável e o segundo (controle) proporcionou a menor média. Os demais tratamentos de aplicação de B via mineral e biofertilizante, foram iguais entre si e apresentaram semelhança estatística aos outros dois tratamentos que apresentam o destaque nas avaliações (tabela 4).

Uma provável explicação, está no fato de o teor de B no solo da área experimental (0,38 mg.dm³), conforme indicado na tabela 1, ter se apresentado médio, segundo interpretação proposta Raij et al. (1997), que varia entre 0,21 e 0,60 mg.dm³. Este fato, mostra um desenvolvimento da planta, sem interferência desse micronutriente, pois, o bom nível de B anula as possíveis diferenças entre os tratamentos de B com a testemunha (sem boro).

De forma geral, em abacaxizeiro, a deficiência de B acarreta uma deterioração do sistema vascular da planta, que pode levar à morte do meristema apical, as folhas das plantas deficientes ficam mais espessas, apresentam aspecto coriáceo e as mais novas podem ser retorcidas (SIEBENEICHLER et al., 2008). Tais características não foram observadas nas plantas de qualquer dos tratamentos ou da testemunha, embora tanto as medidas de comprimento, quanto de largura, tenham se apresentado abaixo das registradas por Araújo et al., (2012). Embora as folhas deste experimento tenham expressado uma maior relação comprimento/largura, indicando uma maior área foliar e conseqüentemente maior interceptação e aproveitamento de raios solares, levando a uma maior produção de foto assimilados, o que de teoricamente reduziria em parte o déficit do número de folhas (tabela 4) em relação ao mesmo autor.

A importância que os filhotes têm no cultivo tradicional de abacaxi na Serra dos Paz é notória, e garante um novo ciclo de cultivo e a possibilidade da expansão para novas áreas (Santos, 2013).

Araújo et al. (2004) relataram que abacaxizeiro ‘Turiaçu’ produz em média de 10 a 12 filhotes por planta, Araújo et al. (2012) reportaram uma média de 11,3 filhotes por planta. Já nesta pesquisa a produção variou de 9 a 11 filhotes. Uma provável explicação para este número reduzido de filhotes, pode ter sido a presença de uma camada de compactação presente na área experimental. Esta área de compactação que abrangia toda a área experimental, pode ter sido a explicação, não somente para a reduzida quantidade de número de filhotes, em relação ao que é comum a cultivar Turiaçu, mas também para outras variáveis.

Tanto a massa fresca, quanto a massa seca da folha D, não foram influenciadas pelos tratamentos de aplicação de B via mineral e via biofertilizante (Tabela 5). Os resultados mostram que a massa fresca de folha D, apresentou valores que variaram entre 37,09 e 40, 23 g, com uma média geral de 38, 32 g de massa seca de folha D. Na mesma tabela, a massa seca de folha D, apresentou médias entre 33,93 e 34,83 g, com uma média geral de 34,64 g de massa seca de folha D.

O resultado para estas variáveis, provavelmente sofreu a interferência dos níveis residuais de B do solo da área experimental (Tabela 1), impedindo que os tratamentos da área experimental apresentassem alguma diferença entre si e a testemunha.

Tabela 5

Valores médios de massa fresca e seca de folha D.

Tratamentos	Massa fresca	Massa seca
	g	
Controle	37,22 a	34,44 a
B 4	40,23 a	34,83 a
B 8	37,09 a	33,93 a
B 12	39,07 a	34,06 a
B 4, 8, 12	40,06 a	35,48 a
¹ Bio 4, 8, 12	35,68 a	33,72 a
p-valor (%)	p= 0,38	p= 0,34
CV (%)	9,94	6,64

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Biofertilizante bovino.

Segundo Coelho et al., (2007b) a área e matéria seca das folhas e altura de plantas são influenciadas pelas adubações nitrogenadas.

O maior acúmulo de reserva de matéria seca na folha D parece ser um indicativo sensível do desenvolvimento geral da planta, já que esse mesmo tratamento resultou em plantas de maior massa (Chaves, 2012). Nesse sentido, Coelho et al. (2007b) verificaram que a área foliar e matéria seca das folhas e altura de plantas são influenciadas pelas adubações nitrogenadas, que por sua vez afetam o peso dos frutos.

O estudo de Oertli (1994), mostrou em plantas de tomate há uma distribuição desuniforme de B. Entretanto, o conteúdo desse micronutriente acompanha a massa seca, ocorrendo um declínio da concentração de B devido ao efeito de diluição que ocorre com o aumento da massa da planta, mas, diferentemente do comportamento característico do abacaxizeiro, as plantas de tomate não remobilizaram o B, como verificado por Siebeneichler et al., (2005) apresentando formação de novos órgãos à medida que a planta se desenvolve sem o fornecimento desse nutriente. Segundo Sugar, (2002) apresentaram, o abacaxizeiro possui a capacidade de sintetizar manitol e sorbitol, logo, é provável que, pela formação de complexos manitol-B-manitol e/ou sorbitol-B-sorbitol no floema, o B seja transportado pelo floema, justificando a formação expressiva de folhas novas e normais durante todo o experimento.

De acordo com os valores apresentados pela Tabela 6, em relação às variáveis relacionadas ao crescimento da planta de abacaxi Turiaçu, pode-se verificar

que nenhuma destas variáveis foram afetadas pelos tratamentos de aplicação de B via mineral e biofertilizante.

O que pode ser observado, é que as variáveis se comportaram da seguinte forma: a altura de planta, apresentou valores que oscilaram entre 62,40 e 65,20 cm, a envergadura de planta variou entre 103,80 e 109,0 cm, o diâmetro do caule apresentou-se entre 5,11 e 5,50 cm, o diâmetro do pedúnculo variou entre 1,93 e 2,53 cm e o comprimento do pedúnculo apresentou valores entre 34,33 e 36,50 cm (Tabela 6).

Tabela 6

Valores médios da avaliação biométrica das plantas de abacaxi Turiaçu.

Tratamentos	Altura	Envergadura	Diâmetro	Diâmetro	Comprimento
	de planta	da planta	do caule	do pedúnculo	do pedúnculo
cm					
Controle	64,90 a	109,00 a	5,26 a	2,15 a	34,41 a
B 4	64,92 a	103,80 a	5,22 a	2,20 a	36,08 a
B 8	65,20 a	104,52 a	5,17 a	2,17 a	36,50 a
B 12	63,70 a	107,25 a	5,50 a	2,41 a	36,41 a
B 4, 8, 12	64,10 a	109,80 a	5,49 a	2,53 a	34,33 a
¹ Bio 4, 8, 12	62,40 a	106,92 a	5,11 a	1,93 a	35,08 a
p-valor (%)	p=0,12	p=0,24	p= 0,17	p=0,10	p<0,10
CV (%)	2,27	3,62	4,62	10,45	3,67

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. ¹Biofertilizante bovino.

Este fato foi evidenciado por Reinhardt e Cunha (2004), que relataram que o peso do fruto do abacaxizeiro está relacionado não somente às condições climáticas predominantes durante o seu desenvolvimento, mas também ao porte e ao vigor da planta na época da diferenciação floral. Neste trabalho, a avaliação pós-colheita das plantas, visa comparar o vigor (Tabela 4, 5 e 6) e a sua produção de mudas via propagação vegetativa (Tabela 4), proporcionado pela aplicação foliar tanto do ácido bórico, quanto do biofertilizante.

Aguiar Júnior, (2014) comenta que a avaliação da altura plantas (do solo até inserção dos frutos no pedúnculo) está relacionada a avaliação do risco de tombamento de frutos, que também pode ser agravada pelo comprimento do pedúnculo, que em contato com o solo perdem qualidade visual.

Araújo et al., (2012) verificaram altura de plantas para abacaxi ‘Turiaçu’ de 62,6 cm, Souza (2007) relatou 45,33 para ‘Pérola’, Ventura et al. (2009) reportou 34,4 cm para ‘Smooth cayenne’. Apesar de ter altura de plantas ser maior que outras

cultivares, é raro os casos de tombamento de plantas, que só ocorrem por erro na profundidade de plantio da muda ou pela declividade do terreno.

O diâmetro do caule apresenta desenvolvimento até 330 dias (11 meses) após o plantio (MAIA et al., 2012). A importância do diâmetro do caule está associada à sua relação com época de promoção do florescimento (SAMPAIO et al., 2011). O diâmetro do caule é uma variável observada por alguns produtores para definir a época adequada para a indução floral artificial (SAMPAIO et al., 2011). Na mensuração de caules de abacaxizeiros valores crescentes em função do desenvolvimento indicam que produtos oriundos da fotossíntese são armazenados pelas plantas nessa região (SOUZA, 2007).

Cardoso et al. (2013), obtiveram diâmetro de caules médio de 5,81 cm para abacaxi 'Vitória'. Souza, (2007) verificaram aos 11 meses após plantio, caules de abacaxi 'Pérola' com diâmetro, 5,5 cm, sendo superior aos encontrados por Aguiar Júnior, (2014) com a cv. 'Turiaçu' com média de 4,57 cm porém, aos 14 meses de plantio, próximo ao florescimento. Maia et al., (2012) relataram a diminuição do diâmetro do caule do abacaxizeiro na ocasião do florescimento onde as reservas acumuladas são translocadas para o desenvolvimento do fruto. Relação fonte - dreno descrita por Taiz e Zeiger (2004).

4.3. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre a produção e qualidade dos frutos

A aplicação de boro via foliar e biofertilizante, não afetaram a massa de casca, massa de coroa, massa do fruto, massa de polpa, rendimento de polpa e produtividade por hectare dos frutos de abacaxi cv. Turiaçu (Tabela 7).

As médias dessas variáveis comportaram-se da seguinte forma: a massa de polpa variou de 338,75 a 382,75 g, massa de coroa, entre 67,40 e 71,50 g, a massa de polpa oscilou entre 1.240,25 a 1.423,65 g, a massa de polpa teve seus valores entre 822,75 e 967,90 g, o rendimento de polpa oscilou entre 66,16 e 68,43% e a produtividade do fruto variou entre 41,34 e 47,45 t.ha⁻¹ (Tabela 7).

Tabela 7

Valores médios das variáveis de qualidade física, rendimento de polpa e produtividade de abacaxi Turiaçu.

Tratamentos	Massa da casca	Massa da coroa	Massa de fruto	Massa de polpa	Rend. de polpa	Produtiv.
	g				%	t.ha ⁻¹
Controle	338,75 a	69,50 a	1.297,80 a	889,55 a	68,43 a	43,25 a
B 4	346,00 a	71,50 a	1.240,25 a	822,75 a	66,16 a	41,34 a
B 8	376,50 a	71,25 a	1.365,75 a	918,00 a	66,96 a	45,52 a
B 12	382,75 a	73,00 a	1.423,65 a	967,90 a	67,80 a	47,45 a
B 4, 8, 12	363,30 a	67,85 a	1.383,85 a	952,70 a	68,41 a	46,12 a
¹ Bio 4, 8, 12	365,50 a	67,40 a	1.328,90 a	896,00 a	67,03 a	44,29 a
p-valor (%)	p = 0,13	p = 1,00	p = 0,32	p = 0,40	p = 1,00	p = 0,32
CV (%)	6,59	10,33	8,60	10,93	3,22	8,60

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1 Biofertilizante bovino.

Em uma revisão de literatura Aular et al., (2014) não verificaram a existência de qualquer estudo que comprove a relação entre a utilização de adubação com boro via mineral ou orgânica sobre a massa do fruto, espessura de casca ou percentagem de casca.

Aguiar, (2014) em sua pesquisa encontrou valores superiores de massa do fruto (1.559,6 e 1535,7 g), massa da coroa (74,5 e 77,4 g) e produtividade (51,9 e 51,1 t.ha⁻¹) superiores às encontradas nesta pesquisa (tabela 8). Araújo et al., (2012) demonstraram massa média de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ de 1.620 g.

Em plantas de abacaxi em que o início da fase reprodutiva ocorre nos períodos com temperaturas e precipitação mais elevadas, a taxa de crescimento foi aumentada. (KIST et al. 2011). Segundo Gonçalves e Carvalho (2000), frutos que iniciam seu desenvolvimento no final do verão (sudeste) chuvoso, com temperatura elevada, tendem a ser de tamanho grande. Essa situação, não aconteceu com os frutos deste experimento (tabela 8). Pois, como ressalta Aguiar Júnior, (2014) tradicionalmente, a época de plantio de abacaxi ‘Turiaçu’, na região produtora, ocorre nos meses de fevereiro a março, de modo que o florescimento natural ocorre por volta de 12 a 13 meses depois, e a formação e desenvolvimento dos frutos ocorre em pleno período chuvoso (abril a junho).

Segundo a Instrução Normativa/SARC nº 001, de 01 do MAPA (2002), frutos de polpa amarela, em que se encaixa o ‘Turiaçu’ são classificados como classe 3, ou seja, com massa superior a 1.500 g, já os frutos deste experimento que apresentaram

entre 1.200 e 1.500 g, estão classificados como classe 2.

A média de massa de coroa de abacaxi ‘Turiaçu’ deste experimento foi entre 67,40 e 71,50 g (Tabela 8), enquanto que para ‘Vitória’, foi de 131,0 g (VENTURA et al., 2010), ‘Pérola’ de 108 a 214 g (PEREIRA et al., 2009), ‘Smooth cayenne’ com 121,3 (SAMPAIO et al., 2011) e ‘Turiaçu’ com 61,1 g (ARAUJO et al, 2012).

Estresse temporário durante o crescimento da folha pode causar variações em suas dimensões ou na epinescência (D’EECKENBRUGGE e LEAL, 2003), o que pode justificar um maior crescimento da coroa, devido a um pequeno déficit no período de agosto a dezembro (Figura 1), momento em que a planta ainda está em crescimento vegetativo.

Quanto ao rendimento de polpa, o experimento de Aguiar Júnior, (2014) atingiu valores de 70,4%, ligeiramente superior aos encontrados neste experimento. Araujo et al. (2012) descreveram rendimento de polpa de 64,8 % para abacaxi ‘Turiaçu’, com valores ligeiramente menores aos valores encontrados neste trabalho (Tabela 7).

Embora a produtividade dos frutos tenha se mantido dentro da produtividade esperada (41,34 e 47,45 t.ha⁻¹), para a adubação feita na área experimental, esta manteve-se abaixo da obtida por Aguiar Júnior, (2014), que utilizou adubação e produtividades esperadas semelhantes, que atingiu níveis entre 51,9 e 51,1 t.ha⁻¹.

Os resultados abaixo do esperado obtidos neste experimento, podem ter uma provável explicação, na já citada área de compactação presente no experimento, que pode ter dificultado o crescimento normal das raízes e conseqüentemente reduzido o potencial de crescimento dos frutos.

Em frutos da variedade Smooth Cayenne a produtividade não foi afetada significativamente pelas diferentes fontes de B, porém, alcançou uma alta produtividade, mesmo com teores no solo abaixo do adequado (MAEDA, 2005).

No que se refere às variáveis de biometria do fruto, os tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante, nenhuma das variáveis sofreu efeito significativo (Tabela 8). O diâmetro da base oscilou entre 8,34 e 8,75 cm, o diâmetro do meio, apresentou valores entre 10,02 e 10,46 cm, o diâmetro do ápice vaiou suas medidas entre 6,40 e 6,69 cm, o diâmetro do eixo central variou entre 2,19 e 2,30 cm, o comprimento da coroa teve seus valores entre 12,83 e 13,84 cm, já o comprimento do fruto sem coroa apresentou médias entre 18,76 e 19,81 cm (Tabela 8).

Tabela 8

Valores médios das variáveis de qualidade física dos diâmetros do fruto e comprimentos do fruto e da coroa do abacaxi Turiaçu.

Tratamentos	Diâmetro	Diâmetro	Diâmetro	Diâmetro	Comp.	Comp. fruto
	da base	do meio	do ápice	do eixo central	da coroa	sem coroa
cm						
Controle	8,48 a	10,02 a	6,40 a	2,27 a	13,20 a	19,40 a
B 4	8,34 a	10,03 a	6,48 a	2,19 a	13,08 a	18,76 a
B 8	8,55 a	10,18 a	6,58 a	2,24 a	13,84 a	19,81 a
B 12	8,75 a	10,30 a	6,69 a	2,28 a	12,87 a	19,76 a
B 4, 8, 12	8,51 a	10,46 a	6,51 a	2,30 a	12,83 a	19,67 a
Bio 4, 8, 12	8,43 a	10,14 a	6,61 a	2,21 a	13,20 a	19,35 a
p-valor (%)	p < 0,10	p = 1,00	p = 1,00	p = 1,00	p = 1,00	p = 0,20
CV (%)	2,12	4,91	5,67	6,39	10,91	3,13

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Biofertilizante bovino.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Bonfim Neto (2010) que trabalhando com a mesma cultivar, encontrou menor valor de Diâmetro do eixo central (DEC) de 2,30. Pedreira et al. (2008) trabalhando com a cultivar Pérola, também encontraram valores de DEC próximos aos obtidos neste estudo. Um estudo realizado por Maeda (2005) revelou que fontes de B e de Zn não exerceram efeito no diâmetro médio do fruto, comprimento do fruto sem coroa.

A média de eixo central, para abacaxi ‘Turiaçu’ encontrado por Araújo et al., (2012) foi de 2,5 cm. Para outras cultivares, a importância do eixo central está no processamento, de maneira que, o eixo central ou coração é descartado devido a consistência dura e acidez elevada, porém tal fato não é caracterizado para o ‘Turiaçu’, que possui consistência mais mole e pode ser consumido junto a polpa, sem alteração do sabor (Aguiar Júnior, 2014). Cabral et al., (2009) relataram média de eixo central de 2,4 e 2,8 cm para ‘Pérola’ e ‘Smooth caynne’, respectivamente.

Os valores do diâmetro do eixo central deste experimento foram ligeiramente inferiores ao apresentado por Bonfim Neto (2010), Araújo et al., (2012) e Santos, (2013) neste último, sendo esta uma notícia promissora, pois é interessante que o DEC seja baixo (porção fibrosa do fruto), embora em Turiaçu ele seja tenro e normalmente consumido com a polpa.

As variáveis de diâmetros da base, meio e ápice, foram bem inferiores aos encontrados por Bonfim Neto (2010), já o comprimento da coroa foi superior ao encontrado por este mesmo autor.

As variáveis apresentadas na tabela 9, acidez titulável (AT), teor de sólidos solúveis totais (SST), relação SST/AT e pH, não apresentaram diferença estatística entre si, em relação a qualquer dos tratamentos aplicados.

De acordo com Siebeneichler et al., (2002), aplicações foliares de bórax foram eficientes para elevar os teores de B nas folhas das plantas de abacaxi, contudo não foi suficiente para alterar a massa do fruto e as características físicas e químicas, com exceção do conteúdo de sólidos solúveis que sofreu ligeiro aumento.

Tabela 9

Valores médios de acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (SST/AT) e pH.

Tratamentos	AT %	SST °Brix	SST/AT	pH
Controle	0,41 a	16,51 a	40,34 a	3,80 a
B 4	0,42 a	15,51 a	36,94 a	3,70 a
B 8	0,42 a	16,52 a	39,31 a	3,74 a
B 12	0,44 a	16,35 a	36,64 a	3,85 a
B 4, 8, 12	0,38 a	16,55 a	43,31 a	3,79 a
¹ Bio 4, 8, 12	0,42 a	16,44 a	39,15 a	3,80 a
p-valor (%)	p < 0,10	p = 0,26	p = 0,11	p = 0,34
CV (%)	5,83	4,09	8,50	2,49

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ¹Biofertilizante bovino.

Os valores de AT foram superiores (0,31 %), SST foram semelhantes (16,07 °Brix) e SST/AT e pH bem inferiores (51,84 e 4,37 respectivamente) aos encontrados por Bonfim Neto, (2010). Já, quanto a Aguiar Júnior, (2014) os valores de AT (0,47 %) e SST (16,7 ° Brix), SST/AT (37,1 a 36,7) e o pH (3,8) apresentaram alguma semelhança. Em comparação a Santos, (2013) que também trabalhou com experimento de aplicação de boro, os resultados foram: superiores para a AT (0,34 %), semelhante para SST e pH (15,98 °Brix e 3,8 respectivamente) e a relação SST/AT foi inferior (47,18).

De uma forma geral, todos os tratamentos apresentaram frutos com teores de açúcares elevado, comprovando ser esta uma característica peculiar desta variedade, quando se considera que a partir de 12 °Brix os frutos já podem ser colhidos (Tabela 9). Segundo Huert (1958), nos frutos em estádios mais avançados de maturação, a base tem sempre mais açúcares do que o topo. Em um mesmo nível, a porção mediana é mais rica em açúcares do que o cilindro central e a camada subepidérmica.

A acidez do abacaxi é devida, principalmente, aos ácidos cítricos e málico, que contribuem, com 87 % e 13% da acidez total, de modo que estes devam ter sido

os principais responsáveis, pelo teor extremamente elevado de acidez dos frutos deste experimento (Huert, 1958). Nos estudos realizados por Maeda (2005) revelou que fontes de B e de Zn não exerceram efeito nos teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável.

A importância da relação SST/AT está no fato de que em produtos cítricos, os ácidos orgânicos que geram acidez e os carboidratos que garantem o sabor adocicado, competem pelos mesmos receptores localizados nos poros gustativos da língua (Huert, 1958). De forma que como os frutos deste experimento apresentaram valores baixos de relação SST/AT (Tabela 9) proporciona um sabor levemente ácido, sendo explicado pelo estágio de recém maturação (25% de maturação) em que os frutos foram colhidos, apresentando valores semelhantes a Aguiar Júnior, (2014) e ligeiramente inferiores Santos, (2013) e Araújo et al., (2012).

Siebeneichler et al. (2008a), constataram que a aplicação foliar de B não afetou significativamente o peso e as dimensões do fruto, e de forma sensível o pH do suco, semelhante ao registrado neste trabalho (Tabelas 6, 7, 8 e 9) mas influenciou o seu teor de sólidos solúveis totais (SST). Estes mesmos autores comentam que se observou uma tendência para o aumento do SST em resposta à aplicação foliar de B, sobretudo se feita durante a fase de desenvolvimento do fruto. Este último resultado contrasta com os apresentados nesta pesquisa, devido provavelmente o fato de ser feita a aplicação dos tratamentos de B com meses de antecedência, em relação a formação do fruto.

4.4. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o número e tipo de lesões na casca

A incidência de lesões corticosas típicas (LCT), na base e no ápice dos frutos e as lesões corticosas superficiais (LCS), no ápice dos frutos de abacaxi Turiaçu, não foram influenciadas pela época e fonte de B via foliar ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 10). As médias de LCT na base do fruto ficaram em torno de 0,80 a 2,15, as LCS no ápice ficaram entre 0,05 e 0,12, já as LCS no ápice dos frutos apresentaram médias variando entre 0,75 e 4,72 lesões (Tabela 10).

Entretanto o número de LCS na base do fruto, foram influenciadas pela aplicação de boro via mineral ou biofertilizante, de forma que os tratamentos com boro, via ácido bórico aos 12 meses e aos 4,8 e 12 meses, mostraram-se

estatisticamente superiores ao tratamento com aplicação de biofertilizante, que apresentou as médias mais reduzidas (Tabela 10).

Tabela 10

Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS) na base e no ápice dos frutos de abacaxi Turiaçu, em função da aplicação de B foliar.

Tratamentos	Base		Ápice	
	LCT	LCS	LCT	LCS
Controle	1.25(117) a	14.15(102) ab	0.07(117) a	2.22(119) a
B 4	1.17(106) a	15.72(120) ab	0.05(120) a	0.75(100) a
B 8	1.80(130) a	16.42(124) ab	0.05(120) a	1.57(127) a
B 12	2.15(139) a	20.92(139) a	0.10(120) a	4.72(140) a
B 4, 8, 12	1.20(121) a	21.05(139) a	0.05(120) a	3.37(125) a
¹ Bio 4, 8, 12	0.80(105) a	13.27(96) b	0.12(123) a	1.25(109) a
p-valor (%)	p = 0,13	p < 0,05	p = 0,95	p < 0,10
CV (%)	24,69	22,99	25,21	19,56

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao rank médio dos tratamentos. ¹ biofertilizante bovino.

É interessante verificar que Santos, (2013) utilizando 2 kg ha⁻¹ obteve uma redução de no número de LCT's em relação à testemunha sem aplicação de B via solo, alcançando 2,9 LCT's por fruto, enquanto que neste trabalho, com uma concentração de 2,27 kg ha⁻¹, todos os tratamentos, obtiveram um número médio de LCT's inferiores.

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil regulamentou por portaria, em 2002, a classificação e padrões de comercialização de frutos de abacaxi para todo o território nacional, incluindo exigências qualitativas específicas, além de critérios de tamanhos e graus de maturação aparente dos frutos.

A qualidade dos frutos é, em parte, atribuída às características físicas responsáveis pela aparência externa, entre as quais se destacam o tamanho, o formato e a coloração da casca, além da ausência de manchas e lesões. São essas características que constituirão o primeiro fator de aceitabilidade ou não dos frutos pelos consumidores. Juntamente com as características físicas, a qualidade intrínseca dos frutos tem também grande importância, a qual é atribuída à presença de teores de vários constituintes físico-químicos e químicos da polpa.

Já em relação ao número de lesões corticosas por fruto (Tabela 10), possivelmente associada à deficiência de B (SIEBENEICHLER et al., 2005; 2008a), todos os tratamentos que receberam aplicação de B foliar, independente da fonte (mineral ou biofertilizante), apresentaram lesões na casca, entretanto um destaque

deve ser dado ao tratamento com biofertilizante, que apresentou o menor número de lesões em todas as categorias. As referidas lesões depreciam a aparência e valor do fruto, mesmo sem afetar a polpa.

Esses resultados foram corroborados por autores como Amin et al., (2013), que encontraram em seus experimentos influência significativa da aplicação foliar de diversos tipos de biofertilizantes sobre as características químicas e físico químicas dos frutos, em outras culturas frutícolas e hortícolas.

Segundo Siebeneichler (2008b), a deficiência de B provoca sintomas tais como: frutos deformados e menores, com formação de excrescência corticosa ou secreção de goma entre os frutinhas, rachaduras entre estes preenchidas com excrescência corticosa. O que se deve ao fato de que, esses sintomas ocorreriam frequentemente em razão da insolubilização do B no solo, resultante do déficit hídrico ou do pH muito elevado do solo. É provável que o potássio aplicado possa ter elevado o pH na zona radicular e afetado a absorção do B. Deve-se considerar também que a formação e maturação do fruto ocorre no período de maior déficit hídrico, levando à citada insolubilidade de B e afetando a sua absorção e qualidade do fruto.

Na Tabela 11, estão apresentados os resultados do efeito da aplicação de B via mineral e via biofertilizante sobre o número total de LCT (soma de base e ápice), então pode-se observar que a aplicação do biofertilizante, e de B via mineral, também não apresentaram diferença estatística entre si ao nível de 10% de probabilidade. Já no que se refere ao número total de LCS (soma da base e ápice) pôde-se notar que houve diferença estatística entre os tratamentos de aplicação de boro via mineral e via biofertilizante (tabela 11).

Tabela 11

Valores médios do número de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS) percentagem de redução de lesões na casca de frutos inteiro de abacaxi Turiaçu, função da aplicação de B foliar

Tratamento	LCTs	DP	² Red. (%)	LCS	DP	² Red.(%)
Controle	1,32(116) a	1,97	0,00	16,37(106) ab	4,42	0,00
B 4	1,22(106) a	2,17	-7,55	16,47(115) ab	3,81	0,61
B 8	1,85(132) a	2,29	39,62	18,00(125) ab	1,85	9,92
B 12	2,25(138) a	3,04	69,81	25,65(139) a	9,55	56,64
B 4, 8, 12	1,25(121) a	1,56	-5,66	24,42(138) a	7,82	49,16
¹ Bio 4, 8, 12	0,92(108) a	1,38	-30,19	14,52(96) b	2,16	-11,30
p-Valor (%)	p= 0,17	-	-	p< 0,10	-	-
CV (%)	20,20	-	-	21,90	-	-

Médias seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 10% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ranks médios. ¹Biofertilizante bovino. ²redução percentual no número de lesões em relação à testemunha (sem B)

Do apresentado na Tabela 11, verifica-se que os tratamentos de aplicação de B via mineral aos 4 meses e aos 4,8 e 12 meses, apresentaram uma redução de 7,55 e 5,66% respectivamente, já o tratamento com aplicação de boro via biofertilizante, foi o que proporcionou a maior redução percentual (30,19%) do número de LCT's encontradas em relação a testemunha. Em comparação aos resultados encontrados por Santos, (2013), pode-se verificar que a redução percentual dos tratamentos mais efetivos na redução de LCT's deste trabalho mostraram-se tão eficientes quanto os tratamentos com aplicação entre 2 e 6 Kg.ha⁻¹ de B via solo. Tal fato mostra que a adubação foliar complementar, se mostrou com maior eficiência em relação a adubação via solo.

Ainda não foi definido um nível de tolerância em relação ao número de lesões corticosas típicas em abacaxi Turiaçu, que se constitui problema grave à aparência e qualidade dos frutos, pois causa fendilhamento profundo entre os frutinhos, formação de excrescência corticosa de coloração marrom escura e sugere, ao consumidor, que a polpa seja danificada, fato que somente ocorre em casos extremos. Baseado nos resultados, e considerando a grande superfície da casca do abacaxi, pode-se inferir que a presença de até 1 (uma) lesão (LCT) na casca do fruto seja aceitável comercialmente, situação que foi proporcionada pelo tratamento com biofertilizante e com B mineral em aplicação única aos 4 meses e aos 12 meses. Nas lesões superficiais ocorre pequena formação de excrescência corticosa pardacenta entre os frutinhos, mas sem fendilhamento da casca. Infere-se que em situações de

deficiência de B as lesões superficiais podem evoluir para LCTs, especialmente na base dos frutos, onde as mesmas estão mais concentradas.

Em sua revisão sobre a técnica de aplicação foliar de macro e micronutrientes, Mocellin, (2004) apresentou que na maioria das aplicações foliares deve conter nitrogênio para agir como um eletrólito carregando os íons de micronutrientes para dentro da planta e pequenas quantidades de fósforo são recomendadas para a circulação interna. Essas características de relativa riqueza de nutrientes necessária para que todas as relações nutricionais e de absorção de nutrientes, só poderiam ser cumpridas com a utilização do biofertilizante, pois como se sabe o biofertilizante possui quase todos os nutrientes necessários a boa nutrição da planta.

Em contrapartida, nas plantas de abacaxi, foi encontrada a presença de manitol e sorbitol no fruto, itois considerados carregadores do B em plantas de abacaxi. A soma dessas características (planta-nutriente) provavelmente foi a principal responsável pela maior redução percentual, com menor desvio dos valores, no que se refere a contagem de LCT total nos frutos de abacaxi Turiaçu, (Tabela 11).

Na Figura 9, são apresentadas as frequências percentuais dos números de LCT's para cada tratamento, e de maneira geral, pode-se observar que todos os tratamentos apresentaram frutos com percentual de 0 LCT's superiores a 35%, com até uma lesão todos os tratamentos foram superiores a 57,5% e com até 2 lesões, o percentual de lesões atingiu um nível mínimo de 67,5%.

Vale ressaltar que a disponibilidade de B para as plantas varia com a textura do solo, como exemplo, em solos arenosos, essa disponibilidade é muito baixa devido à baixa capacidade de adsorção desses solos, à lixiviação do B e ao pH ácido do solo (Dantas, 1991). Entretanto, como pôde ser observado nas Tabelas 1 e 2 o solo da área experimental, apresenta uma granulometria intermediária (franco), e pH dentro da faixa aceitável (5,1) para a cultura que possibilita uma manutenção do B no solo, estando assim disponível para a planta. Um teor de B considerado médio (tabela 1). Segundo vários autores (Boaretto et al.,1999; Malavolta et al.,1997; Malavolta, 1992; Jones et al., 1991), esta situação poderia ser um atenuante e se configurando

como uma provável explicação do porquê o tratamento testemunha se comportou de forma semelhante aos melhores tratamentos com B.

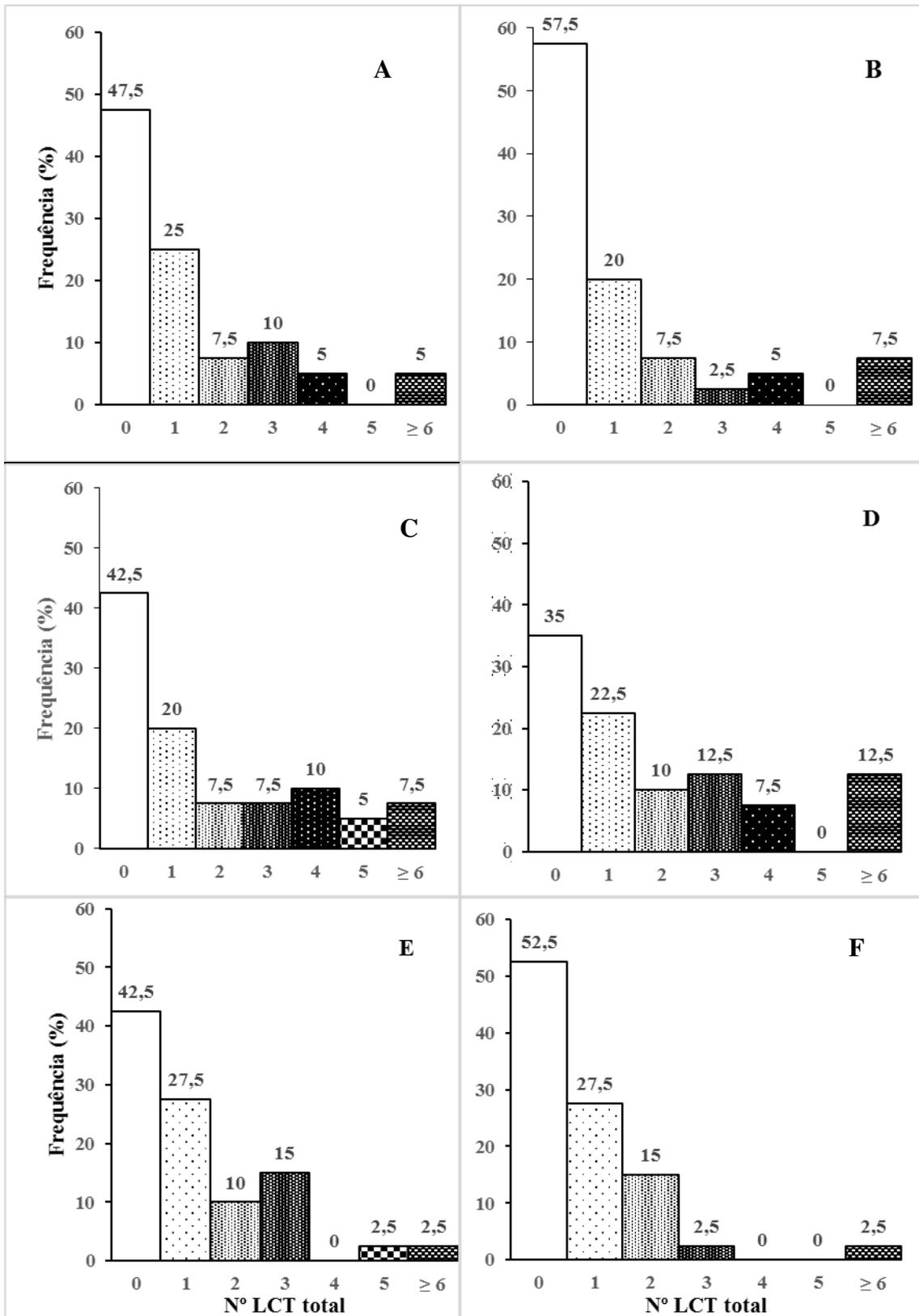


Fig. 9. Frequência percentual de LCT total em frutos de abacaxi Turiacu em função dos tratamentos: **A** – sem B, **B** – B mineral aplicado aos 4 meses, **C** – B aplicado aos 8 meses, **D** – B aplicado aos 12 meses, **E** - B aplicado aos 4, 8 e 12 meses, e **F** – B via biofertilizante aplicado aos 4,8 e 12 meses.

4.5 Correlação entre número de lesões e a qualidade do fruto

A matriz de correlação mostra que a variável de sólidos solúveis se correlacionou positivamente com a variável pH e negativamente com acidez titulável e as lesões na base; a variável acidez titulável, com exceção da citada anteriormente, se correlacionou apenas com o pH de forma inversa; já a variável pH, salvo as já citadas, se correlacionou negativamente com o número de lesões corticosas na base. Pode-se observar na mesma tabela que as lesões corticosas na base, não citando as já mencionadas, se correlacionou só com as lesões superficiais na base e no ápice de forma positiva; e as lesões superficiais na base, sem falar das já citadas, se correlacionou apenas positivamente com as lesões superficiais no ápice. E finalmente, o número de lesões corticosas no ápice, sem falar nas anteriores, se correlacionou diretamente apenas com as lesões superficiais no ápice (Tabela 12).

A análise de correlação linear simples de Pearson entre caracteres da planta e do fruto de abacaxi ‘Turiaçu’ (Tabela 12) revelou coeficientes mediantemente significativos, para algumas variáveis, destacam-se, entre as correlações negativas e significativas, o teor de sólidos solúveis e a acidez, indicando a possibilidade de se colher frutos no estágio inicial ou intermediário de maturação para obter-se valores de acidez em faixas mais elevadas e adequadas ao consumo, resultado corroborado por Araújo et al., (2012), para a mesma cultivar e semelhantes aos verificados para ‘Smooth Cayenne’ e ‘Vitória’ (VENTURA et al., 2009).

Tabela 12

Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis químicas: Teor de sólidos solúveis totais (SST), Acidez titulável (AT), relação SST/AT, Proporção de hidrogênio (pH), e de número de lesões dos frutos: Lesão Corticosa Típica na base do fruto (LCT base), Lesão Corticosa Superficial na base do fruto (LCS base), Lesão Corticosa Típica no ápice do fruto (LCT ápice), Lesão Corticosa Superficial no ápice do fruto (LCS ápice).

	AT	pH	LCT base	LCS base	LCT ápice	LCS ápice
SST	-0.31*	0.67**	-0.32*	-0.28*	0.01ns	-0.20ns
AT		-0.48**	0.19ns	-0.07ns	0.16ns	-0.08ns
PH			-0.31*	-0.06ns	-0.19ns	-0.16ns
LCT base				0.44**	0.28ns	0.64**
LCS base					0.17ns	0.55**
LCT ápice						0.48**

*, ** e ns, Significativo pelo teste t aos níveis de 5 e 1% respectivamente e correlação não significativa.

Contribuindo com a definição de um nível de tolerância em relação ao número de lesões corticosas típicas em abacaxi Turiaçu, que se constitui grave problema à aparência e qualidade dos frutos e considerando a grande superfície da casca do abacaxi, considera-se que a presença de até 1 (uma) lesão (LCT) na casca do fruto seja aceitável comercialmente, situação que foi proporcionada pelo tratamento com biofertilizante e com B mineral em aplicação única aos 4 meses e aos 12 meses.

Considerando-se a baixa fertilidade natural dos solos de Serra dos Paz, Município de Turiaçu, aliado ao regime pluviométrico bem definido com intenso e longo período chuvoso e a longa fase vegetativa da cultura, e pelo fato da totalidade dos produtores não realizarem a adubação mineral ou orgânica (Chaves, 2012), a simples utilização de insumos tais com adubos minerais ou orgânicos, proporcionariam uma melhora significativa na qualidade geral dos frutos de abacaxi Turiaçu, como observado nesta pesquisa.

Entretanto, não pode ser deixado de se considerar uma utilização mais contundente de insumos externos, tais como a utilização de adubos a base de micronutrientes, e principalmente insumos orgânicos, entre eles o biofertilizante (com variação de concentração e doses), que são sabidamente fornecedores de uma nutrição balanceada a uma vasta gama de vegetais explorados economicamente.

Embora não tenha afetado significativamente variáveis importantes como as relacionadas ao crescimento vegetativo e nutricional da planta, biometria dos frutos e produtividade, o biofertilizante exerceu, neste trabalho, papel fundamental na redução e controle de LCT's e LCS's na casca dos frutos de abacaxi Turiaçu, sendo o responsável pelos melhores níveis de controle das lesões, objetivo principal desta pesquisa.

Aliado às boas características de peso, cor e qualidade físico-química do fruto, o abacaxi 'Turiaçu', nas condições atuais de cultivo, carece de mais informações para que possa ser confirmada a melhor época de aplicação, o melhor número de parcelamentos e a melhor concentração de biofertilizante que melhor proporcione resultados mais satisfatórios em relação a redução de lesões da casca.

5. CONCLUSÕES

A aplicação de boro via ácido bórico aos 4, 8 e 12 meses reduziram o número de lesões corticosas superficiais.

A aplicação de boro via ácido bórico aos 4, 8 e 12 meses proporcionou os maiores teores de boro tanto na parte clorofilada quanto na parte aclorofilada da folha D.

A aplicação de boro, via ácido bórico e via biofertilizante, e nas doses e condições experimentais, não reduziram o número de lesões corticosas típicas.

A aplicação de boro, via ácido bórico e via biofertilizante, e nas doses e condições experimentais, não influenciaram nas características químicas e físicas dos frutos, vegetativas e reprodutivas da planta exceto a relação comprimento/largura de folha D.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JÚNIOR, R. A. **Desenvolvimento vegetativo e qualidade de frutos de abacaxi Turiaçu, em função da época de plantio e mulching.** Dissertação (Mestrado em agroecologia). 2014. 126f. São Luís, Universidade Estadual do Maranhão, [2014].

AGUIAR JÚNIOR, R. A.; ARAUJO, J. R. G. **Influência de diferentes substâncias indutoras no florescimento da planta e qualidade dos frutos de abacaxi Turiaçu.** 2010. 19f. Relatório Final (PIBIC-Cnpq)-Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2009.

ALMEIDA, D.B. **Caracterização biométricas e físico-química do abacaxi Turiaçu.** 2000. 49f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, [2000].

AMIN, G.A.; BADR, E.A.; AFIFI, M.H.M. Root Yield and Quality of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) In Response to Biofertilizer and Foliar Application with Micronutrients. **World Applied Sciences Journal**. v. 27, n.11, p. 1385-1389, Dec. 2013.

AMORIM, A.; GARRUTI, D.; LACERDA, C.; MOURA, C.; GOMES-FILHO, E. Postharvest and sensory quality of pineapples grown under micronutrients doses and two types of mulching. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 8, n.19, p.2240-2248, May. 2013.

ARAUJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A.; CHAVES, A.M.S.; REIS, F.O., MARTINS, M.R. Abacaxi ‘turiaçu’: cultivar tradicional nativa do Maranhão. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1270-1276, Dez. 2012.

ARAUJO, J.R.G.; MARTINS, M.R.; SANTOS, F. N. Fruteiras nativas - ocorrência e potencial de utilização na agricultura familiar do Maranhão. In: MOURA, E.G. (Coord). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. São Luís: UEMA/IICA, 2004. p. 257-312.

ARAUJO, J.R.G.A.; AGUIAR JÚNIOR, R.A.; CHAVES, A.M.S.; COSTA, O.L.F.; LIMA, W.S.G. **Abacaxi Turiaçu: recomendações técnicas para o produtor**

familiar. São Luís: UEMA-Prefeitura Municipal de Turiaçu. 2011. 9p.

AULAR, J.; CASARES, M.; WILLIAM, N. Nutrição mineral e qualidade do fruto do abacaxizeiro e do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 1046-1054, Dez. 2014.

BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G.B. **The pineapple: botany, production and uses**. (eds). Wallingford: CABI Publishing, 2003. 301p.

BOARETTO, A.E.; CHITOLINA, J.C.; RAIJ, B.van; SILVA, F.C. da; TEDESCO, M.J.; CARMO, C.A.F. de S. do. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F.C. da. (Org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.49-74.

BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. Adubação foliar: Conceituação em prática. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. v. 2, p. 301-320.

BONFIM NETO, A. L. **Caracterização do sistema tradicional “tacuruba” de produção de abacaxi Turiaçu: Perfil dos agricultores familiares e perspectivas de inovação tecnológica**. Dissertação (Mestrado em agroecologia). 2010. 106f. São Luís, Universidade Estadual do Maranhão, [2010].

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. de. **Imperial, nova cultivar de abacaxi**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado Técnico, 114), 2005.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. DE A.; MENEZES JÚNIOR, J.C. DE; PRAZERES, S. DA S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, Mossoró, v.1, n.3, p. 78-86, jan./mar. 2008.

CARDOSO, M. M., PEGORARO, R. F., MAIA, V. M., KONDO, M. K., e Fernandes, L. A. Growth of pineapple 'vitória' irrigated under different population densities, sources and doses of nitrogen. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 769-781, 2013.

CARVALHO, S.L.C.; NEVES, C.S.V.J.; BÜRKLE, R.; MARUR, C.J. Épocas de indução floral e soma térmica do período do florescimento à colheita de abacaxi “Smooth Cayenne”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.430-433, dez, 2005.

CARVALHO, P.C.L. de; SOARES FILHO, W.dos.S.; RITZINGER, R.; CARVALHO, J.A.B.S. Conservação de germoplasma de fruteiras tropicais com a participação do agricultor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.277-281, abr, 2002.

CASTRO, P. R. C. **Princípios de adubação foliar**. Jaboticabal: Funep, 2009. 42p.

CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Brasília: EMBRAPA informações tecnológicas, 2009. 73p.

CHAVES, Afonso Manoel Silva. **Produtividade e qualidade do abacaxi Turiaçu influenciada pelo parcelamento da adubação nitrogenada e potássica**. 2012. 27f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, [2012].

COELHO, RI ; LOPES, J.C. ; CARVALHO, A.J.C.; AMARAL J.A.T.; MATTA, F.D. Nutritional status and growth characteristics of pineapple in dystrophic yellow latosol cultivated in function of NPK fertilization. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v.31, p.1696-1701, Nov/Dec, 2007a.

COELHO, RI ; LOPES, J.C. ; de CARVALHO, A.J.C.; MARINHO, C.S., LOPES, J.C.; PESSANHA, P.G.D. Resposta à adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro ‘smooth cayenne’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29 p.161-165, Abr. 2007b.

D’Eeckenbrugge, G.C.; Leal, F. Morphology, Anatomy and Taxonomy. In: Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G. (eds). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CABI Publishing, 2003. Cap. 2, p. 13 - 32.

Dantas, J.P. Micronutrientes no solo: B. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991, p.113-130.

DAROLT, M.R. **Guia do produtor orgânico**: como produzir em harmonia com a natureza. Londrina: IAPAR, 2002. 41p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 327-354.

DORDAS, C.; SAH, R.; BROWN, P.H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C.P. da; RAIJ, B van; ABREU, C.A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: Legis Summa, 2001. p. 43-70.

FAO - Food and Agriculture organization of the United Nations. **FAOSTAT Countries by commodity. Pineapples**, 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 13 de jan. de 2014.

FEITOSA, H.O.; AMORIM, A.V.; LACERDA, C.F.; SILVA, F.B. Crescimento e Extração de Micronutrientes em Abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, E. p. 706-712, Out. 2011.

GOOR, B.J.V.; LUNE, P.V. Redistribution of potassium, boron, iron, magnesium and calcium in apple trees determined by an indirect method. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 48, n. 1, p. 21-26, Jan, 1980.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes**. Vol. 37, Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010. 91p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2º Distrito de Meteorologia/PA – SEOMA. **Dados de precipitação pluviométrica total, temperatura média e UR. Estação automática: A219** – Turiaçu/MA. 17 de fevereiro de 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades: Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária** - 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 1213 p.

KIST, H. G. K., RAMOS, J. D., SANTOS, V. A., e RUFINI, J. C. M. . Fenologia e escalonamento da produção do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no Cerrado de Mato Grosso. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.46, p.992-997, 2011.

LABGEO – Laboratório de geoprocessamento. **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA, 2010.

LOESCHER, W.H.; EVERARD, J.D.; CANTINI, C.; GRUMET, R. Sugar alcohol metabolism in source leaves. In: MADORE, M.A.; LUCAS, W.J. (Ed.). **Carbon partitioning and source-sink interactions in plants: current topics in plant physiology**. Rockville: American Society of Plant Physiologists Series, v.13, 1995. p. 170-179.

REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura/Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77p.

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of bromeliad binomials**. 11th Edn. Florida: The Bromeliad Society International Sarasota, 2008. 114p.

MAEDA, A.S.; BUZETTI, S.; BOLIANI, A.C.; BENETT, C.G.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M; ANDREOTTI, M. Foliar fertilization on pineapple quality and yield. **Pesquisa. Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 248-253, Abr/Jun, 2011.

MAEDA, Alexandre Sanae. **Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi**. Dissertação (Mestrado em agronomia/Sistema de produção). 2005. 43f. Unidade Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, [2005].

MAIA, L. C. B., MAIA, V. M., ASPIAZÚ, I., e PEGORARO, R. F. Growth, production and quality of pineapple in response to herbicide use. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal , v. 34, n. 3, 2012.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agrônoma Ceres, 1992. 124 p.

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

MAPA. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do abacaxi. Anexo 1. Brasília: MAPA, 2002. (**Instrução Normativa/Sarc nº 001, de 01**).

MARZOUKA, H. A., KASSEM, H. A. Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghoul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers. **Scientia Horticulturae**. v.127, n.3, p.249-254, Jan. 2011.

MOCELLIN, R.S.P. **Princípios da adubação foliar: Coletânea de dados e revisão bibliográfica**. Fertilizantes com micronutrientes - Canoas: Omega fertilizantes, 81p. 2004.

PEREIRA, M.A.B.; DA SILVA, J.C.; DA MATA, J. F.; DA SILVA, J.C.; DE FREITAS, G. A.; DOS SANTOS, L.B.; DO NASCIMENTO, I.R. Uso de biofertilizante foliar em adubação de cobertura da alface cv. Verônica. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Santa Cruz, v.3, n.2, p. 129-134, Mai/Ago, 2010.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim técnico nº100: Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed, Campinas: Fundação IAC, 1997, 285p.

RAMOS, M.J.M; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C.; PINTO, J.L.A.; SILVA, J.A. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de B em abacaxizeiro ‘Imperial’. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n.1, p.252-256, Mar, 2009.

RAMOS, M.J.M; MONNERAT, P.H.; PINHO, L.G.R.; SILVA, J.A. Deficiência de macronutrientes e de B em abacaxizeiro ‘Imperial’: composição mineral. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 261-271, Mar, 2011.

REINHARDT, D.H.R.C.; CUNHA, C.A.P. **Controle da época de produção do abacaxizeiro**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2000. 2p. (Comunicado Técnico N° 30).

ROHRBACH, K.G. e JOHNSON, M.W. Pests, Diseases and Weeds. In: BARTHOLOMEW, D.P., PAULL, R.E., ROHRBACH, K.G. **The pineapple: botany, production and uses**. Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G. (eds). CABI Publishing, Wallingford, UK., 2003. 301 p.

ROSOLEM, C.A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Monografia (Especialização em fertilidade do solo e nutrição de plantas no agronegócio). 2002. 98f. – Fundação de apoio ao ensino, pesquisa e extensão, Universidade Federal de Lavras, [2002].

SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T.F.; LEONEL, S.; Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 816-822, 2011.

SAMPÁIO, L.R. **Desempenho de cultivares de abóbora em sistemas agroflorestais de leguminosas arbóreas associado com suplementação de biofertilizante**. Dissertação (Mestrado em agroecologia). 2012. 77f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, [2012].

SANTOS, A. W. O. **Controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. Turiaçu fertilizado com boro**. Dissertação (Mestrado em agroecologia). 2013. 90f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, [2013].

SHIMBO, S.; ZHANG, Z. W.; WATANABE, T.; NAKATSUKA, H.; MATSUDA-INOBUCH, N.; HIGASHIKAWA, K.; IKEDA, M. Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998–2000. **Science of the Total Environment**. v.281, n.1-3, p.165-175. Dec. 2001.

SHU, Z.H.; OBERLY, G.H.; CARY, E.E. Mobility of foliar-applied Boron in one-year-old peaches as affected by environmental factors. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.17, n.7, p. 1.243-1.255, Jul, 1994.

SIEBENEICHLER, S. C.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de. SILVA, J. A. da. B em abacaxizeiro 'Pérola' no norte fluminense: teores, distribuição e características do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.3, p. 787-793, Set, 2008a.

SIEBENEICHLER, S.C.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J. C. de; SILVA J. A. da. Composição mineral da folha em abacaxizeiro: efeito da parte da folha analisada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.194-198, Jan, 2002.

SIEBENEICHLER, S.C.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J. C. de; SILVA J. A. da. MARTINS, A.O. Mobilidade do B em plantas de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27. n.2, p. 292-294, Ago, 2005.

SIEBENEICHLER, S.C.; MONNERAT, P.H.; SILVA, J.A.Da. Deficiência de B na cultura do abacaxi 'Pérola'. **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 38, n. 4, p. 651 – 656, Des, 2008b.

SOARES, M. R.; ALLEONI, L. R. F. Parâmetros termodinâmicos da reação de adsorção de boro em solos tropicais altamente intemperizados. **Química Nova**, v. 28, n. 6, 1014-1022, Ago. 2005.

SOUZA, L.F.S. **Os Micronutrientes e o abacaxizeiro**. Abacaxi em Foco. Cruz da Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2007. 2p. (Comunicado Técnico, nº 39)

TAIZ, L.e ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre : Artmed, 2004. p.693.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. Vitória: new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 822, p. 51- 56, 2009.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Instituto Adolfo Lutz. 2005. 1020p.