

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

GIRLAYNE VELOSO PINHEIRO

**DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DO ABACAXI 'TURIAÇU' E RELAÇÃO
COM OCORRÊNCIA DE LESÕES CORTICOSAS NOS FRUTOS EM PRÉ E
PÓS- COLHEITA**

SÃO LUÍS-MA
2017

GIRLAYNE VELOSO PINHEIRO
Engenheira Agrônoma

**DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DO ABACAXI 'TURIAÇU' E RELAÇÃO
COM OCORRÊNCIA DE LESÕES CORTICOSAS NOS FRUTOS EM PRÉ E
PÓS- COLHEITA**

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. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

Coorientador: Dr. Augusto César Vieira Neves Junior

**SÃO LUÍS-MA
2017**

Pinheiro, Giralayne Veloso.

Diagnóstico nutricional do abacaxi 'Turiaçu' e relação com ocorrência de lesões corticosas nos frutos em pré e pós-colheita / Giralayne Veloso Pinheiro. – São Luís, 2018.

85 f

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis.

1. *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril). 2. Sistema de cultivo. 3. Qualidade de frutos. 4. Adubação foliar. I. Título.

CDU 634.774(812.1)

GIRLAYNE VELOSO PINHEIRO

**DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DO ABACAXI 'TURIAÇU' E RELAÇÃO
COM OCORRÊNCIA DE LESÕES CORTICOSAS NOS FRUTOS EM PRÉ E
PÓS- COLHEITA**

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. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

Coorientador: Dr. Augusto César Vieira Neves Junior

Aprovado em: 18/12/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis - Orientador

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof. Dr. Fábio Afonso Mazzei Moura de Assis Figueiredo

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado a me guiar, me proteger e livrar de todo mal. A Deus porque sem ele nada eu seria e nada seria possível. A Deus, pois seu amor e sua misericórdia me permitiu superar todos os desafios para chegar até aqui. A ti Senhor, sou imensamente grata!

Aos meus pais José Ribamar e Jacqueline pela educação recebida, por todo incentivo e amor, pois se nada me faltou e pude me dedicar integralmente aos meus estudos foi graças a todo esforço feito por vocês. Amo vocês!

Ao meu noivo Bruno Coelho, por todo seu companheirismo e dedicação. Por acreditar em mim, me incentivar e por não ter medido esforços para me auxiliar na conclusão deste trabalho. Obrigada por tudo.

Ao amigo querido Luís Carlos Ferreira, por toda ajuda durante a execução deste trabalho e por ser uma pessoa maravilhosa sempre disposta a ajudar o próximo.

Agradeço ao meu orientador Doutor Fabrício de Oliveira Reis pela confiança, pelo apoio e por ser uma referência de profissional. Obrigada por ter enriquecido esta caminhada!

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia por ter dado subsídios a este estudo.

Agradeço aos companheiros do Laboratório de Pós-Colheita – LAPOC, por toda ajuda ao longo da execução deste trabalho.

Agradeço carinhosamente à valiosa e inestimável ajuda do Dr. José Ribamar Gusmão Araújo. Obrigada!

RESUMO

O plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ realizado no município de Turiaçu, Maranhão, localizado na microrregião do Gurupi (Amazônia Maranhense), é basicamente familiar, em sistema itinerante de corte e queima ainda passando por inovações no processo produtivo. Um problema que deprecia o valor comercial da cv. ‘Turiaçu’ e dificulta a conquista de novos mercados é a presença de lesões corticosas na casca do fruto que parece resultar de uma desordem fisiológica. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento sobre a ocorrência de lesões em frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’ provenientes do sistema de cultivo de corte e queima e estudar a relação entre o estado nutricional das plantas de abacaxi ‘Turiaçu’ com a ocorrência das lesões corticosas nos frutos. Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos foram submetidos ao teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico MINITAB® 16. Foram feitos histogramas de frequências percentuais, para os valores de contagem total de lesões corticosas típicas e lesões corticosas superficiais dos frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’. De um modo geral, pode-se inferir que a safra 16/17 apresentou frutos com melhor qualidade comercial, uma vez que obteve uma frequência de frutos sem lesão e uma diminuição da frequência no grupamento ≥ 50 lesões por fruto, em comparação à safra 15/16. A gravidade da situação da presença de lesões corticosas típicas foi evidenciada nas propriedades que cultivaram o abacaxi na situação de roça no toco, aonde os frutos de um modo geral, nas duas safras apresentaram frutos com grande quantidade de lesões típicas, caracterizando frutos com baixo potencial de mercado, sendo um fenômeno generalizado na região e agravado em cultivos que não recebem nenhum tipo de adubação. A aplicação de boro via foliar proporcionou elevados teores de boro na folha D, contudo, nem o boro e nem o biofertilizante, influenciaram as características químicas e biométricas dos frutos, exceto pelo comprimento de fruto sem coroa/massa do fruto. A aplicação de biofertilizante reduziu o número de lesões corticosas típicas, na base dos frutos, enquanto a aplicação de boro, via foliar e biofertilizante não reduziram o número de lesões corticosas superficiais.

Palavras-chave: *Ananas comosus* var. *comosus* L. (Merril). Sistema de cultivo. Qualidade de frutos. Desordem fisiológica. Adubação foliar. Lesão corticosa.

ABSTRACT

The 'Turiaçu' pineapple plantation, located in the municipality of Turiaçu, Maranhão, located in the Gurupi (Amazon Maranhense) micro-region, is basically familiar, in a roving cutting and burning system still undergoing innovations in the production process. A problem that depreciates the commercial value of cv. 'Turiaçu' and makes difficult the conquest of new markets is the presence of corticosteroid lesions in the fruit bark that seems to result from a physiological disorder. The objective of this study was to evaluate the occurrence of lesions in pineapple cv. 'Turiaçu' from the cutting and burning cropping system and to study the relationship between the nutritional status of 'Turiaçu' pineapple plants with the occurrence of corticosteroid lesions in fruits. The data related to the count of lesions in the fruits peel were submitted to Student's t-test at the 5% probability level. The statistical software MINITAB® 16 was used. Percent frequency histograms were used for the total count values of typical corticosteroid lesions and superficial corticosteroid lesions of pineapple cv. 'Turiaçu'. In general, it can be inferred that the 16/17 crop presented fruits with better commercial quality, since it obtained a frequency of fruits without injury and a decrease of the frequency in the grouping ≥ 50 lesions per fruit, in comparison to the harvest 15 / 16. The severity of the situation of the presence of typical corticosteroid lesions was evidenced in the properties that cultivated the pineapple in the field stump situation, where fruits in general, in the two harvests, presented fruits with a large number of typical lesions, characterizing fruits with low potential of market, being a generalized phenomenon in the region and aggravated in crops that do not receive any type of fertilization. The application of boron via leaf gave high levels of boron in leaf D, however, neither boron nor biofertilizer, influenced the chemical and biometric characteristics of the fruits, except for fruit length without crown / fruit mass. The application of biofertilizer reduced the number of typical corticosteroid lesions at the base of the fruits, whereas the application of boron, via foliar and biofertilizer did not reduce the number of superficial corticosteroid lesions.

Key words: *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril). Cultivation system. Fruit quality. Physiological disorder. Leaf fertilization. Corticosteroid injury.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Condições de Cultivo: A- Cultivo Roça no Toco; B- Cultivo Tradicional.....	38
FIGURA 2. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 15/16.....	43
FIGURA 3. Frequência percentual de lesões corticosas superficiais totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 15/16.....	43
FIGURA 4. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 16/17.....	45
FIGURA 5. Frequência percentual de lesões corticosas superficiais totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 16/17.....	46
FIGURA 6. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, em duas safras.....	47
FIGURA 7. Localização do município de Turiaçu-MA em relação à cidade de São Luís, capital do estado.....	57
FIGURA 8. Precipitação e temperaturas médias mensais, do município de Turiaçu-MA, de Março de 2015 a Dezembro de 2016.....	58
FIGURA 9. Esquema da parcela experimental	59
FIGURA 10. Fruto circundado para contagem e tipificação de lesão.....	63
FIGURA 11. Frequência percentual de lesões corticosas típicas (LCT) e superficiais (LCS) em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em função dos tratamentos.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Propriedades selecionadas para levantamento de incidência de lesões.....	39
TABELA 2 Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS), provenientes de duas situações de cultivo, em áreas de produtores, na safra 2015/2016.....	41
TABELA 3 Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS), provenientes de duas situações de cultivo, em áreas de produtores, na safra 2016/2015.....	44
TABELA 4 Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da folha ‘D’	66
TABELA 5 Valores médios da biometria da folha ‘D’ de abacaxi cv. ‘Turiaçu’.....	69
TABELA 6 Valores médios da massa fresca e seca de folha ‘D’ de abacaxi cv. ‘Turiaçu’	70
TABELA 7 Valores médios das variáveis de qualidade física de abacaxi ‘Turiaçu’	71
TABELA 8 Valores médios das variáveis biométricas de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’	72
TABELA 9 Valores médios de acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), relação teor de sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/AT) e pH.....	73
TABELA 10 Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS) na base e no ápice dos frutos de abacaxi ‘Turiaçu’	76

SUMÁRIO

CAPÍTULO I:	12
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O cenário da abacaxicultura no Brasil.....	16
2.2 Agricultura familiar e o cultivo de frutícolas	17
2.3 Cultivar ‘Turiaçu’.....	19
2.4 Sistema de cultivo de abacaxi no Maranhão.....	20
2.5 Deficiência nutricional e desordem fisiológica.....	21
2.6 Adubação Foliar.....	22
2.7 O uso de biofertilizante.....	23
2.8 O micronutriente Boro (B).....	24
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO II: LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE LESÕES EM ÁREA DE PRODUTORES	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1 Escolha das propriedades para a amostragem dos frutos.....	38
2.2 Escolha dos frutos para amostragem.....	39
2.3 Avaliação da incidência de lesões corticosas.....	39
2.4 Análise de dados.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1 Qualidade dos frutos da Safra 2015/2016.....	41
3.2 Qualidade dos frutos da Safra 2016/2017.....	44
3.3 Comportamento das Safras.....	47
4. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50
CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE BORO FOLIAR NA REDUÇÃO DE LESÕES EM FRUTOS DE ABACAXI ‘TURIAÇU’	52
RESUMO	53
ABSTRACT	54

1. INTRODUÇÃO.....	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
2.1 Localização e caracterização da área de pesquisa.....	57
2.2 Demarcação e condução do experimento.....	58
2.3 Descrição dos tratamentos e Delineamento experimental	59
2.4 Colheita.....	60
2.5 Características avaliadas.....	60
2.5.1 Determinação do teor de nutrientes na folha ‘D’.....	60
2.5.2 Biometria dos frutos.....	61
2.5.3 Análises química de frutos.....	62
2.5.4 Avaliações da incidência de lesões corticosas.....	63
2.7 Análises Estatísticas.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1 Concentração foliar de macro e micronutrientes.....	65
3.2. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o desenvolvimento da folha ‘D’.....	68
3.3 Efeito do boro mineral sobre a produção e qualidade dos frutos.....	70
3.4. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o número e tipo de lesões na casca de frutos cv. ‘Turiaçu’	75
4. CONCLUSÕES.....	80
5. REFERÊNCIAS.....	81

CAPÍTULO I**INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA**

1. INTRODUÇÃO GERAL

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma fruta apreciada em todo o mundo produzida principalmente em áreas tropicais (KIST et al., 2011). É o representante mais importante da família Bromeliaceae. Estudos de distribuição do gênero *Ananas* indicam que o centro de origem é a região da Amazônia compreendida entre 10°N e 10°S de latitude e entre 55°L e 75°W de longitude, por se encontrar nela o maior número de espécies consideradas válidas até o momento. Assim, a região Norte do Brasil pode ser considerada um segundo centro de diversificação desse gênero (REINHARDT et al., 2000).

No Brasil, a cultura do abacaxi é de grande importância econômica, sendo a terceira fruta tropical em termos de área de produção com ampla distribuição no território nacional (COCK & LEAL, 2012). A colheita ocorre durante todo o ano, mas no primeiro semestre as frutas vêm principalmente da região Norte, com ênfase nos Estados do Pará e Tocantins e, no segundo, de todas as outras regiões, que representam cerca de 70% da produção anual total (ALMEIDA & REINHARDT, 2009).

Apesar de ser uma planta com exigência de água relativamente baixa quando comparada a outras frutas, o abacaxi tem uma demanda contínua de água, que é variável ao longo do ciclo e depende da sua fase de desenvolvimento (MAIA et al., 2016). No entanto, o déficit hídrico pode afetar o peso, qualidade e produção do fruto (SOUZA et al., 2009).

De acordo com Reinhardt et al (2000), o ciclo do abacaxi é dividido em três fases: formação vegetativa, reprodutiva e propágulo. A fase vegetativa é muito distinta, terminando com o início da diferenciação floral ou tratamento de indução floral artificial, enquanto os outros dois se sobrepõem por um longo período de tempo.

No Maranhão, mais precisamente na Microrregião do Gurupi, no município de Turiaçu, é cultivado o abacaxi 'Turiaçu', os frutos da referida cultivar são muito apreciados no mercado consumidor regional, devido ao elevado teor de açúcares, peso médio e polpa amarelada, mas ainda é cultivada com técnicas rústicas e tradicionais (ARAÚJO et al., 2012).

O abacaxi 'Turiaçu', quando maduro, apresenta casca e polpa de cor amarela, características desejadas pelos melhoristas. Estas características constatadas geram grande expectativa em torno do abacaxi 'Turiaçu' e mostram que para a cultivar ganhar

espaço e reconhecimento no cenário nacional, muitas pesquisas precisam ser viabilizadas, executadas, concluídas, publicadas e em especial, divulgada aos produtores (PEREIRA, 2013).

Embora, a cultivar ‘Turiaçu’ apresente qualidades químicas e sensoriais apreciadas pelo mercado consumidor local, a presença de lesões na casca do fruto tem sido a grande preocupação de produtores e pesquisadores da cultivar ‘Turiaçu’. Essa lesão parece estar relacionada a uma desordem fisiológica, ocasionada provavelmente pela deficiência do micronutriente boro, e causa grandes perdas econômicas constituindo-se em um entrave ao avanço e conquista de novos mercados para essa cultivar.

Atualmente, parece estar havendo certa conscientização por parte dos agricultores quanto ao uso e importância de micronutrientes, na produção e qualidade de frutos, em abacaxi, muito pouco se conhece a respeito. Os sintomas de deficiência de boro se caracterizaram por frutos deformados e menores, com formação de excrescência corticosa ou secreção de goma entre os frutinhos, rachaduras entre estes preenchidas com excrescência corticosa ou não. Em abacaxizeiro, alguns sintomas foram descritos, mas, em sua maioria, são provenientes de experimentos realizados em outros países. Provavelmente, os resultados sejam provenientes da cultivar *Smooth Cayenne*, a mais plantada no mundo (SIEBENEICHLER et al., 2008a; SIEBENEICHLER et al., 2008b).

Contudo, a aplicação de boro no solo, em alguns casos, causa fitotoxicidade, uma vez que existe uma faixa estreita entre deficiência de boro e toxicidade para muitas culturas frutíferas (GUPTA, 1979). Além da adubação por fundação que é realizada no momento do plantio, ocorrem as adubações do tipo foliar e por cobertura. A adubação foliar é feita com a pulverização de fertilizantes líquidos, preparados e formulados pelos próprios produtores (GUIMARÃES, 2013).

O uso de produtos alternativos como os biofertilizantes vem crescendo em todo o Brasil. Na busca por insumos menos agressivos ao ambiente e que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, vários produtos têm sido lançados no mercado (DELEITO et al., 2005). Gonçalves et. al (2004) consideraram que o objetivo da maioria das substâncias alternativas utilizadas em sistemas agroecológicos é promover o equilíbrio nutricional das plantas, sendo importante realizar análises da qualidade nutricional do alimento produzido, bem como conservação pós-colheita, pois embora possa não haver incremento significativo de produtividade, a qualidade fisiológica do alimento produzido pode estar sendo alterada.

Estudos da conservação pós-colheita de abacaxis oriundos de diferentes sistemas de produção são necessários para sua validação, permitindo impulsionar o agronegócio, seja pela possibilidade de abastecimento das diferentes regiões brasileiras, seja para incrementar a exportação de frutas frescas (MARTINS et al., 2012).

Portanto, o objetivo do trabalho é estudar a relação entre o estado nutricional das plantas de abacaxi ‘Turiaçu’ com a ocorrência das lesões corticosas nos frutos na pré e pós-colheita e definir se de fato estas lesões são ocasionadas pela deficiência do referido micronutriente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O cenário da abacaxicultura no Brasil

Cerca de 70% do abacaxi é consumido como fruta fresca nos países produtores. As cultivares de abacaxi mais plantadas no Brasil são Pérola e Smooth Cayenne, embora essas duas cultivares sejam responsáveis por mais de 95% da produção brasileira de abacaxi, há campos cultivados com algumas outras cultivares, como Jupi, MD-2, Imperial, Gomo-de-Mel, 'Vitória', além de regionais como 'Quinari', 'Gigante de Tarauacá' e outros cultivados em locais específicos da região amazônica (ALMEIDA & REINHARDT, 2009; TASSEW, 2014; MATOS & REINHARDT, 2009).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas. As áreas exatas de cultivo e os volumes de produção são difíceis de determinar, pois uma grande parcela da produção ocorre em pequenas propriedades para auto consumo, ou venda nos mercados locais (OECD/FAO, 2015). O estado do Maranhão, segundo a produção agrícola municipal – PAM 2013, é o quarto no ranking de produção de abacaxi da região NE, com 1.388 hectares plantados e com mais de 26,6 milhões de frutos colhidos (ESALQ - USP, 2014; IBGE, 2014).

Segundo dados do IBGE (2015), a região Nordeste é a maior produtora de abacaxi do País - 23.151 hectares, respondendo por 37,1% do total da área colhida no Brasil. O estado do Pará é o maior produtor nacional com 11.303 hectares. A maior produtividade (quilos por hectare) é a do Rio Grande do Norte. Isso, devido o uso do sistema de irrigação em grande parte do cultivo da lavoura. Ainda de acordo com o IBGE (2015), o município de Turiaçu, Maranhão, teve uma área plantada de 214 ha e um rendimento médio de 26.397 frutos/ha, enquanto o município de São Domingos do Maranhão teve 1.326 ha de área plantada com abacaxi, com um rendimento médio de 22.381 frutos/ha.

As duas últimas décadas do Brasil foram acompanhadas por um desenvolvimento, impulsionado principalmente pelos fortes esforços de pesquisa realizados pela Embrapa Parceiros no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (REINHARDT & SOUZA, 2000). A partir de 2004, a exportação brasileira de abacaxi fresco mudou significativamente em relação aos Estados de origem, países de destino e cultivares. O Estado do Ceará, no Nordeste do Brasil, tornou-se líder; a União Europeia o principal mercado; e 'MD2' a cultivar mais importante. Embora ainda concentradas no que diz respeito ao destino, as exportações brasileiras de abacaxi chegaram a novos

países importantes, como evidência de abertura de "janelas" para o abacaxi brasileiro no mercado internacional. Isso pode ser o início de um longo caminho para a conquista de uma parcela mais significativa desse mercado internacional, como seria de esperar do papel do Brasil como um dos maiores produtores de abacaxi no mundo (ALMEIDA & REINHARDT, 2009).

De acordo com Ponciano et al. (2006), a cultura do abacaxi possui elevado potencial de expressão econômica e social, uma vez que remunera a mão-de-obra familiar. Com a resolução de problemas relacionados ao manejo adequado de irrigação, ao controle de pragas e doenças típicas do abacaxi, à utilização racional do uso de defensivos, ao melhoramento das cultivares, ao desenvolvimento de embalagens apropriadas, bem como a gerência eficiente dos custos de produção e do processo de comercialização, o produtor poderá produzir frutos de qualidade e aspirar ao mercado externo.

2.2. Agricultura Familiar e o cultivo de frutícolas

A agricultura familiar compreende grande diversidade cultural, social e econômica, podendo variar desde o campesinato tradicional até a pequena produção modernizada. A maioria das definições da agricultura familiar está vinculada ao número de empregados e ao tamanho da propriedade. As principais características dos agricultores familiares são a maior independência de insumos externos à propriedade e o fato de a produção agrícola estar condicionada às necessidades do grupo familiar. No entanto, diversas outras características estão associadas a esse tipo de agricultor, como o uso de energia solar, animal e humana, a pequena propriedade, a grande auto-suficiência, o pouco uso de insumos externos, a força de trabalho familiar ou comunitária, a alta diversidade ecogeográfica, biológica, genética e produtiva, a baixa produção de dejetos e a predominância dos valores de uso que se baseiam no intercâmbio ecológico com a natureza e o conhecimento holístico, empírico e flexível (CRUZ et al., 2006).

Craviotti e Palacios (2014) analisaram algumas estratégias de persistência desenvolvidas pelos produtores familiares frutícolas. Eles identificaram de um lado uma forte tendência para o aumento da diversificação da produção, visando à redução dos riscos climáticos e de mercado, diminuir a incidência de custos fixos e atenuar a sazonalidade das receitas. Por outro lado, foram identificados outros comportamentos (como a certificação dos lotes para a exportação de citros, a realização de um plano de

pulverização sustentado e aconselhamento técnico privado), embora apenas uma minoria de produtores familiares se enquadre neste último cenário (CRAVIOTTI & PALACIOS, 2014).

Quando levado em consideração a importância da fruticultura como uma alternativa para o aumento de renda da agricultura familiar, conclui-se que seu desenvolvimento contribui para a melhor utilização dos recursos, para obtenção de maior renda, bem como para a geração de emprego. O cultivo de frutíferas tem se mostrado uma atividade com elevado efeito multiplicador de renda, dinamizando economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento (FERREIRA et al., 2003).

De acordo com Dias (2010), os quatro milhões de estabelecimentos familiares existentes correspondem a cerca de 60% da produção dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros. A agricultura familiar brasileira responde por 77% da mão-de-obra atualmente ocupada em atividades agrícolas, enquanto que o agronegócio oferece apenas 23% das oportunidades de trabalho no campo (SOUZA et al., 2013).

Um fato a ser destacado no contexto da agricultura familiar é o abandono do campo por parte dos jovens, filhos de produtores que vão em busca de oportunidades de trabalhos nas cidades. O motivo desses filhos não estarem trabalhando com suas famílias, em parte, liga-se ao tamanho das propriedades, que são pequenas, à falta de mecanismos para aumentar a renda, pelo desfavorecimento da política agrícola e, também, devido ao fato de os jovens, talvez por suas próprias índoles ou até pelas “atratividades” das grandes cidades, buscarem novos horizontes e tentarem “construir sua vida” em outro local (PETINARI et al., 2008).

A agricultura familiar no Brasil, com seu enorme potencial produtivo, contribui para a geração de renda e postos de trabalho para as famílias que vivem no campo, o que a torna um importante mecanismo para o desenvolvimento rural. É capaz de manter os filhos, bem como os produtores, no campo, proporcionando boas condições de sobrevivência às famílias, mostrando-se como uma boa alternativa para as pequenas propriedades (GUANZIROLI et al., 2000).

Nesse sentido, uma constatação merece destaque, é inegável que o segmento da agricultura familiar se desenvolve e persiste até hoje. Isso fica evidenciado na significativa quantidade de mão-de-obra relativa à família empregada no campo e à diversidade (em quantidade e qualidade) de produtos oferecidos, por este segmento, para atender as demandas do mercado consumidor interno e mesmo o externo. Por isso,

os agricultores familiares, são considerados essenciais para a produção de alimentos tanto da população rural quanto urbana (FINATTO & SALAMONI, 2008).

2.3. Cultivar ‘Turiaçu’

A planta de abacaxi apresenta folhas com espinhos nos bordos e o número de filhotes por planta varia de 10 a 12. Algumas diferenças observadas no abacaxi ‘Turiaçu’ em relação ao Pérola são: os olhos (cicatriz pistilar dos frutinhos) são mais proeminentes, o que pode facilitar o descascamento e maior rendimento de polpa; presença de micro-brotações na forma de mudinhas na base da coroa; e coloração verde-violácea e até escarlate das folhas terminais quando a planta encontra-se no estágio de florescimento; coloração da polpa amarelo intenso (ARAÚJO et al. 2004).

A cultivar ‘Turiaçu’ é um dos orgulhos maranhenses, muito apreciado e valorado no mercado consumidor local. Trata-se de uma seleção nativa da Amazônia Maranhense que apresenta importância socioeconômica e para a fruticultura no Estado do Maranhão. As características físico-químicas do fruto de abacaxi ‘Turiaçu’ apresentam elevado teor de sólidos solúveis totais (média de 16,1 °Brix), baixa acidez (média de 0,38 %) e elevada relação do teor de sólidos solúveis totais/acidez (42,3) (ARAÚJO et al., 2012). Sabe-se que condições climáticas, estádios de maturação, diferenças varietais, nutrição mineral das plantas, entre outros fatores, exercem influência acentuada na composição química do abacaxi (BENGOZI et al., 2007).

A qualidade do abacaxi ‘Turiaçu’, ao que tudo indica é resultado da combinação de três fatores: a genética superior da cultivar, 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 (ARAÚJO et al., 2012).

Um problema que tem causado preocupação aos produtores e que deprecia o valor comercial da cv. ‘Turiaçu’ é a presença de lesões corticosas na casca do fruto, dando a impressão inicialmente de sintomas causados pela broca do fruto. Análises em diversas amostras de frutos maduros colhidos em áreas de produtores, realizadas no Laboratório de Entomologia da UEMA, não detectaram larvas da praga. Estas lesões são um limitador de mercado, gerando desconfiança junto aos consumidores em relação à qualidade do produto (SANTOS, 2013).

2.4. Sistemas de cultivo de abacaxi no Maranhão

No município de Turiaçu, Maranhão, localizado na microrregião do Gurupi é cultivado exclusivamente o abacaxi ‘Turiaçu’, que sofre forte influência do clima amazônico. Enquanto a cultivar Pérola pode-se encontrar no município de São Domingos do Maranhão maior representatividade sendo composta por grande número de produtores, porém, não está evidente a contribuição em área plantada, pelos pequenos, médios e grandes que realizam o cultivo convencional do abacaxi Pérola (ARAUJO et al., 2004; PEREIRA, 2013).

Os sistemas de plantio mais comuns de abacaxizeiro são os de filas simples e duplas. O plantio em filas simples pode facilitar os tratos culturais, principalmente quando se trata de cultivares com folhas espinhosas, enquanto o de filas duplas permite um maior número de plantas por unidade de área e uma melhor sustentação das mesmas, evitando assim, seu tombamento quando da frutificação, por serem plantadas de modo alternado ou em zigue-zague com relação às duas filas (SANTOS, 2013).

De acordo com relatos de produtores e pesquisadores o plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ é basicamente familiar, em sistema itinerante de corte e queima, com baixo emprego de tecnologias. Segundo a Cooperativa de Produtores e Produtoras de Abacaxi e demais Frutas de Turiaçu (COOPFRUT), composta de 60 associados, a produção de abacaxi ‘Turiaçu’ envolve a participação de 300 famílias e é cultivada em aproximadamente 200 hectares.

A partir do ano de 2006, tiveram início as pesquisas com o abacaxi ‘Turiaçu’, levando a mudanças no sistema de produção, através da adoção de tecnologias como utilização de espaçamentos que proporcionem acima de 30.000 frutos/ha, padronização da colheita via promoção de florescimento, estágio de maturação adequados a comercialização, estas tecnologias vêm garantindo a manutenção e renovação de áreas produtivas, tendo em vista a falta de apoio das autoridades locais, aliados a um sistema de plantio completamente manual (ARAUJO et al., 2010; AGUIAR JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2012).

As tecnologias existentes para a produção de abacaxi estão concentradas nas mãos de produtores localizados na região sudeste ou daqueles que possuem maior poder aquisitivo. Desta forma, o produtor familiar maranhense explora a cultura de forma rústica e tradicional, fato este que ocasiona baixas produtividades e pouca renda aos produtores (AGUIAR JÚNIOR, 2014).

2.5. Deficiência nutricional e desordem fisiológica

O conhecimento da mobilidade dos nutrientes na planta favorece a escolha do tipo de manejo que será adotado na correção ou prevenção de doenças. Quando o nutriente é imóvel na planta, torna-se necessário o fornecimento direto nos novos órgãos em formação; entretanto para elementos móveis, este tipo de manejo é desnecessário (SIEBENEICHLER, 2005).

De acordo com Marcussi (2005) existe forte associação entre a absorção de nutrientes e o desenvolvimento da planta sendo a produtividade extremamente dependente desta associação e do movimento de nutrientes dentro da planta.

O boro é um microelemento essencial para plantas vasculares, e sua deficiência provoca vários distúrbios metabólicos e defeitos de crescimento, principalmente em porções jovens e em crescimento de plantas (LOOMIS & DURST, 1992). A deficiência de boro também provoca uma grande variedade de alterações fisiológicas e bioquímicas na estrutura da parede celular, integridade e função da membrana, atividade enzimática e uma ampla gama de mudanças nos metabólitos de plantas, tais como fenóis, e glutathione (BROWN et al., 2002; DORDAS & BROWN, 2005).

O papel do Boro como elemento estrutural das paredes celulares de plantas e suas implicações para o crescimento das plantas têm sido bem investigados. A parede celular da planta é uma estrutura altamente complexa e dinâmica composta de celulose, hemiceluloses, pectinas, lignina e substâncias incrustantes como cutina, suberina, cera e numerosas proteínas e moléculas inorgânicas. A ligação cruzada de boro com as paredes aumenta a resistência mecânica da parede celular e mantém o crescimento das células da planta impulsionadas por turgor. Embora tenha sido frequentemente relatado que a deficiência de boro leva a estrutura de parede celular anormal com base em observação microscópica, o que exatamente ocorre na arquitetura da parede celular sob esta condição permanece desconhecido (LIU et al., 2014; SHOWALTER, 1993; O'NEILL et al., 2001).

A aplicação de cálcio em plantas cultivadas com um suprimento de Boro adequado não tem efeito sobre a distribuição de B nas plantas, mas o alto suprimento de Cálcio nas plantas promove a absorção de B para a planta (CARPENA et al., 2000). Cálcio e Boro interagem com pectinas e formam polímeros reticulados que torna os constituintes da parede celular mais firme (DONG et al., 2000).

A deficiência de boro em plantas tem múltiplas e diversas conseqüências fisiológicas incluindo anormalidades no transporte de açúcar, respiração, geração de radicais e desintoxicação, e em carboidratos, indol-acético, ascorbato e fenol. Curiosamente, apesar de mais de 50 anos terem decorrido desde que foi descoberta a essencialidade do boro, as razões bioquímicas para muitos destes sinais de deficiência não foram definitivamente identificados (NIELSON, 2016). A acumulação de nutrientes essenciais dentro das células é um dos requisitos primários para o bom funcionamento dos processos metabólicos e fisiológicos (KAYA et al., 2015).

2.6. Adubação foliar

Um programa equilibrado de fertilização de macro e micronutrientes para a nutrição das plantas é essencial para melhorar a qualidade e a quantidade dos produtos (SAWAN et al., 2001). Existem vários fatores que contribuem para o uso de pulverizações foliares contendo micronutrientes, como anatomia vegetal, parênquima aquífero nas folhas, e redução de custos. Os solos tropicais são naturalmente pobres em matéria orgânica, o que normalmente resulta em deficiência de micronutrientes. Esta deficiência pode ser eficientemente corrigida por pulverização foliar, enquanto a aplicação de nutrientes no solo nem sempre proporcionam resultados satisfatórios, devido ao limite entre deficiência e toxicidade (MAEDA et al., 2011).

As pulverizações foliares com fertilizantes, incluindo micronutrientes como zinco, boro, cobre, manganês e ferro, mostraram-se convenientes para uso em campo, têm boa eficácia e resposta muito rápida das plantas (FERNÁNDEZ et al., 2013). Os fertilizantes foliares ajudam a evitar os sintomas de toxicidade que podem ocorrer após a aplicação do solo dos mesmos microelementos (OBREZA et al., 2010). A aplicação cuidadosa de Boro à planta é um processo necessário devido ao limiar estreito entre deficiência e toxicidade de Boro (YUA&RYAN, 2008).

A adubação foliar tem a vantagem de baixas taxas de aplicação, distribuição uniforme e respostas rápidas aos nutrientes aplicados (UMER et al., 1999; MENGEL, 2002). A absorção de B via aplicação de folha, pode ser influenciada por diferentes fatores como as espécies, concentração da solução de aplicação, a permeabilidade da cutícula foliar, umidade relativa do ar e idade (SHU et al., 1994; GOOR & LUNE 1980).

2.7. O Uso de Biofertilizante

Em prol da produção de alimentos visivelmente perfeitos, o trabalhador rural acaba por utilizar produtos químicos que também prejudica a saúde humana, principalmente no momento da aplicação do produto, pois de uma forma ou de outra, ele acaba inalando os produtos, e em alguns casos, o produto também pode penetrar na pele do trabalhador, caso não utilize equipamento de proteção individual (EPI) adequado (GUIMARÃES, 2013).

Uma das alternativas para a suplementação de nutrientes nos cultivos tem sido a utilização de biofertilizantes, que podem ser aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou pulverização sobre as plantas. Prática útil e de baixo custo, principalmente pela crescente procura por novas tecnologias de produção que apresentem redução de custos e a preocupação com a qualidade de vida (TESSEROLI NETO, 2006; ARAÚJO et al, 2007).

A aplicação de biofertilizante, produto resultante da biodigestão de resíduos orgânicos tem sido uma das alternativas utilizadas para mitigar os efeitos da degradação do solo, uma vez que a matéria orgânica atua como agente cimentante entre as partículas aumenta a capacidade de troca de cátions, disponibilizando mais nutrientes às plantas, e servindo como fonte de alimento para a biota do solo. O biofertilizante também possui a função primária em fornecer nutrientes (ALENCAR et al., 2015).

Biofertilizantes são produtos naturais enriquecidos com microrganismos e compostos derivados de seu metabolismo, que podem favorecer o crescimento das plantas por mecanismos diferenciados e que apresentam uma baixa relação C:N, que favorece a rápida mineralização da matéria orgânica (ANSARI et al., 2015; CAS, 2009). A utilização de biofertilizantes líquidos tem proporcionado um crescimento acelerado dos cultivos orgânicos no Brasil (OLIVEIRA et al., 2011).

A utilização de resíduos orgânicos na atividade agrícola é interessante do ponto de vista econômico por proporcionar aumento de produtividade das plantas e reduzir o custo com fertilizantes, além da deposição segura desses materiais no ambiente. Quando devidamente fermentados podem ser usados na produção de biofertilizantes e de compostos orgânicos para adubação via solo, via foliar e produção de culturas, associado ao seu alto valor fertilizante e contribuição econômica ambiental prestada por esses produtos alternativos (FIGUEIREDO & TANAMATI, 2010; SEDIYAMA et al., 2009).

2.8. O micronutriente Boro (B)

O boro é um micronutriente imutável não-metal crítico para crescimento e desenvolvimento de plantas, germinação de pólen e alongamento de tubos do tubo polínico. Está envolvido em alguns processos metabólicos, biossíntese (síntese da parede celular, estrutura, lignificação e integridade da membrana plasmática), e no de metabolismo de carboidratos (SRIVASTAVA & GUPTA, 1996).

Trata-se de um mineral ubíquo que está presente naturalmente, combinado com oxigênio na água do mar, água doce, rochas e solo. É reconhecido como um nutriente essencial para as plantas, assim, todo o material vegetal contém boro. A quantidade de boro biodisponível no solo pode afetar o teor de boro das plantas. (NIELSON, 2016).

Tem sido considerado um micronutriente imóvel nas plantas em geral, por muitos anos. Entretanto, estudos realizados, principalmente a partir da década de 80, demonstraram que esta afirmativa não devia ser generalizada, pois se verificou que este micronutriente é móvel em algumas espécies de plantas, tais como: macieira, ameixeira, cerejeira (BROWN & HU, 1998). A mobilidade do B é possível por este elemento se ligar a compostos que apresentam a configuração cis-diol (polióis ou álcoois polihidroxílicos). Estes compostos são itóis (alcoóis de açúcar) como sorbitol, manitol e dulcitol. O B liga-se a esses compostos e pode ser remobilizado das porções mais velhas da planta para as mais novas (DORDAS et al., 2001; SIEBENEICHLER, 2008).

A demora na manifestação do sintoma de deficiência de B em plantas de abacaxi cultivadas sem adição de B, em solução nutritiva, sugere a possibilidade de esta espécie remobilizar o B (SIEBENEICHLER, 2002) como ocorre em outras espécies. A remobilização ocorre principalmente em plantas que são cultivadas em ambientes com baixa disponibilidade de B para a planta. Em solos com alto teor de B, o transporte deste nutriente ocorre pelo fluxo transpiratório, e sua acumulação ocorre nos órgãos que apresentam a maior taxa transpiratória (BROWN e SHELPS, 1997).

A bioquímica do boro é essencialmente a do ácido bórico, que é facilmente solúvel em água. Boratos são convertidos em ácido bórico quando dissolvido em água. (NIELSON, 2016). A fonte de B no solo é principalmente a partir de fertilizantes e mineração (NABLE et al., 1997). E a toxicidade de boro é um dos problemas comuns para muitas plantas de cultivo que crescem em solo com altos níveis de boro e baixa precipitação (REID, 2013). Alguns dos efeitos conhecidos induzidos pelo B elevado em

plantas são desenvolvimentos tardios, queimadura em folhas velhas e vigor reduzido (GUNES et al., 2007).

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. O fruto apresenta anormalidade na forma e no tamanho, com a presença de tecidos corticosos entre os frutinhos e com rachaduras na superfície externa (SIEBENEICHLER, 2002).

REFERÊNCIAS

AGUIAR JÚNIOR, R. A. **Desenvolvimento vegetativo, expansão da colheita e qualidade de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em função da época de plantio e mulching.** Dissertação (mestrado em Agroecologia). 2014. 122f. São Luís, Universidade Estadual do Maranhão, [2014].

AGUIAR JÚNIOR, R. A.; ARAUJO, J. R. G.; CHAVES, A. M. S.; FIGUEIREDO, R. T.; REIS, F.O. Indução floral de abacaxizeiro cv. ‘Turiaçu’ com diferentes doses e formas de aplicação de carbureto de cálcio e etephon. In: XXII Congresso Brasileiro de fruticultura, 2012, Bento Gonçalves-RS. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura - **Anais**. Vitória da Conquista - BA: SBF - Sociedade Brasileira de fruticultura, 2012.

ALENCAR, T. L. de.; CHAVES, A. F.; SANTOS, C. L.A.dos.; JÚNIOR, R. N. A.; MOTA, J. C. A. Atributos Físicos de um Cambissolo Cultivado e Tratado com Biofertilizante na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.737-749, 2015.

ALMEIDA, C.O. de.; REINHARDT, D.H.R.C. Pineapple Agribusiness in Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1, n. 822, p.301-312, 2009.

ANSARI, M. F.; TIPRE, D.R.; DAVE, S.R.. Efficiency evaluation of commercial liquid biofertilizers for growth of *Ciceraeritinum*(chickpea) in pot and field study. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 41, p.17-24, 2015.

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.

ARAÚJO, J.C., MOURA, E.G., AGUIAR, A.C.F., & MENDONÇA, V.C.M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha**, v.25. n.2, p.267-275. 2007.

ARAUJO, J. R. G.; AGUIAR JÚNIOR, R. A.; CHAVES, A. M. S.; SILVA, A. G. P.; FIGUEIREDO, R. T.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R. Influência de espaçamentos em fileiras simples nas características físicas e qualidade de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ (*Ananascomosus* L. Merrill). 2010. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

ARAÚJO, J. R. G.; AGUIAR, R. A. J.; CHAVES, A. M. F.; REIS, F. O.; MARTINS, M. R. Abacaxi ‘Turiaçu’: cultivar tradicional nativa do Maranhão. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 1270-1276, Setembro 2012.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M.; PALLAMIN, M.L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, 2007.

BROWN, P.H.; BELLALOU, N.; WIMMER, M.A.; BASSIL, E.S.; RUIZ, J.; HU, H.; PFEFFER, H.; DANNEF, F.; RÖMHELD, V. Boron in plant biology. **Plant Biology**, v.4, p.205–223, 2002.

BROWN,P.H.;HU,H.Phloem boron mobility in diverse plant species. **Botanical Acta**,v.377, p.331-335,1998.

BROWN,P.H.;SHELP,B.J.Boron mobility in plants.**Plant and Soil**, v.193,p.85-101.1997.

CARPENA, R.O., ESTEBAN, E.M., SARRO, M.J., PENALOSA, J., GARATE, A., LUCENA, J.J., ZORNOZA, P. Boron and calcium distribution in nitrogen-fixing pea plants. **Plant Science**, v.151, p.163–170, 2000.

CAS, V.L.S. Mineralização do carbono e do nitrogênio no solo com o uso do lodo de esgoto e palha de aveia. Dissertação (mestrado em Ciência do solo). 2009. 69f. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, [2009].

COCK, W.R.S.; LEAL, N.R.; Productive performance and vitamin c content in *ananas comosus* L. merrill submitted to different periods of flower induction. **Acta Horticulturae**, v. 1, n.928, p. 205-210, 2012.

CRAVIOTTI,C.,PALACIOS, P. La Diversificación de los Mercados como Estrategia de la Agricultura Familiar. **Revista Economía e Sociología Rural**, Piracicaba-SP, v. 51, p. 63-78, 2014.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I. ; DUARTE, J.O.; OLIVEIRA, M. F. ; ALVARENGA, R. C. Produção de milho orgânico na agricultura familiar. Sete Lagoas-MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2006 (Circular técnica).

DIAS, J.;HEREDIA, L.; UBARANA, F.; LOPES, E. **Implementação de sistemas de qualidade e segurança dos alimentos**. Londrina:Midiograf II, 2010. 160 p.

DELEITO, C. S. R.; et al. Ação bacteriostática do biofertilizante Agrobio in vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, 2005.

DONG, X.; WROLSTAD, R.E.; SUGAR, D. Extending shelf life of fresh-cut pears. **J. Food Science**, v.65, p.181–186, 2000.

DORDAS, C.; BROWN, P.H. Boron deficiency affects cell viability, phenolic leakage and oxidative burst in rose cell cultures. **Plant and Soil**,v.268, p.293–301, 2005.

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.; ABREU,C.A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal:Legis Summa,2001.p.43-70.

ESALQ – USP. Indução artificial da floração na cultura do abacaxi. Disponível em: www.esalq.usp.br/cprural/boaspraticas.php?boa_id=89. Acesso em 15 de outubro de 2016.

FERREIRA, V. R.; SOUZA, P. M.; PONCIANO, N. J.; et al. A Fruticultura como alternativa para a produção familiar no âmbito do PRONAF nos municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana-RJ. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25,n. 3, p. 436-439,2003.

FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P.H. Foliar fertilization. In: Scientific Principles and Field Practices. **International Fertilizer Industry Association**, Paris. 2013.

FIGUEIREDO, P. G; TANAMATI, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.1-4, 2010.

FINATTO, R. A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/Rs. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n.2, p. 199-217, 2008.

GONÇALVES, P. A.S; WERNER, H; DEBARBA, J. F. Avaliação de biofertilizantes, extratos vegetais e diferentes substâncias alternativas no manejo de tripes em cebola em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 659-662, 2004.

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

GUANZIROLI, C. E.; SILVIA, E. C. S. C.; ROMEIRO, A. R.; BUAINAIN, A. M.; REZENDE, G. C.; BITTENCOURT, G.A.; VIEIRA, P.T.L.; BARBOSA, M. D.; FERRAZ, E. P.; ALVES, M. A.; BAMPI, G. Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Brasília: **Ministério do Desenvolvimento Agrário**, 2000. 74p.

GUIMARÃES, A. R. O uso de agrotóxicos e suas implicações nas lavouras de abacaxi no município de monte alegre de minas (MG). **Espaço em Revista**, v.15, p.46-60, 2013.

GUNES, A.; INAL, A.; BAGCI, E.G.; COBAN, S.; PILBEAM, D.J. Silicon mediates chngesto some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidativestress in spinach (*Spinaciaoleracea* L.) grown under B toxicity. **Science Horticulturae**, v.113, p.113–119, 2007.

GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, v.31, p.273–307, 1979.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades: Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária** - 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2110708/pesquisa/14/2015>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA). 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2016.

KAYA, C.; SONMEZ, O.; ASHRAF, M.; POLAT, T.; TUNA, L.; AYDEMIR, S. Exogenous application of nitric oxide and thiourea regulates on growth and some key physiological processes in maize (*Zea mays* L.) plants under saline stress. **Soil-Water Journal**, edição especial, p. 61-66, 2015.

KIST, H. G. K.; RAMOS, J. D.; PIO, R.; SANTOS, V. A. Diquat e ureia no manejo da floração natural do abacaxizeiro 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p.1048-1054, 2011.

LIUA, G.; DONGA, X.; LIUA, L.; PENG, L. W.; JIANG, C. W. Boron deficiency is correlated with changes in cell wall structure that lead to growth defects in the leaves of navel orange plants. **Scientia Horticulturae**, v.176, p.54-62, 2014.

LOOMIS, W.D.; DURST, R.W. Chemistry and biology of boron. **Biofactors**, v.3, p.229–239, 1992.

MAEDA, A. S.; BUZZETTI, S.; BOLIANI, A.C.; BENNETT, C. G. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M. Foliar fertilization on pineapple quality and yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.248-253, 2011.

MAIA, V.M.; OLIVEIRA, F.S.; PEGORARO, R.F.; SOUZA, B.A.M.; FERREIRA, L.B.; ASPIAZÚ, I. Vegetative growth stages of irrigated 'Pérola' pineapple. **Acta Horticulturae**, v.1, n. 1114, p.275-279, 2016.

MARCUSSI, F. F. N. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.642- 650, 2005.

MARTINS, L.P.; SILVA, S. DE M.; SILVA, A.P. DA; CUNHA, G.A.P. DA; MENDONÇA, R.M.N.; VILAR, L. DA C.; MASCENA, J.; LACERDA, J.T. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' produzido em sistemas convencional e integrado. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.695-703, 2012.

MATOS, A.P.; REINHARDT, D.H.R.C. Abacaxi no Brasil: Características, pesquisa e perspectivas. **Acta Horticulturae**, v. 822, p. 25-36, 2009.

MENGEL, K. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. **Acta Horticulturae**, v.594, p.33–47, 2002.

NABLE, R.O.; BANUELOS, G.S.; PAULL, J.G. Boron toxicity. **Plant Soil**, v.193, p.181–198, 1997.

NIELSON, F.H. Boron. **Encyclopedia of food and health**, v.1, p.451-455, 2016.

O'NEILL, M.A., EBERHARD, S., ALBERSHEIM, P., DARVILL, A.G., Requirement of borate cross-linking of cell wall rhamnogalacturonan II for Arabidopsis growth. **Science**, v. 294, p.846–849, 2001.

OBREZA, T.A.; ZEKRI, M.; HANLON, E.A.; MORGAN, K.; SCHUMANN, A.; ROUSE, R. Soil and Leaf Tissue Testing for Commercial Citrus Production. University of Florida Extension Service SL, 2010.

OECD/FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**. 143p. OECD Publishing, Paris, 2015.

OLIVEIRA, F. S.; COSTA, Z. V. B.; FARIAS, A. A.; ALVES, A. S.; SANTOS, J. G. R. Crescimento e produção do milho em função da aplicação de esterco bovino e biofertilizante. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.8, n.2, p.216-225, 2011.

PEREIRA, A. P. A. Qualidade pós-colheita de frutos de abacaxi ‘Pérola’ e ‘Turiaçu’: influências das condições de armazenamento e avaliação sensorial. Dissertação (mestrado em Agroecologia). 2013. 84f. São Luís, Universidade Estadual do Maranhão, [2013].

PETINARI, R. A.; TERESO, M. J. A.; BERGAMASCO, S. M. P. P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 356-360, 2008.

PONCIANO, N. J.; CONSTANTINO, C. O. R.; SOUZA, P. M.; DETMANN, E. Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas comosus L.*) Cultivar pérola na região Norte Fluminense. **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v.19, n.1, p.82-91, 2006.

REID, R. Boron toxicity and tolerance in crop plants. In: Tuteja, N., Gill, S. (Eds.), *Crop Improvement Under Adverse Conditions*. Springer, New York, NY (Ch 15) 2013.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. **Abacaxi produção: aspectos técnicos**. Brasília: SPI, 2000. 77p.

REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, R.S.C. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia (Brasília), 2000.

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. 97f. São Luís, Universidade Estadual do Maranhão, [2013].

SAWAN, Z.M.; HAFEZ, S.A.; BASYONY, A.E. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelated zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. **Journal of Agricultural Science**, v.136, p.191-198, 2001.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v.68, n.4, p.913-920, 2009.

SHOWALTER, A.M. Structure and function of plant cell wall proteins. **The Plant Cell**, v.5, p.9–23, 1993.

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**, Philadelphia, v. 17, n. 7, p. 1243-1255, 1994.

SIEBENEICHLER, S. C.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J.C.; SILVA, J. A. da. Boro em abacaxizeiro 'pérola' no norte fluminense –Teores, distribuição e características do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p.787-793, Setembro,2008a.

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

SIEBENEICHLER, S.C.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C.; SILVA, J. A.; MARTINS, A. O. Mobilidadedoboroemplantasdeabacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n.2, p. 292-297, 2005.

SIEBENEICHLER,S.C.OBoronaculturadoabacaxizeiro'Pérola'nonortedoEstadodoRio deJaneiro.2002.75f.Tese(DoutoradoemProdução Vegetal),UniversidadeEstadualdoNorteFluminenseDarcyRibeiro,CamposdosGoytacazes,RiodeJaneiro,2002.

SILVA, R.S.; AGUIAR JÚNIOR, R. A.; ARAUJO, J. R. G.; CHAVES, A. M. S.; SILVA, A. G. P. Características biométricas e massa de frutos de abacaxi cv. 'Turiaçu' (Ananascomosus (L.) merril) em diferentes épocas de plantio e estádios de maturação. In: XXII Congresso brasileiro de fruticultura, 2012, Bento Gonçalves-RS. XXII congresso brasileiro de fruticultura - **ANAIS**. Vitória da Conquista - BA: SBF - Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2012.

SOUZA, O.P., TEODORO, R.E.F., MELO, B.; TORRES, J.L.R. Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiroem diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.5, n.44, p.471–477, 2009.

SOUZA, P. A.; RAMALHO, ANDRADE, F. A. V.; MAIA, J. O. O.; REIS, P. J. N. Estudo de caso: A agricultura familiar e a geração de renda na Amazônia: uma abordagem empreendedora no município de Parintis AM. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.7, n.3, p.01-17, 2013.

SRIVASTAVA, P.C.; GUPTA, U.C. 1996. Essential trace elements in crop production. In: Srivastava, P.C., Gupta, U.C. (Eds.), Trace Elements in Crop Production. Oxford & IBH Publishing Cop. Pvt. Ltd., New Delhi, India, pp. 73–173.

TASSEW, A.A. Evaluation of leaf bud cuttings from different sized crowns for rapid propagation of pineapple (AnanasComosus L. [Merr.]).**JournalofBiology, Agriculture and Healthcare**, v.4, n.27, 2014.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface**. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo (Departamento de Solos e Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

UMER, S.; BANSAL, S.K.; IMAS, P.; MAGEN, H.; Effect of foliar fertilization of potassium on yield, quality and nutrient uptake of groundnut. **Journal of Plant Nutrition**, v.22, p. 1785–1795, 1999.

YUA, S.K., RYAN, J. Boron toxicity tolerance in crops: a viable alternative to soil amelioration. **Crop Science**, v.48, p.854–865, 2008.

CAPÍTULO II

LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DE LESÕES EM ÁREA DE PRODUTORES

RESUMO

O plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ realizado no município de Turiaçu, Maranhão, localizado na microrregião do Gurupi (Amazônia Maranhense), é basicamente familiar, em sistema itinerante de corte e queima ainda passando por inovações no processo produtivo. A presente pesquisa tem o objetivo de realizar um levantamento sobre a ocorrência de lesões em frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’ provenientes do sistema de cultivo de corte e queima, em duas situações de plantio, em duas safras. Foram selecionadas 6 (seis) áreas de produtores familiares que cultivam o abacaxizeiro ‘Turiaçu’ na Comunidade Rural de Serra dos Paz. Buscou-se 3 (três) propriedades, para cada ano safra, com áreas de abacaxi cultivados na roça no toco no 1º ciclo de cultivo, após a queima da vegetação (sistema de corte e queima) e 3 (três) propriedades, para cada ano safra, manejadas com cultivos sucessivos de abacaxi (oriundo do sistema de cultivo corte e queima), a fim de se verificar a influência da situação de cultivo sobre a incidência das lesões. Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos foram submetidos ao teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico MINITAB® 16. Foi feito histogramas de frequências percentuais, para os valores de contagem total de lesões corticosas típicas e lesões corticosas superficiais dos frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’, das duas situações de cultivo. De um modo geral, pode-se inferir que a safra 16/17 apresentou frutos com melhor qualidade comercial, uma vez que obteve uma frequência de frutos sem lesão e uma diminuição da frequência no grupamento ≥ 50 lesões por fruto, em comparação à safra 15/16. A gravidade da situação da presença de lesões corticosas típicas foi evidenciada nas propriedades que cultivaram o abacaxi na situação de roça no toco, aonde os frutos de um modo geral, nas duas safras apresentaram frutos com grande quantidade de lesões típicas, caracterizando frutos com baixo potencial de mercado, sendo um fenômeno generalizado na região e agravado em cultivos que não recebem nenhum tipo de adubação.

Palavras-chave: *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril). Lesões corticosas. Sistema de cultivo. Qualidade de frutos.

ABSTRACT

The 'Turiçu' pineapple plantation, located in the municipality of Turiçu, Maranhão, located in the Gurupi micro-region (Amazon Maranhense), is basically familiar, in a roving cutting and burning system still undergoing innovations in the production process. The present research has the objective to perform a survey on the occurrence of lesions in pineapple cv. 'Turiçu' from the system of cultivation of cutting and burning, in two planting situations, in two harvests. Six (6) family producer areas were selected to grow the 'Turiçu' pineapple in the Serra dos Paz Rural Community. Three (3) properties were selected for each crop year, with areas of pineapple grown on the stump in the 1st stump (3) three properties for each crop year, managed with successive pineapple crops (from the cut-and-burn cropping system), in order to verify the influence of the cultivation situation on the incidence of the lesions. The data related to the count of lesions in the fruits peel were submitted to Student's t-test at the 5% probability level. The statistical software MINITAB® 16 was used. Frequency percent histograms were made for the total count values of typical corticosteroid lesions and superficial corticosteroid lesions of cv. 'Turiçu', of the two cultivation situations. In general, it can be inferred that the 16/17 crop presented fruits with better commercial quality, since it obtained a frequency of fruits without injury and a decrease of the frequency in the grouping ≥ 50 lesions per fruit, in comparison to the harvest 15 / 16. The severity of the situation of the presence of typical corticosteroid lesions was evidenced in the properties that cultivated the pineapple in the field stump situation, where the fruits in general, in the two harvests presented fruits with a large number of typical lesions, characterizing fruits with low potential of market, being a generalized phenomenon in the region and aggravated in crops that do not receive any type of fertilization.

Keywords: Ananas comosus var. comosus L. (Merrill). Cortical lesions. Cultivation system. Fruit quality.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável conserva a terra, a água e os recursos genéticos de plantas e animais e é ambientalmente não degradante, tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (FAO, 1988). Uma vez que a escassez de terra limita a expansão, a intensificação do uso da terra deverá ser o principal mecanismo para impulsionar a produção de alimentos e atender às crescentes demandas de alimentos em todo o mundo (DORÉ et al., 2011).

Com o aumento da população mundial a prática da agricultura sustentável, torna-se um desafio cada vez maior, pois há um aumento da procura por terras cultiváveis. Como resultado deste processo, o tempo que a terra fica em pousio entre queimadas sucessivas é progressivamente mais curto. Assim, estabelece-se um ciclo vicioso no qual a pobreza aumenta a pressão sobre os recursos naturais e, por sua vez, degradação dos recursos naturais aumenta a pobreza. Nas regiões na borda da Amazônia, como a parte do Maranhão, a vegetação original já foi devastada existe agora um enorme bloco social representado por um grande contingente de agricultores que vivem abaixo da linha da pobreza, isso significa que a agricultura de corte e queima está avançando na floresta amazônica, com um efeito negativo em cada dimensão da política nacional brasileira (MOURA et al., 2013).

A vegetação natural é cortada e queimada como um método de limpar a terra para o cultivo, e então, quando a terra se torna infértil, o agricultor se move para uma nova área e realiza o corte e queima. Este processo é repetido várias vezes pelos agricultores para o cultivo básico de frutas, de grãos ou hortaliças ou para a implantação de pastagens extensivas. Este uso da terra resulta em uma produção de rápida depleção de nutrientes do solo, e produz efeitos negativos para o ambiente local e global. No nível local, está levando à extinção das espécies que são as mais sensíveis à queima, permitindo a predominância de espécies mais resistentes, diminuindo assim a biodiversidade da região e empobrecendo seus ecossistemas (MOURA et al., 2016).

O plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ realizado no município de Turiaçu, Maranhão, localizado na microrregião do Gurupi (Amazônia Maranhense), é basicamente familiar, em sistema itinerante de corte e queima ainda passando por inovações no processo produtivo. Do ponto de vista agrônomo, as vantagens do corte e queima, são justificáveis em uma época de abundante vegetação, pois quanto mais completo for o estado sucessional da vegetação maior será o aporte de nutriente que será

disponibilizado para a cultura após a queima. Porém, esse sistema já não é capaz de sustentar a necessidade alimentar das pessoas por que a vegetação não tem mais tempo para se regenerar e como resultado, os agricultores queimam a vegetação cada vez mais jovem disponibilizando assim cada vez menos nutrientes para as culturas plantadas (ARAÚJO et al., 2012; FERRAZ JUNIOR, 2004).

De maneira geral, as extrações de macro e micronutrientes aumentam com a produtividade da cultura (LIMA DE DEUS et al., 2015). Desta forma, o esgotamento da fertilidade do solo é cada vez mais reconhecido como a causa fundamental do desmatamento e diminuição da segurança alimentar das pequenas propriedades do bioma amazônico, além das perdas na qualidade da produção (MOURA et al., 2009).

A qualidade do abacaxi ‘Turiaçu’, parece resultar da combinação entre a genética, adaptação e a relativa riqueza química do solo em nutrientes minerais, contudo perdas na qualidade dos frutos como a presença de lesões corticosas na casca dos frutos têm sido frequentemente observadas. De acordo com Bonfim Neto (2010), a presença de lesões nos frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ ocorre em 92,0% das áreas de produtores do povoado Serra dos Paz, o que resulta em um alto índice de frutos descartados na comercialização além das lesões ocasionarem uma redução na vida de prateleira (ARAÚJO et al., 2012; BONFIM NETO, 2010).

O objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento sobre a ocorrência de lesões em frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’ provenientes do sistema de cultivo de corte e queima, em duas situações de plantio, em duas safras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Escolha das propriedades para amostragem de frutos

Foram selecionadas 6 (seis) áreas de produtores familiares que cultivam o abacaxizeiro ‘Turiaçu’ na Comunidade Rural de Serra dos Paz, distante 18 km da sede do município de Turiaçu – MA. As propriedades foram selecionadas de acordo com a situação de cultivo (Figura 1). O sistema de cultivo adotado pelos produtores selecionados foi o de corte e queima (sistema tradicional de plantio na região) nas safras 2015/2016 e 2016/2017.

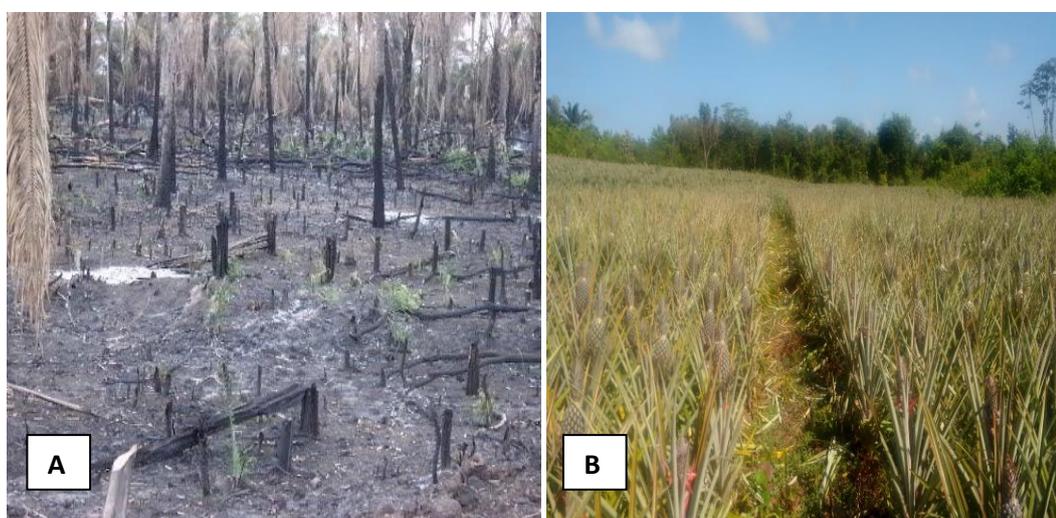


Figura 1. Condições de Cultivo: A- Cultivo Roça no Toco; B- Cultivo Convencional

Selecionou-se 3 (três) propriedades, para cada ano safra, com áreas de abacaxi cultivados na roça no toco no 1º ciclo de cultivo, após a queima da vegetação (sistema de corte e queima) e 3 (três) propriedades, para cada ano safra, manejadas com cultivos sucessivos de abacaxi (oriundo do sistema de cultivo corte e queima), ambas as situações de cultivo sem a presença de irrigação, de acordo com a tabela 1, a fim de se verificar a influência da situação de cultivo sobre a incidência das lesões.

Tabela 1. Propriedades selecionadas para levantamento de incidência de lesões, em Turiaçu- MA.

SAFRA 2015/2016			
Propriedade	Situação de Cultivo	Histórico da área	Época de Plantio
I	Roça no Toco	capoeira de 25 anos derrubada	Fevereiro de 2015
II	Roça no Toco	capoeira de 25 anos derrubada	Fevereiro de 2015
III	Roça no Toco	capoeira de 25 anos derrubada	Março de 2015
IV	Cultivo Sucessivo	3 ciclos sucessivos de cultivo	Março de 2015
V	Cultivo Sucessivo	2 ciclos sucessivos de cultivo	Março de 2015
VI	Cultivo Sucessivo	3 ciclos sucessivos de cultivo	Março de 2015
SAFRA 2016/2017			
Propriedade	Situação de Cultivo	Histórico da área	Época de Plantio
I	Roça no Toco	capoeira de 5 anos derrubada	Fevereiro de 2016
II	Roça no Toco	capoeira de 5 anos derrubada	Fevereiro de 2016
III	Roça no Toco	capoeira de 7 anos derrubada	Fevereiro de 2016
IV	Cultivo Sucessivo	3 ciclos sucessivos de cultivo	Fevereiro de 2016
V	Cultivo Sucessivo	3 ciclos sucessivos de cultivo	Fevereiro de 2016
VI	Cultivo Sucessivo	2 ciclos sucessivos de cultivo	Fevereiro de 2016

2.2 Escolha dos frutos para amostragem

Os frutos selecionados foram colhidos aos 18 meses após o plantio, totalizando 180 frutos coletados, sendo 30 frutos de cada propriedade selecionada. Todos os frutos marcados foram colhidos com 2/3 de maturação. Os frutos colhidos para análise de lesões foram encaminhados ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita do Núcleo de Biotecnologia Agronômica-NBA/CCA/UEMA.

2.3 Avaliação da incidência de lesões corticosas

A contagem e tipificação das lesões foram realizadas em todos os frutos colhidos nas propriedades amostradas. Com o auxílio de uma liga, circundou-se a região equatorial do fruto, onde foram contabilizadas e tipificadas (lesões corticosas superficiais- LCS e lesões corticosas típicas- LCT) as lesões na parte superior e inferior dos frutos, totalizando-se a contagem final (LCTo).

Seguiu-se a metodologia descrita por SANTOS (2013), que considera as lesões Corticosas Típicas (LCT) as lesões graves com rachadura ou fendilhamento entre os frutinhos, com erupção de excrescência corticosa de coloração pardo-escuro, que resulta em cavidade irregular (de forma não definida), por vezes aberta, podendo chegar até 1

cm de extensão. E as Lesões Corticosas Superficiais (LCS), que são consideradas lesões leves, mais concentradas na metade superior do fruto, com formação de excrescência corticosa superficial entre os frutinhos de coloração verde-pardo com aspecto enrijecido, mas sem formar cavidades.

2.4 Análise dos dados

Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos foram submetidos ao teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico MINITAB® 16. Foram feitos histogramas de frequências percentuais, para os valores de contagem total de lesões corticosas típicas e lesões corticosas superficiais dos frutos de abacaxi cv. ‘Turiaçu’, das duas situações de cultivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade dos Frutos da Safra 2015/2016

Na tabela 2, estão apresentados os resultados das duas situações de cultivo sobre o número total de lesões corticosas dos frutos, da safra 2015/2016, pode-se observar que a roça no toco apresentou maiores médias para as Lesões Corticosas Típicas da base e do ápice dos frutos, já para as Lesões Corticosas Superficiais não houve diferença significativa. O cultivo sucessivo para as Lesões Corticosas Típicas apresentou média de 9,3 na base e de 2,1 no ápice dos frutos, e para as Lesões Corticosas Superficiais, apresentou média de 11,8 na base e 4,6 no ápice.

Tabela 2. Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS), provenientes de duas situações de cultivo, em áreas de produtores, na safra 2015/2016.

Tratamento	Base		Ápice	
	LCT	LCS	LCT	LCS
Roça no Toco	14,6 a	12,6 a	3,9 a	6,8 a
Cultivo sucessivo	9,3 b	11,8 a	2,1 b	4,6 a
CV%	36,2	49,4	10,8	46,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste 't' de Student a 5 % de probabilidade.

Embora a situação de cultivo de roça no toco apresente suas vantagens do ponto de vista produtivo, pois com a queima da vegetação ocorre um aumento no pH do solo e maior disponibilização de nutrientes para a cultura implantada, esse tipo de cultivo não pode ser considerado sustentável e nem uma boa opção de plantio do abacaxi 'Turiaçu', por que não proporciona frutos com a qualidade exigida pelo mercado consumidor, visto a quantidade superior de lesão apresentado pelos frutos cultivados nessa situação, quando comparados a situação de cultivo sucessivo. E ainda reside o ponto de que há cada vez menos áreas com vegetação suficiente para que seja realizado a queima, situação que provavelmente ocorreu por ocasião do plantio dos frutos colhidos deste trabalho. De acordo com Malézieux & Bartholomew (2003), o estado nutricional do abacaxizeiro tem estreita relação com a produção e a qualidade dos frutos.

Assim, uma menor quantidade de material vegetal queimado disponibilizaria menor aporte de nutrientes ao solo, que por sua vez não atenderia os nutrientes e nem a quantidade destes requeridos pelas plantas, ocasionando frutos com maior quantidade de lesão corticosa, justificando o resultado encontrado neste trabalho.

Os frutos do sistema de cultivo sucessivo, embora fossem provenientes de áreas em que os cultivos anteriores provavelmente tivessem exaurido o solo com a extração de nutrientes, receberam adubação atendendo, dessa forma, melhor as necessidades de nutrientes das plantas, permitindo frutos com menor quantidade de lesões corticosas quando comparado aos frutos da situação de roça no toco. O bom desenvolvimento vegetativo da planta na fase de pré-florescimento influencia diretamente a produção, que por sua vez refletirá a obtenção de frutos de melhor qualidade interna e externamente (CAETANO et al., 2013; COELHO et al., 2007).

Cabe ressaltar que embora a situação de cultivo sucessivo tenha permitido uma menor quantidade de lesão corticosa, as médias das lesões apresentadas por fruto ainda são muito elevadas, demonstrando o quão grave e recorrente é este problema nas áreas dos produtores de abacaxi ‘Turiaçu’.

Na figura 2, são apresentadas as frequências percentuais dos números de lesões corticosas totais para cada propriedade familiar, das duas situações de cultivo, e de maneira geral, pode-se observar que tanto no cultivo de roça no toco quanto no cultivo sucessivo, a frequência de frutos sem lesão foi extremamente baixa, sendo inferior a 14%.

Em relação ao cultivo de roça no toco houve uma maior frequência para o grupamento ≥ 50 lesões por frutos, em todas as propriedades. A segunda maior frequência apresentada foi para o grupamento de 31 a 49 lesões corticosas totais por fruto. A Propriedade II apresentou a menor frequência para o grupamento de 21 a 30, com 3,3% dos frutos neste grupamento. Enquanto o cultivo sucessivo apresentou a Propriedade V, que obteve frutos que se enquadraram no grupamento sem lesão, com apenas 13% dos frutos neste grupamento (figura 2).

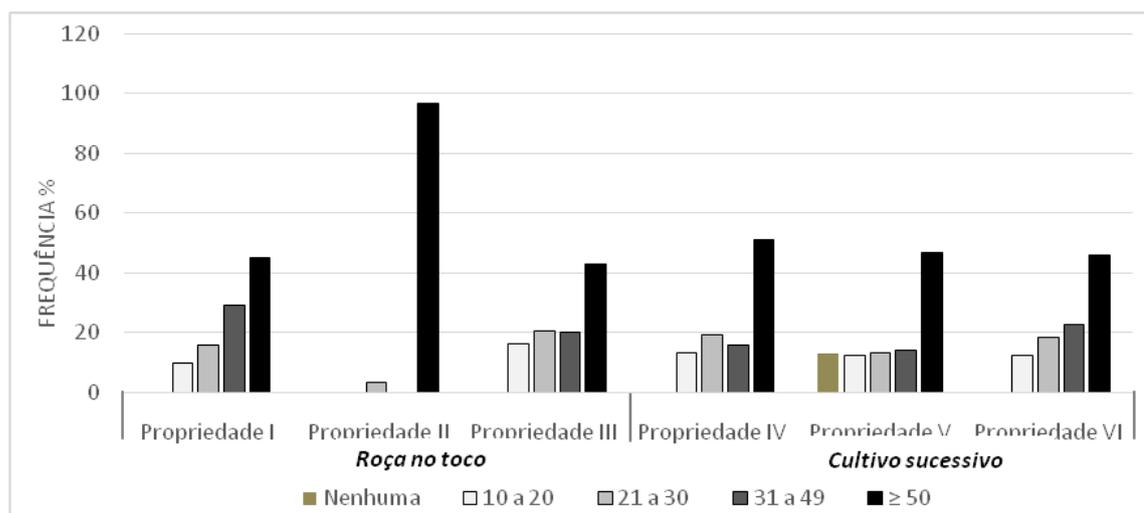


Figura 2. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 2015/2016.

Para as lesões corticosas superficiais houve uma maior frequência para o grupamento ≥ 70 lesões por frutos, em todas as propriedades, tanto no cultivo sucessivo quanto na roça no toco. A segunda maior frequência apresentada foi para o grupamento de 51- 69 lesões por frutos. Novamente a frequência de frutos sem lesão apresentada foi extremamente baixa, nas duas situações de cultivo, sendo maior no cultivo sucessivo na Propriedade V, com 12,1% dos frutos neste grupamento (figura 3).

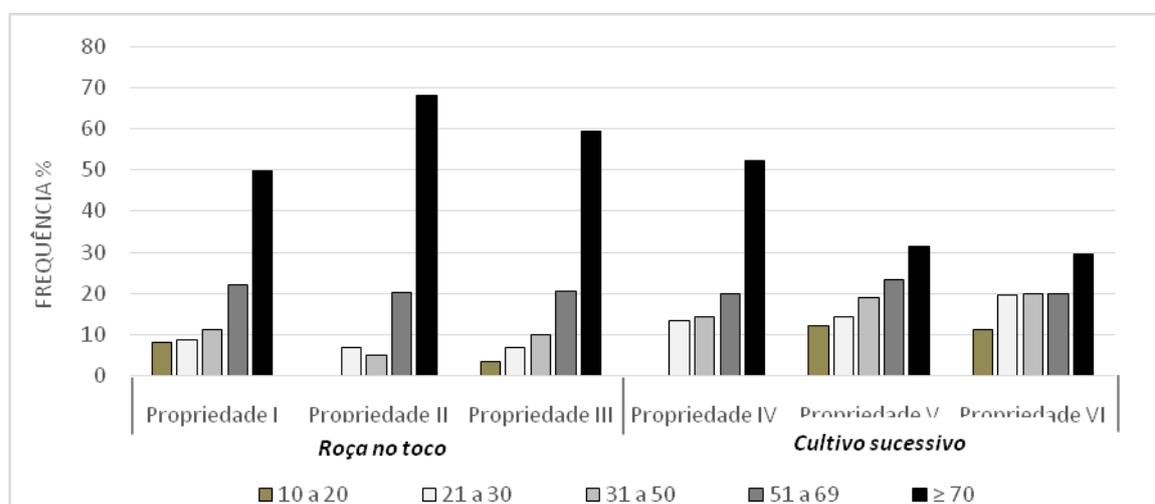


Figura 3. Frequência percentual de lesões corticosas superficiais totais em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em áreas de produtores familiares, na safra 2015/2016.

Na propriedade VI, as frequência de frutos no grupamento 21-30, 31-50 e 51-69 foram semelhantes, com uma média de 20%, enquanto o grupamento ≥ 70 alcançou frequência de 29,5%.

3.2 Qualidade dos Frutos da Safra 2016/2017

Na tabela 3, estão expressos os resultados das duas situações de cultivo sobre o número total de lesões corticosas dos frutos, da safra 2016/2017, pode-se observar que para as lesões corticosas típicas da base não houve diferença estatística significativa entre as duas situações de cultivo, enquanto no ápice dos frutos o cultivo sucessivo apresentou menor média. Já para as lesões corticosas superficiais, tanto a base quanto o ápice não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Tabela 3. Valores médios de lesões corticosas típicas (LCT) e lesões corticosas superficiais (LCS), provenientes de duas situações de cultivo, em áreas de produtores, na safra 2016/2015.

Tratamento	Base		Ápice	
	LCT	LCS	LCT	LCS
Roça no Toco	11,1 a	24,4 a	5,3 a	19,6 a
Cultivo sucessivo	8,9 a	24,6 a	4, 2 b	17,3 a
CV%	43,8	32	40,8	48,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste 't' de Student a 5 % de probabilidade.

Os resultados demonstrados na safra 2016/2017, se assemelham aos encontrados na safra 2015/2016, onde o cultivo sucessivo apresentou médias menores de lesão no ápice dos frutos. Os frutos provenientes do cultivo sucessivo receberam adubação assim como os frutos do cultivo sucessivo da safra 2015/2016, diferentemente dos frutos do cultivo roça no toco, nas duas safras, que contaram com adubação proveniente apenas das cinzas da vegetação queimada.

Assim como na safra 2015/2016 esta adubação química (N-P-K), recebida pelos frutos do cultivo sucessivo favoreceu a produção de frutos de melhor qualidade, quando comparados aos frutos do sistema roça no toco. De acordo com Paula (1998), o potássio é o nutriente que mais se acumula na planta e exerce influência marcadamente na qualidade dos frutos, fato que explicaria essa diferença encontrada entre os dois cultivos, visto que o sucesso da abacaxicultura depende de um programa adequado de reposição dos nutrientes (SILVA et al., 2004).

Diante do exposto no item 3.1 acerca dos sistemas de cultivo ressalta-se que mesmo que o cultivo sucessivo tenha apresentado médias de tratamentos inferiores ao

cultivo roça no toco, a quantidade de lesão por fruto ainda é consideravelmente alto, levando o produtor a ter prejuízos financeiros, em virtude do baixo valor de mercado que fruto de abacaxi Turiaçu tem obtido por consequência das lesões nos frutos.

Na figura 4, são apresentadas as frequências percentuais dos números de lesões corticosas totais para cada propriedade familiar, na safra 2016/2017, das duas situações de cultivo, e de maneira geral, pode-se observar que a frequência de frutos sem lesão no cultivo Roça no Toco foi baixa, alcançando máximo de 24% (propriedade III). Enquanto no Cultivo Sucessivo essa frequência alcançou 53% (na propriedade V).

De maneira geral, o grupamento que obteve maior frequência foi o de 10-20 lesões corticosas típicas por fruto, seguido pelo grupamento de 21-30. A menor frequência apresentada, tanto no Cultivo Sucessivo quanto na Roça no Toco, foi para o grupamento de ≥ 50 , com apenas 4,0% do total de frutos analisados, neste grupamento (figura 4).

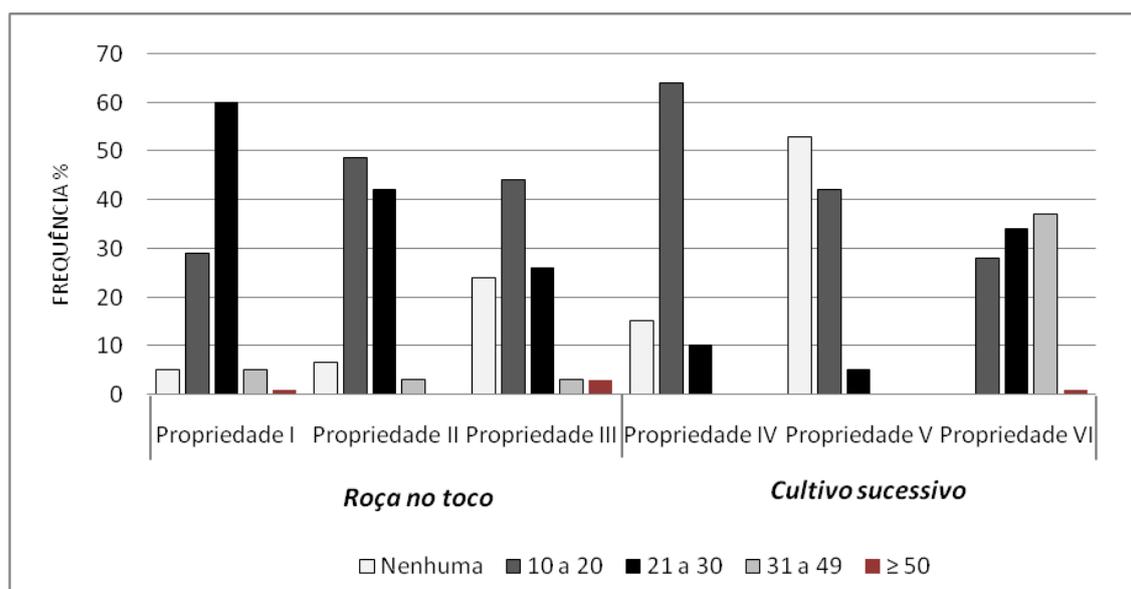


Figura 4. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi 'Turiaçu' em áreas de produtores familiares, na safra 2016/2017.

Para as lesões corticosas superficiais houve uma maior frequência para o grupamento 51-69 lesões por frutos, em todas as propriedades, tanto no cultivo sucessivo quanto na roça no toco. A segunda maior frequência apresentada foi para o grupamento de 31-50. Enquanto a frequência de frutos sem lesão pode ainda ser

considerada baixa, nas duas situações de cultivo, sendo maior no cultivo sucessivo na Propriedade V, com 28% dos frutos neste grupamento (figura 5).

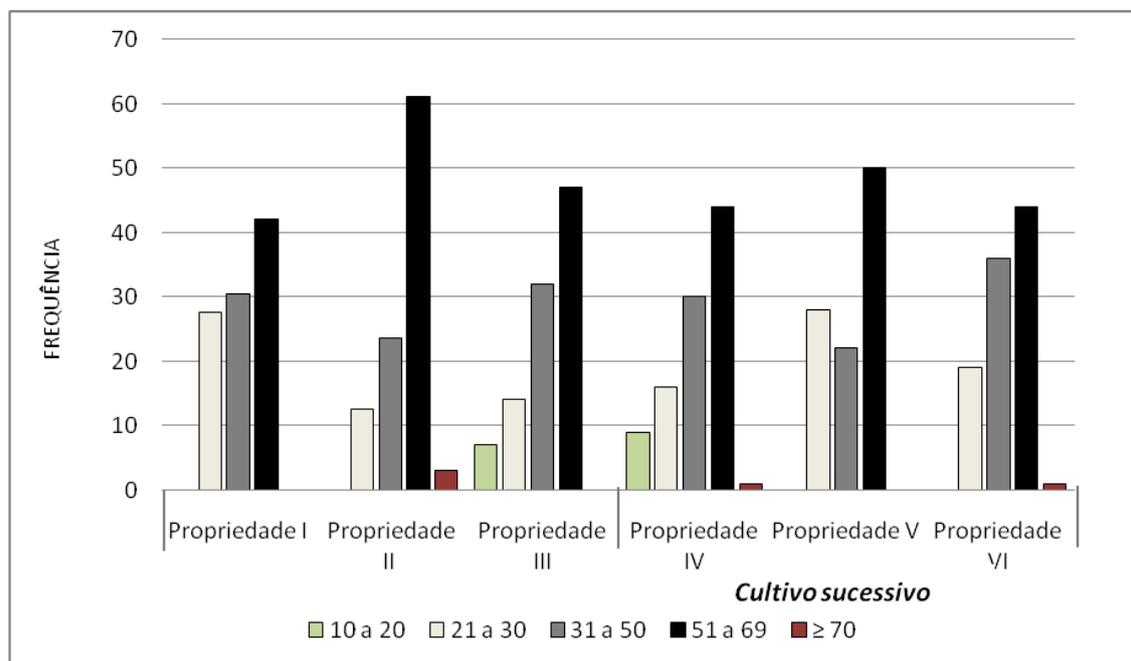


Figura 5. Frequência percentual de lesões corticósas superficiais totais em frutos de abacaxi 'Turiaçu' em áreas de produtores familiares, na safra 2016/2017.

A baixa frequência de frutos sem lesão observada reforça a necessidade da utilização de um programa de adubação adequado para o abacaxi Turiaçu. Visto que mesmo nas áreas que receberam adubação, esta foi insuficiente para assegurar uma qualidade adequada aos frutos, isto pode ser associado ao fato de que os produtores das áreas estudadas, forneceram apenas a primeira adubação de cobertura (procedimento comum na região). Diante dos resultados, percebe-se que apenas uma adubação não assegura a qualidade comercial requerida pelo mercado, embora possivelmente esta adubação tenha ocasionado a diferença observada nos frutos do cultivo sucessivo em relação ao corte e queima.

3.3 Comportamento das Safras

Na figura 6, são apresentadas as frequências percentuais dos números de lesões corticosas totais para cada propriedade familiar, nas safras de 2015/2016 e 2016/2017. Em relação às Propriedades I, no cultivo Roça no Toco, na safra 15/16 não houve presença de frutos sem lesão, já na safra 16/17 houve uma reduzida frequência de frutos sem lesão, aproximadamente 5%, situação que se repetiu no Cultivo sucessivo, na safra 15/16 não houve presença de frutos sem lesão, enquanto na safra 16/17 essa ocorrência foi de 15%. Os demais grupamentos apresentaram frequências semelhantes nas duas safras, exceto o grupamento ≥ 50 , na safra 15/16 que obteve maior frequência (45%) e o grupamento 10-20 com frequência de 30%, na safra 16/17.

Para as Propriedades II, no cultivo Roça no Toco houve um predomínio de frequência no grupamento ≥ 50 , na safra 15/16 e não houve a ocorrência de frutos sem lesão, fato que ocorreu na safra 16/17, embora reduzida, a frequência de frutos sem lesão na safra 16/17 foi de 6,3%, sendo a presença de frutos sem lesão na propriedade II, do cultivo sucessivo a maior encontrada neste estudo correspondendo a 53%, corroborando com o fato de que um programa de adubação eficiente poderia auxiliar a redução das lesões de modo significativo.

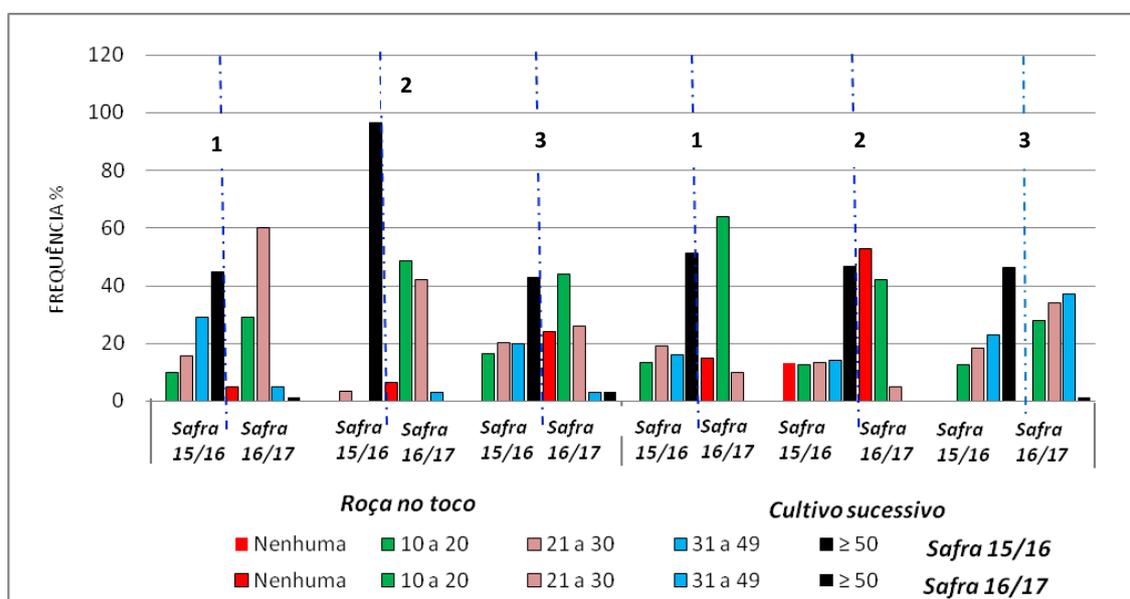


Figura 6. Frequência percentual de lesões corticosas típicas totais em frutos de abacaxi 'Turiaçu' em áreas de produtores familiares, em duas safras.

Em relação às Propriedades III, na Roça no Toco houve uma equivalência entre os grupamentos 10-20, 21-30 e 31-49, na safra 15/16, apresentando como maior

frequência o grupamento ≥ 50 nesta safra. Na Safra 16/17 o grupamento de 10-20 obteve frequência de 28%, enquanto os grupamentos 21-30 e 31- 49 apresentaram frequências próximas (34% e 37%, respectivamente). Já o grupamento ≥ 50 , ao contrário do observado na safra 15/16, demonstrou a menor frequência com valor de aproximadamente 1%.

De um modo geral, pode-se inferir que a safra 16/17 apresentou frutos com melhor qualidade comercial, uma vez que obteve uma frequência de frutos sem lesão e uma diminuição da frequência no grupamento ≥ 50 lesões por fruto, em comparação à safra 15/16.

Os resultados encontrados nesta pesquisa demonstram uma parcela da extensão da ocorrência de lesão corticosa nos frutos de abacaxi ‘Turiaçu’, nas áreas dos produtores familiares e reforça a importância de se buscar solução para esse entrave ao sucesso da expansão desse fruto tão bem apreciado pelo mercado consumidor local.

4. CONCLUSÃO

As lesões corticosas superficiais estiveram presente em grande parte dos frutos colhidos na safra 2015/2016 e 2016/2017, prejudicando gravemente a comercialização e por conseqüência comprometendo a renda dos produtores familiares de abacaxi ‘Turiaçu’.

A gravidade da situação da presença de lesões corticosas típicas foi evidenciado nas propriedades que cultivaram o abacaxi na situação de Roça no Toco, aonde os frutos de um modo geral, nas duas safras apresentaram frutos com grande quantidade de lesões típicas, caracterizando frutos com baixo potencial de mercado.

O levantamento da presença de lesão em frutos nas áreas de produtores confirmou que o problema da elevada incidência das lesões nos frutos é um fenômeno generalizado na região, sendo agravado em cultivos que não recebem nenhum tipo de adubação.

REFERÊNCIAS

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

BONFIM NETO, A. L. **Caracterização do sistema tradicional —tacuruba de produção de abacaxi ‘Turiaçu’: perfil dos agricultores familiares e perspectivas de inovação tecnológica.** São Luís: Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2010.

CAETANO, L.C.S.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. F. S.; GUARÇONI, R.C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi ‘vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 883-890, 2013.

COELHO, R.I.; LOPES, J.C.; CARVALHO, A.J.C. de; AMARAL, J.A.T.do; MATTA, F. de P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro ‘Jupi’ cultivado em latossolo amarelo distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1696-1701, 2007.

DORÉ, T.; MAKOWSKI, D.; MUNIER-JOLAIN, N.; TCHAMITCHIAN, M.; TITTONEL, P. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**, v. 34, p.197–210. 2011.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report of the Council of FAO; FAO: Washington, DC, USA, 1988.

FERRAZ JUNIOR, A.S.L. O cultivo em aleias como alternativa para a produção de alimentos na agricultura familiar do tropico úmido In: Moura EG, Ed. Agroambientes de transicao: entre o tropico úmido e o semiárido do Brasil. São Luís: **UEMA Editora** 2004: 71-10.

LIMA DE DEUS, J. A.; SOARES, I.; NEVES, J. C.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, F. R. Fertilizer recommendation, system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 498-511, 2015.

MALÉZIEUX, E; CÔTE, F.; BARTHOLOMEW, D.P. Crop environment, plant growth and physiology. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E., ROHRBACH, K.G. (eds.) **The Pineapple- Botany, Production and Uses.** Honolulu: CABI Publishing, 2003. Cap. 5, p. 69 - 108.

MOURA, E. G.; GEHRING, C.; BRAUN, H.; FERRAZ JUNIOR, A. S. L.; REIS, F. O.; AGUIAR, A. C. F. Improving farming practices for sustainable soil use in the humid tropics and rainforest ecosystem health. **Sustainability**, v. 8, n. 841, 2016.

MOURA, E. G.; SENA, V. G. L.; CORREA, M. S.; AGUIAR, A. C.F. The importance of an alternative for sustainability of agriculture around the periphery of the amazon rainforest. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 5, n. 1, 2013.

MOURA, E.G.; MOURA, N.G.; MARQUES, E.S.; PINHEIRO, K.M.; COSTA SOBRINHO, J.R.S.; AGUIAR, A.C.F. Evaluating chemical and physical quality indicators for a structurally fragile tropical soil. **Soil Use Manage**, v.25, p.368–375, 2009.

PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; NOGUEIRA, F. D. Nutrição e Adubação do Abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.195, p.33-39, 1998.

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

SILVA, A.P. et al. **Estudo das relações entre Ca, Mg, K e CTC em solos da região abacaxicultora do Estado da Paraíba**. In: FERTBIO 2004 – REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 26, Lages-SC, 2004.

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE BORO FOLIAR NA REDUÇÃO DE LESÕES EM FRUTOS DE ABACAXI 'TURIAÇU'

RESUMO

O abacaxi ‘Turiaçu’ é extremamente apreciado pelo consumidor maranhense. Um problema que deprecia o valor comercial da cv. ‘Turiaçu’ e dificulta a conquista de novos mercados é a presença de lesões corticosas na casca do fruto que parece resultar de uma desordem fisiológica. O presente trabalho teve como objetivo elucidar a relação entre o estado nutricional das plantas de abacaxi ‘Turiaçu’ com a ocorrência das lesões corticosas nos frutos. O experimento constou de três tratamentos: controle (T1); aplicação de boro via foliar (T2); aplicação de biofertilizante bovino (T3). A aplicação foliar de boro (B) mineral e do biofertilizante foram realizadas aos 14 meses após plantio, período anterior ao florescimento. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação E2 (casca com extensão de 25 % amarelada, no sentido base para o ápice) em cada parcela. Foram colhidos 8 frutos por repetição, totalizando 56 frutos por tratamento. Foi avaliado o teor de nutrientes na folha “D”, comprimento, largura, massa fresca e seca da folha “D”; comprimento do fruto com e sem coroa, diâmetro do meio do fruto e do eixo central, massa da coroa e da casca; pH, acidez total titulável, contagem e tipificação das lesões corticosas. Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos foram submetidos ao teste “t” de student ao nível de 5% de probabilidade e os demais dados comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, através o software estatístico MINITAB® 16. A aplicação de boro via foliar proporcionou elevados teores de boro na folha D, contudo, nem o boro e nem o biofertilizante, influenciaram as características químicas e biométricas dos frutos, exceto pelo comprimento de fruto sem coroa/massa do fruto. A aplicação de biofertilizante reduziu o número de lesões corticosas típicas, na base dos frutos, enquanto a aplicação de boro, via foliar e biofertilizante não reduziram o número de lesões corticosas superficiais.

Palavras-chave: Desordem fisiológica. Adubação foliar. Lesão corticosa. Qualidade de frutos.

ABSTRACT

The 'Turiaçu' pineapple is highly appreciated by the Maranese consumer. A problem that depreciates the commercial value of cv. 'Turiaçu' and makes difficult the conquest of new markets is the presence of corticosteroid lesions in the fruit bark that seems to result from a physiological disorder. The objective of this study was to elucidate the relationship between the nutritional status of 'Turiaçu' pineapple plants and the occurrence of corticosteroid lesions in fruits. The experiment consisted of three treatments: control (T1); application of boron via leaf (T2); application of bovine biofertilizer (T3). Leaf application of mineral boron (B) and biofertilizer were carried out at 14 months after planting, before flowering. The fruits were harvested at the E2 ripening stage (bark with 25% yellowish extension, from the base to the apex) in each plot. Eight fruits were collected per replicate, totaling 56 fruits per treatment. The nutrient content in leaf "D", length, width, strawberry mass and dry leaf "D" was evaluated; length of the fruit with and without crown, diameter of the middle of the fruit and of the central axis, mass of the crown and the bark; pH, total titratable acidity, counting and typing of corticosteroids. The data on the counts of lesions in the fruit peel were submitted to the student's t-test at a 5% probability level and the other data compared by the Tukey test at a 5% probability level using the statistical software MINITAB ® 16. The application of boron via leaf gave high levels of boron in leaf D, however, neither boron nor biofertilizer, influenced the chemical and biometric characteristics of the fruits, except for fruit length without crown / fruit mass. The application of biofertilizer reduced the number of typical corticosteroid lesions in the fruit base, while the application of boron, foliar and biofertilizer did not reduce the number of superficial corticosteroid lesions.

Keywords: Physiological disorder. Leaf fertilization. Corticosteroid injury. Fruit quality.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país enorme com muitos ecossistemas diferentes e com grandes áreas disponíveis para o cultivo de frutas e tem sua produção voltada principalmente para frutas tropicais e subtropicais, em virtude do solo e das condições climáticas. Dentre as frutas produzidas, destacam-se a manga, maçã, banana, melancia, uva, laranja e abacaxi (SANCHEZ et al., 2012; GUIMARÃES, 2013).

O abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merr.), membro das Bromeliaceae ou a família de bromélias é uma fruta não climatérica. Os frutos são classificados em cinco grupos Cayenne, Espanhol, Queen, Pernambuco ou Abacaxi e Maipure, que podem representar cultivares botânicas (AGUILA et al., 2013).

O abacaxi ‘Turiaçu’ cultivado no município de ‘Turiaçu’-MA, mais precisamente na Serra dos Paz, apresenta extrema doçura, polpa de cor amarela e aspecto suculento, aroma peculiar e atraente. De acordo com Silva (2012), o abacaxi ‘Turiaçu’ é motivo de orgulho para os maranhenses, muito apreciado e valorado no mercado consumidor local. Trata-se de uma seleção nativa da Amazônia Maranhense que apresenta importância socioeconômica e para a fruticultura no Estado do Maranhão.

Embora a cultivar ‘Turiaçu’ apresente importância para a produção agrícola maranhense e tenha alto potencial para conquistar novos mercados, um problema que deprecia o valor comercial da cv. ‘Turiaçu’ e dificulta a conquista de novos mercados é a presença de lesões corticosas na casca do fruto. Essas lesões parecem resultar de uma desordem fisiológica e gera desconfiança junto aos consumidores em relação à qualidade do produto.

Vários fatores determinam os atributos de abacaxi como cor, tamanho e forma da fruta, aroma, firmeza e peso (PAULL & CHEN, 2003). Os teores de minerais dos frutos são muito dependentes de condições de solo e adubações (GONÇALVES, 2000). A adubação com micronutrientes tem grande importância na qualidade dos frutos, porém, pouco se sabe sobre os efeitos dos micronutrientes nas características do abacaxi, (AMORIM et al., 2013).

O estudo dos micronutrientes associados a frutíferas é recente e apontam para um ganho agrônomico satisfatório quando bem utilizados. O micronutriente boro faz parte desse contexto, pois independentemente do modo de aplicação, a qualidade de frutas tem aumentado por diminuição das desordens fisiológicas nas plantas (GANIE, 2013).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a relação entre o estado nutricional das plantas de abacaxi 'Turiaçu' com a ocorrência das lesões corticosas nos frutos, pois acredita-se que a aplicação de B foliar possa exercer influência para a redução dos sintomas da lesão corticosa nos frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área da pesquisa

O experimento foi conduzido em área de produtor familiar na Comunidade Rural de Serra dos Paz, distante 18 km do município de Turiacu – MA (figura 7), que por sua vez fica a 205 km de São Luís – MA por via marítima. O município de Turiacu situa-se na microrregião do Gurupi, noroeste do estado, com as seguintes coordenadas geográficas: 01° 38' 58,6" de latitude e 45° 29' 25,9" de longitude.



Figura 7. Localização do município de Turiacu-MA, em relação à cidade de São Luís, capital do estado. Fonte: Google Earth.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima tropical semi-úmido do tipo Aw (LABGEO, 2010). A temperatura média durante o ciclo da cultura foi de 27,6°C, a umidade relativa do ar 85,9% e a precipitação média mensal de 156,0 mm (INMET, 2017) (Figura 8).

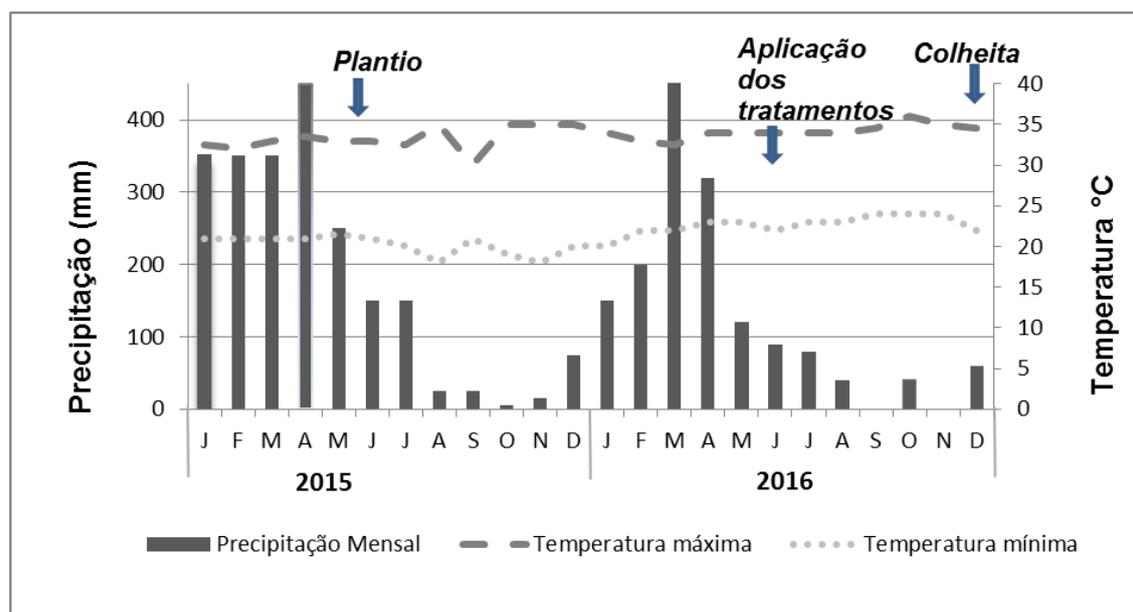


Figura 8. Precipitação e temperaturas médias mensais, do município de Turiaçu - MA de Março de 2015 a Dezembro de 2016.

2.2 Demarcação e condução do experimento

A área escolhida para demarcar as parcelas experimentais teve plantio realizado em abril de 2015, de forma manual, em covas individuais. Conforme recomendações de pesquisadores da Universidade Estadual do Maranhão, o espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,30 m em fileiras simples, gerando uma densidade de 33.300 plantas/ha. O plantio recebeu adubação de fundação, com 1L de esterco bovino por cova e 330 kg.ha⁻¹ de superfosfato triplo e as plantas das parcelas foram induzidas ao florescimento aos 15 meses de idade, utilizando-se 1 grama de carbureto de cálcio na roseta foliar.

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 a colheita dos frutos foi constituída das duas fileiras centrais, desconsiderando-se uma planta em cada extremidade, resultando em 18 plantas (figura 9).

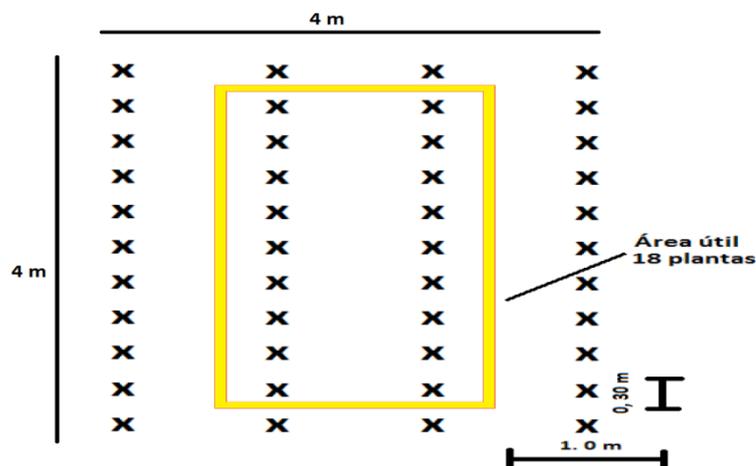


Figura 9. Esquema da parcela experimental utilizado no experimento.

2.3 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental

O experimento constou de três tratamentos: controle (T1); aplicação de boro via foliar (T2); aplicação de biofertilizante bovino (T3). A aplicação foliar de boro (B) mineral e do biofertilizante foram realizadas aos 14 meses após plantio, período anterior ao florescimento.

A solução de ácido bórico foi preparada à 0,3% do nutriente boro, cada litro da solução continha 18,0 g de ácido bórico – H_3BO_3 , massa molar 62 g mol^{-1} (18,0 % de B) para 2,5 litros de solução foi utilizado 45g de ácido bórico. Já o biofertilizante utilizado apresentava os seguintes atributos: N_{total} : 2,85 (g.L^{-1}); P: 6,17 (g.L^{-1}); K: 92,50 (g. kg^{-1}), Ca: 0,45 (g.L^{-1}) e Mg: 0,31 (g.L^{-1}).

O biofertilizante bovino foi preparado por meio do processo de biodigestão anaeróbia, que teve duração de 45 dias, em galões plásticos de 20 L. A formulação foi a seguinte: 2 kg de esterco bovino, 2 kg de cana de açúcar triturada; 0,1 kg de cinzas de madeira; 0,1 kg de fosfato natural; 0,04 kg de ácido bórico; 0,04 kg de sulfato de zinco e 0,2 L de leite bovino. Todos os componentes foram homogeneizados e o volume completado com 8L de água. Em seguida, os galões foram fechados hermeticamente. Por fim, uma mangueira foi adaptada na tampa dos recipientes para possibilitar a saída dos gases produzidos durante o processo de biodigestão, foi utilizado 5,0 mL de biofertilizante por litro de água.

A pulverização foliar de B mineral e biofertilizante foram realizadas com pulverizador costal de 5 litros, sob pressão constante, aplicando-se 50 mL da calda por planta.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com sete repetições totalizando 21 parcelas.

2.4 Colheita

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação E2 (casca com extensão de 25 % amarelada, no sentido base para o ápice) em cada parcela. Foram colhidos 8 frutos por repetição (quatro frutos de cada lado das fileiras centrais), totalizando 56 frutos por tratamento, gerando um total de 168 frutos colhidos para o experimento.

Os frutos colhidos foram acondicionados em caixas plásticas de 40 kg e transportados ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita (LAPOC)/NBA/CCA/UEMA, onde foram submetidos à análises biométricas, físicas e químicas, contagem e tipificação de lesões.

2.5. Características avaliadas

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

O diagnóstico dos teores de nutrientes foliares do abacaxizeiro foi realizado utilizando-se a folha “D”, completamente expandida, recém-madura e posicionada 45° em relação ao eixo da planta, que é caracterizada por ser 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 coleta da folha “D” inteira (porção verde + aclorofilada) foi no momento da colheita dos frutos, aos 18 meses após o plantio, no final da tarde (entre 16:30h e 17:00 h), onde coletaram-se 4 folhas da área útil de cada parcela, sendo 2 de cada lado das fileiras centrais.

As folhas foram previamente limpas com algodão umedecido, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos, em seguida transportados ao laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). No laboratório, após lavagem adequada, foram mensuradas quanto:

- Ao comprimento (cm): Medida de comprimento com fita métrica da folha “D” da base (parte aclorofilada) da folha até o ápice foliar.
- À largura (cm): Medida de largura com fita métrica na folha “D” no terço mediano da folha, distância entre extremidades.
- À massa fresca e seca (g): Mensuração da massa de folha após coleta no campo (massa fresca) e posterior secagem por 72 h em estufa de circulação forçada a 65°C e pesagem para obtenção da massa seca.

As amostras, depois de secas, foram moídas e armazenadas em fracos plásticos fechados e identificados para envio ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental 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 da 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 HNO₃ em papel filtro quantitativo de filtração lenta.

Os teores dos nutrientes K, Ca, Mg, Mn e Cu, foram obtidos através da 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.

2.5.2. Biometria de frutos

Visando determinar as características biométricas dos frutos avaliou-se o comprimento do fruto com e sem a coroa; diâmetros da base, meio e ápice; diâmetro do talo; peso dos frutos com e sem a coroa; peso da coroa; peso da casca e peso da polpa. Avaliadas da seguinte forma:

- 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 (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.

2.5.3 Análise química de frutos

Para as análises químicas, foram avaliados 5 frutos de cada repetição sendo tomados em três secções (rodela) de aproximadamente 1,5 cm de espessura, das partes basal, mediana e apical de cada fruto individualmente. 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 da acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais e relação sólidos solúveis totais/acidez titulável.

Inicialmente foi medido o pH da solução da amostra com pHmetro modelo mPA-210 (ISO 1842, 1991). Para a determinação da acidez total titulável pesou-se 10g da amostra até a 4ª casa decimal, em um Becker, logo após adicionou-se 60 mL de água destilada deixando-se sob agitação magnética. A amostra foi titulada com uma bureta de 25 mL contendo solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N, até que o pH da amostra alcance o ponto de virada (pH 8,1). O pH da solução foi monitorado com um pHmetro, modelo mPA-210. Os resultados expressos em porcentagem massa/massa de ácido cítrico (ISO 750, 1998).

O cálculo utilizado para a determinação foi:

Acidez total titulável (g/100) = $(V \times N \times 100/P) \times \text{mEq do ácido predominante}$.

O fator utilizado foi do ácido cítrico = 0,064, usado para cítricos, abacaxi, manga, goiaba, pêra e pêssego.

O teor de sólidos solúveis foi determinado através de refratômetro, utilizando-se uma amostra homogênea de polpa, uma ou mais gotas de amostra foram colocadas no refratômetro de campo até cobrir totalmente a superfície do prisma, efetuando-se assim

a leitura do aparelho. Foi realizado no mínimo duas leituras por repetição de amostra, com diferença máxima entre as leituras de 0,4°BRIX. Caso esta diferença fosse maior, realizava-se nova análise até que duas leituras em sequência apresentassem no máximo esta diferença (ISO 2173, 1978).

A relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável foi obtida através da relação entre valores de sólidos solúveis totais e da acidez total titulável.

2.5.4 Avaliação da incidência de lesões corticosas

A contagem e tipificação das lesões foram realizadas individualmente em todos os frutos colhidos no experimento, totalizando 168 frutos analisados. Sendo esta realizada antes das análises biométricas e químicas.

Com o auxílio de uma liga circundou-se a região equatorial do fruto (figura 10), foram contabilizadas e tipificadas (lesões corticosas superficiais- LCS e lesões corticosas típicas - LCT) a soma das lesões na parte superior e inferior dos frutos forneceram o resultado das lesões corticosas totais – LCTo.

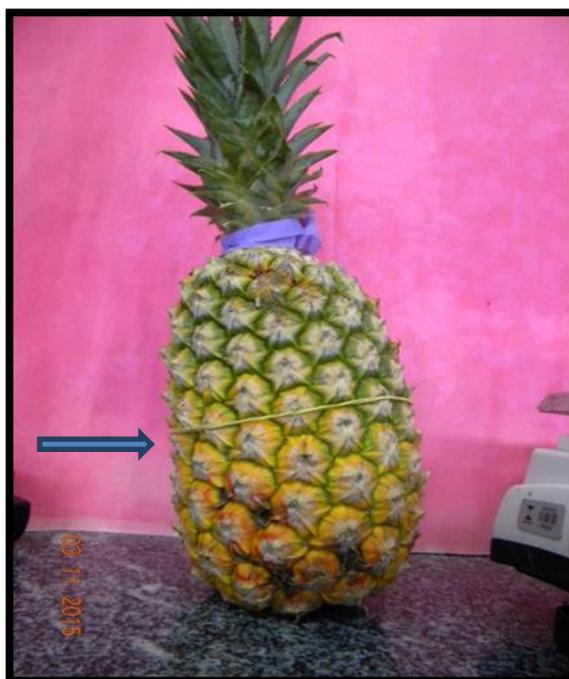


Figura 10. Fruto circundado para contagem e tipificação de lesões

A classificação das lesões seguiu a metodologia de SANTOS (2013), descrita no capítulo II no item 2.2 referente à avaliação da incidência de lesões corticosas.

2.7 Análises estatísticas

Para a análise estatística dos dados obtidos foi realizada a ANOVA e a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para os dados que apresentaram homogeneidade.

Os dados relativos à contagem de lesões na casca dos frutos, foram submetidos ao teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico MINITAB® 16.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração foliar de macro e micronutrientes

O macronutriente nitrogênio (N) não foi influenciado estatisticamente pelos tratamentos de aplicação de boro e biofertilizante via foliar. Os teores de N no experimento variaram entre 5,90 e 7,16 g.kg⁻¹ (tabela 4). Embora estes valores estejam próximos aos encontrados por Santos (2013), em que os teores de N variaram entre 9,36 e 10,99 g.Kg⁻¹, estes valores estão abaixo dos teores citadas por Malavolta et al., (1997), que definem como adequado para a cultura do abacaxizeiro valores entre 20 e 22 g.kg⁻¹. Mesmo os valores do teor de N encontrados estando abaixo do que é definido como adequado ao desenvolvimento da cultura, não foi observado em condições de campo nenhuma planta com sintoma de deficiência visual que possa ser atribuída ao nitrogênio. De acordo com Pyet al. (1987), 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.

De acordo com a tabela 4, os teores de fósforo (P) e potássio (K) apresentaram maiores valores no tratamento testemunha com 0,62 g kg⁻¹ e 15,4 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores de P do experimento oscilaram de 0,44 a 0,62 g.kg⁻¹, já o potássio, variou entre 9,81 e 15,4 g.kg⁻¹. Os valores de P para serem considerados satisfatórios ao bom desenvolvimento da cultura devem estar entre 2,1 e 2,9 kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997; SIEBENEICHLER et al., 2002). Entretanto, mesmo os valores encontrados sendo inferiores ao recomendado, nas plantas do experimento não foram observados sintomas 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. Segundo Pyet al. (1987), o fósforo é pouco exigido e mesmo sendo pouco exigido, é necessário pela ocasião do florescimento, motivo pelo qual deve ser aplicado pouco antes do florescimento.

Enquanto, 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 e na qualidade - sólidos solúveis totais e acidez total titulável (PY et al.,

1957; SPIRONELLO et al., 2004). As concentrações de K encontradas neste trabalho estiveram abaixo das encontradas por Siebeneichler (2002), que encontrou valor de 20,4 g.kg⁻¹, em análise de folha inteira. Os baixos teores foliares encontrados principalmente de nitrogênio e potássio podem estar relacionados ao fato de que a adubação pode ter sofrido o efeito da elevada pluviosidade com lixiviação destes nutrientes, conforme pode ser verificado na Figura 8.

Na fase de floração e desenvolvimento dos frutos do abacaxi Imperial (nove e doze meses após o plantio) ocorre uma maior exigência de K, o que diminui sua concentração na folha, promovendo o aumento no teor foliar de N. Tais mudanças podem ser explicadas pelo antagonismo entre N e K (RAMOS, 2006).

Os teores dos nutrientes Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) não apresentaram diferença estatística para os tratamentos testados (tabela 4). Os teores de Ca variaram de 9,46 a 10,8 g.kg⁻¹ e de Mg de 6,27 a 6,69 g.kg⁻¹. Estes valores estão acima dos recomendados por Malavolta et al. (1997) e Siebeneichler et al. (2002), que recomendam como valores mínimos necessários para Ca entre 3 e 3,92 g.kg⁻¹, respectivamente, e Mg entre 2,42 e 4 g.kg⁻¹, respectivamente para cada autor.

A alta concentração do teor de cálcio encontrada na folha da referida cultivar pode estar relacionada a uma baixa concentração deste nutriente no sistema radicular da planta e de outras estruturas reprodutivos como filhotes e rebentões, sendo que o cálcio, embora não seja exigido em grande quantidade, é essencial para a formação da planta e de um bom sistema radicular (MALÉZIEUX e BARTHOLOMEW, 2003; PAULA et al., 1998).

Tabela 4. Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da folha “D”.

Nutrientes	Tratamento			CV%
	Controle	Boro Foliar	Biofertilizante	
N (g.kg ⁻¹)	7, 16 a	6,37 a	5,90 a	19,3
P(g.kg ⁻¹)	0,62 a	0,48 ab	0,44 b	23,2
K (g.kg ⁻¹)	15, 4 a	10, 7 b	9,81 b	18,1
Ca (g.kg ⁻¹)	10,8 a	10,2 a	9,46 a	47,1
Mg (g.kg ⁻¹)	6,27 a	6,18 a	6,69 a	39,6
B (m.kg ⁻¹)	14,59b	59,53a	21,98b	51,1
Cu (m.kg ⁻¹)	3,48 a	3,32 a	3,04 a	23,5
Fe (m.kg ⁻¹)	82,9 a	90,54 a	89, 9 a	71,6
Mn (m.kg ⁻¹)	726, 3 a	857, 2 a	860,6 a	37,2
Zn (m.kg ⁻¹)	38,3 a	24,54 a	22,53 a	53,1

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

Em alguns casos, as aplicações de fertilizantes têm sido relatadas como causadoras de mudanças nas concentrações de outros nutrientes, possivelmente devido a interações na absorção iônica e/ou transporte (LONERAGAN et al., 1982). Existe uma relação de competição envolvendo os nutrientes K, Ca e Mg e deficiências de Mg causadas pela inibição deste nutriente devido as altas taxas de aplicações de K e Ca. A concentração de magnésio encontrada acima da faixa ideal neste trabalho pode estar relacionada com as menores concentrações de K verificadas (MARSCHNER, 1995).

Em relação ao teor do micronutriente boro (B), houve diferença estatística entre os tratamentos (tabela 4). Pode-se observar que o tratamento de aplicação de B via mineral apresentou os valores mais altos do experimento ($59,53 \text{ mg.kg}^{-1}$) enquanto o tratamento de aplicação do biofertilizante apresentou valor de $21,98 \text{ mg.kg}^{-1}$, não diferindo estatisticamente da testemunha ($14,59 \text{ mg.kg}^{-1}$). Para Siebeneichler et al. (2002), a faixa ideal de teor foliar de B é a partir de 26 mg.kg^{-1} , enquanto para Malavolta et al. (1997), essa faixa está entre 30 e 40 mg.kg^{-1} . O teor foliar encontrado neste trabalho para a aplicação de B via mineral é superior aos adequados para ambos os autores, já a testemunha e o tratamento de B via biofertilizante não estão na faixa adequado para nenhum dos referidos autores.

Embora o tratamento testemunha e o B via biofertilizante não tenham apresentado teores adequados de boro, as plantas do experimento não apresentavam folhas com sinais de deficiência, o que pode ser justificado pelo fato do abacaxizeiro ter 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, levando a formação expressiva de folhas novas e normais (BROWN e SHELP, 1997).

Sousa (2015) encontrou um aumento considerável nos teores de B ($142,84 \text{ mg kg}^{-1}$), na folha de abacaxi 'Turiaçu' com aplicações via mineral realizadas mais tardias. A absorção do boro aplicado via foliar pode ser influenciada por fatores como a concentração da solução de aplicação, a permeabilidade da cutícula foliar, umidade relativa do ar, idade da folha que recebeu a aplicação e o número de vezes que a aplicação foi realizada. Embora a absorção e remobilização de B para as demais partes da planta quando aplicado via foliar seja rápida, levando cerca de um dia e no caso do abacaxi, a planta possui carregadores químicos que facilitam o transporte interno do B (GOOR e LUNE, 1980; SHU et al., 1994; SIEBENEICHLER et al., 2005).

Nos experimentos de Siebeneichler et al. (2008a) as aplicações foliares de bórax aumentaram o teor de B ao longo da folha 'D'. De fato, esses resultados corroboram os encontrados nesta pesquisa, aonde as aplicações foliares de ácido bórico aumentaram o teor de B na folha 'D' de abacaxi 'Turiaçu'. Isso reforça a conclusão de Siebeneichler et al. (2008b), que a rapidez na absorção e na remobilização do B, possivelmente, possa explicar a constância dos teores desse nutriente em folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola'.

Dentre os micronutrientes analisados na folha "D" de abacaxi 'Turiaçu', podemos observar ainda na Tabela 4 que o Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e o Zinco (Zn) não foram afetados pelos tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante, apresentando teores médios de 3,28 mg.kg⁻¹; 121,1 mg.kg⁻¹; 814,7 mg.kg⁻¹ e 28,45 mg.kg⁻¹, respectivamente. O elevado teor desses nutrientes pode ser justificado pelo fato de haver uma tendência a se aplicar mais de um nutriente de uma só vez, embora as concentrações de micronutrientes contidas nas formulações NPK sejam muito baixas e insuficientes para corrigir deficiências na maior parte das vezes, alguns produtos contêm maiores concentrações do que outros, aliado ao fato de ocorrer adubações sucessivas ao longo dos ciclos de plantio em uma mesma área (FAQUIN, 1994).

Todavia o abacaxizeiro cultivar 'Turiaçu' parece apresentar uma boa eficiência de utilização de nutrientes, manifestando adaptação e rusticidade, na medida em que demonstra boa produção e relativa qualidade de frutos, utilizando quantidades de nutrientes abaixo e/ ou muito acima da faixa ideal indicada para outras cultivares, tais como cobre, ferro, manganês e o zinco (SANTOS, 2013).

3.2. Efeito de boro mineral e biofertilizante sobre o desenvolvimento da Folha "D"

De acordo com a tabela 5, 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 83,6 a 87,2 cm de comprimento e 4,2 e 5,5 cm de largura. Sampaio et al. (2011) reportaram para a variável comprimento 75,7 cm para a cultivar 'Gold', 93,7 cm para a 'Jupi', 70,2 cm para a 'Smooth cayenne' e 63,2 cm para a 'Imperial', enquanto Araújo et al. (2012) obtiveram 83,8 cm para o abacaxi 'Turiaçu'. Em relação à largura da folha "D" Reinhardt et al.

(2002) relataram 6,8 e 5,2 cm em folhas “D” de abacaxi ‘Pérola’ e ‘Smooth cayenne’, respectivamente e Araújo et al. (2012), obtiveram 5,1 cm de largura para folhas “D” de abacaxi ‘Turiaçu’.

Tabela 5. Valores médios da biometria de folha “D” de abacaxi cv. ‘Turiaçu’.

Tratamento	Comprimento	Largura	Relação Comp./ Larg
	cm		
Controle	84,4 a	5,5 a	20,8 a
B mineral	83,6 a	4,3 a	19,7 a
Biofertilizante	87,2 a	4,2 a	19,5 a
CV%	9,54	8,34	15,2

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

Uma provável explicação para não haver diferença estatística entre os tratamentos para estas variáveis está no fato de todas as plantas terem recebido a mesma adubação de fundação e cobertura. Este fato colaborou para o desenvolvimento uniforme das plantas, sem ocorrer deficiência de nutrientes requeridos na fase de crescimento. Tal condição foi comprovada em campo, pois não foi observado plantas com sintomas visuais de deficiência nutricional. As folhas “D” são as mais jovens entre as adultas e com maior atividade fisiológica, devido a isto revelam o estado nutricional, bem como fornecem dados sobre o comportamento vegetativo das plantas. Em níveis adequados de nutrição as folhas mantêm um verde intenso (CUNHA et al., 1999; MALÉZIEUX & BARTHOLOMEW 2003; MELO et al., 2007).

Em relação às variáveis massa fresca e massa seca da folha “D”, houve influência dos tratamentos de aplicação de B mineral e via biofertilizante somente para a massa seca (Tabela 6). A massa seca de folha D, apresentou maior média para o tratamento com aplicação de B mineral com 10,8 g. Fato que reforça a idéia de que embora a cultivar não apresente sintomas visuais de deficiência nutricional, talvez devido a sua rusticidade, a adubação com fornecimento adequado de boro pode promover uma sensível resposta no pleno desenvolvimento da cultura.

Sampaio et al. (2011) observaram para a cultivar ‘Smooth cayenne’ e ‘Imperial’ massa fresca de 43,50 e 34 g, respectivamente e Caetano et al. (2013) valores de 45,6 g e 6,1 g de massa fresca e seca da folha “D” de abacaxi ‘Vitória’, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios de massa fresca e seca de folha “D” de abacaxi cv. ‘Turiaçu’.

Tratamento	Massa Fresca	Massa Seca
	g	
Controle	45,9 a	8,4 b
B mineral	44,5 a	10,8 a
Biofertilizante	44,2 a	8,5 b
CV%	12,5	27,4

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

As plantas que receberam adubação com boro via foliar responderam com maior acúmulo de massa seca na folha “D”, revelando ser este parâmetro um indicador sensível sobre o desenvolvimento geral da planta. De acordo com Malézieux et al. (2003), a folha “D” representa um padrão de folha facilmente identificável, que é comumente utilizado para avaliar o índice de crescimento e o estado nutricional da planta, sendo um estimador do vigor e porte vegetativo de plantas de abacaxi. Como o boro está relacionado a alguns processos básicos (metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares), o seu fornecimento direto às plantas favoreceu uma maior concentração de massa, visto que é um elemento importante para o desenvolvimento de partes jovens nas plantas, como é o caso da folha “D”. A adubação com boro aumenta o crescimento e a produção das plantas e sua deficiência resulta numa rápida inibição do crescimento, sendo necessário adicionar fertilizantes na agricultura (GUPTA et al., 1985). Para Coelho et al. (2007), a área e matéria seca das folhas e altura de plantas são influenciadas também pelas adubações nitrogenadas, que por sua vez afetam o peso dos frutos.

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

A massa da casca e da coroa não foi afetada pela aplicação de boro via foliar e biofertilizante. As variações das médias foram de 0,328g a 0,355g para a massa da casca e de 0,071g a 0,076g para a massa da coroa. Os tratamentos influenciaram a massa de fruto e de polpa que apresentaram diferença estatística significativa entre si. A maior média apresentada tanto para a massa de fruto quanto para massa de polpa foi no tratamento controle (tabela 7).

Tabela 7. Valores médios das variáveis de qualidade física de abacaxi ‘Turiaçu’.

Tratamentos	Massa da casca	Massa da coroa	Massa de fruto	Massa de polpa
Kg				
Controle	0,331 a	0,073 a	1,333ab	0,998 a
B mineral	0,355 a	0,071 a	1,424a	0,936 ab
Biofertilizante	0,328 a	0,076 a	1,261 b	0,856 b
CV%	18,5	15,3	12,7	16,7

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

Em seu trabalho, Aguiar Júnior (2014) encontrou valores de massa de fruto (1559,6 e 1535,7 g) e massa da coroa (74,5 e 77,4 g) superiores às encontradas nesta pesquisa (tabela 7), concordando com Araújo et al. (2012) que também encontrou valor superior (1620 g) aos encontrados neste trabalho para massa de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’.

Durante o período de formação dos frutos os fatores ambientais, especialmente precipitação e temperatura exercem influência no desenvolvimento dos frutos (KIST et al. 2011). As plantas do experimento iniciaram a formação dos frutos em período de elevada temperatura (Figura 8), o que possivelmente favoreceu uma maior taxa de crescimento dos frutos. De acordo com Gonçalves e Carvalho (2000), frutos que iniciam seu desenvolvimento no final do período chuvoso e com temperatura elevada, tendem a ser de tamanho grande. Tal situação aconteceu com os frutos deste experimento (tabela 7). Pois, o plantio ocorreu nos meses de abril a maio, de modo que o florescimento ocorreu por volta de 14 meses após o plantio, e a formação e desenvolvimento dos frutos ocorreu no final do período chuvoso (Julho - Agosto). Aliado a esta situação a adubação com boro mineral favoreceu o crescimento dos frutos.

A variável massa da coroa deste experimento teve valor médio de 0,073 Kg, enquanto Araújo et al. (2012) encontraram para cultivar ‘Turiaçu’ valor médio de 61,1 g. O estresse hídrico temporário durante o crescimento das folhas pode causar variações em suas dimensões (D’EECKENBRUGGE & LEAL, 2003), o que pode justificar o menor crescimento da coroa encontrada neste trabalho, devido a um pequeno déficit no período de Agosto a Setembro (figura 8). De acordo com Maeda (2005), frutos da cultivar Smooth Cayenne não têm o desenvolvimento afetado por diferentes fontes de B, porém, alcançam uma alta produtividade, mesmo com teores no solo abaixo do adequado.

Em relação às variáveis de biometria do fruto, os tratamentos de aplicação de B via mineral ou via biofertilizante influenciaram significativamente apenas o comprimento do fruto sem coroa (tabela 8). O diâmetro da base oscilou entre 101,5 e 118,4 cm, o diâmetro do meio, apresentou valores entre 98,8 e 101,3 cm, o diâmetro do meio variou entre 98,8 e 101,3cm, o diâmetro do ápice variou entre 88,5 e 91,3, confirmando o formato parcialmente cilíndrico que o fruto apresenta. O diâmetro do eixo central variou entre 2,27 e 2,37 cm, o comprimento da coroa teve seus valores entre 12,7 e 13,4 cm. Já para o comprimento do fruto sem coroa o tratamento com aplicação de boro mineral apresentou maior média, com 19,6 cm.

Tabela 8. Valores médios das variáveis biométricas de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’.

Tratamentos	Diâmetro da base	Diâmetro do meio	Diâmetro do ápice	Diâmetro eixo central	Comp. da coroa	Comp. Fruto sem coroa
	mm			cm		
Controle	118,4 a	99,1 a	89,6 a	2,31 a	13,4 a	18,9 b
B mineral	102,9 a	98,8 a	88,5 a	2,37 a	13,1 a	19,6 a
Biofertilizante	101,5 a	101,3 a	91,3 a	2,27 a	12,7 a	18,2 c
CV%	6,3	6,1	9,7	10,5	18,6	7,4

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

De acordo com Maeda (2005), as fontes de B e de Zn não exerceram efeito no diâmetro médio dos frutos, corroborando os resultados encontrados neste trabalho. Os valores do diâmetro do eixo central (DEC) encontrado estão próximos aos registrados por Pedreira et al. (2008), que em trabalhos com a cultivar Pérola, encontraram valores de DEC iguais a 2,30 cm. Araújo et al. (2012), registrou média de eixo central para abacaxi ‘Turiaçu’ de 2,5 cm. Enquanto Cabral et al. (2009) relataram média de eixo central de 2,4 e 2,8 cm para ‘Pérola’ e ‘Smooth cayenne’, respectivamente.

Os frutos de abacaxi que se desenvolvem com boa disponibilidade de água proporcionam maiores comprimentos de frutos com e sem coroa (PEREIRA et al., 2009). Os valores de comprimento de fruto com e sem coroa estão próximos aos encontrados por Reinhardt et al. (2000), que relataram comprimento de fruto com coroa para abacaxi Smooth Cayenne valor de 16,6 cm e Araújo et al. (2012), que encontrou para o abacaxi ‘Turiaçu’ comprimento de fruto sem coroa médio de 20,8 cm.

A época de colheita afeta o peso, o tamanho, a forma de frutos e as coroas de abacaxi (JOOMWONG & SORNSRIVICHAI, 2005). Pereira et al. (2009) verificaram o maior crescimento de frutos que se desenvolveram em período chuvoso, fato que não ocorreu neste experimento, pois os frutos iniciaram seu desenvolvimento no final do período chuvoso. Araújo et al. (2012) observaram comprimento de coroa para abacaxi ‘Turiaçu’ de 14,4 cm, enquanto Souza et al. (2007) de 18,0 cm para ‘Pérola’, valores acima dos encontrados neste trabalho, que apresentou um valor médio de 13,1 cm.

Os atributos de qualidade química de frutos estão apresentadas na tabela 9. A acidez total titulável (ATT), a relação SST/ATT e o pH, não apresentaram diferença estatística entre si, em relação a qualquer dos tratamentos aplicados. A variável teor de sólidos solúveis totais (SST) demonstrou diferença estatística entre os tratamentos, com maior média para o tratamento controle, com valor de 16,4 °Brix, que não diferiu do tratamento com boro mineral (tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), relação teor de sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/AT) e pH.

Tratamentos	ATT	SST	SST/ATT	pH
	%	°Brix		
Controle	0,54 a	16,4 a	34,7 a	3,97 a
B mineral	0,47 a	16,2 ab	32,6 a	4,08 a
Biofertilizante	0,48 a	15,4 b	32,1 a	3,97 a
CV%	15,4	6,73	21,1	2,32

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

Os resultados encontrados nesta pesquisa, para as variáveis de qualidade de frutos, concordam com Siebeneichler et al. (2002), que também não encontraram diferença significativa nas características químicas de frutos de abacaxi submetidos à aplicação de boro foliar, exceto em relação ao teor de sólidos solúveis totais, que apresentou ligeiro aumento.

Aguiar Júnior (2014), em seu trabalho com abacaxi cv. ‘Turiaçu’, encontrou valores superiores aos encontrados neste trabalho para a ATT (0,47 %), SST (16,7 °Brix) e SST/AT (36,8). Já o pH apresentou comportamento diferente, sendo igual a 3,8 enquanto a média de pH demonstrada neste trabalho foi igual a 4. De acordo com Pedreira et al. (2008), a acidez total titulável de frutos de abacaxi ‘Pérola’ variaram de

0,37% a 0,63%, em diferentes épocas de oferta de mercado. Para o abacaxi Pérola a média da acidez total titulável gira em torno de 0,43 %, e para ‘Smooth cayenne’ 0,56 % (ABÍLIO et al., 2009; BORGES et al., 2011).

A acidez total titulável dentro dos parâmetros de qualidade de frutos de abacaxi é a mais influenciada pelas condições climáticas. Na cultivar ‘Smooth cayenne’ ocorre aumento da acidez total titulável no período chuvoso (JOOMWONG, 2006).

Os frutos do presente experimento foram plantados ao final do período chuvoso, de forma que seus frutos se desenvolveram em um período seco (figura 8), e essas alterações no teor de acidez e o acúmulo de ácidos estão de acordo com Choairy (1984).

Da mesma forma, a composição dos açúcares presentes no abacaxi pode estar ligada à época de cultivo, já que a época de cultivo tem influência sobre as enzimas relacionadas ao metabolismo da sacarose (ZHANG et al., 2011). Para Gonçalves e Carvalho (2000), a maturação de frutos de abacaxi que ocorrem com alta luminosidade, leva os frutos a produzirem de forma mais intensa os sólidos solúveis. Os teores de sólidos solúveis estão intimamente relacionados com o estágio de maturação dos frutos (SHAMSUDIN et al., 2009).

A Instrução Normativa/SARC nº 001, de 01 do MAPA (2002) determinou que os frutos de abacaxi aptos à comercialização devem ter um teor de sólidos solúveis de no mínimo de 12 °Brix, ou seja, embora os frutos utilizados neste trabalho se apresentassem com apenas 25% das malhas da casca amareladas- estágio inicial de maturação (E2), já possui um SST médio de 16°Brix, estando aptos para consumo ‘*in natura*’.

Siebeneichler et al. (2008a) constataram que a aplicação foliar de B influenciou o teor de sólidos solúveis totais (SST) em frutos de abacaxi. Do mesmo modo, aplicação de boro mineral permitiu um sensível aumento no teor de sólidos solúveis totais, no presente trabalho. O efeito do boro sobre o teor de sólidos solúveis totais pode ser atribuído ao comportamento do boro na célula vegetal, facilitando o transporte de açúcares e o metabolismo de carboidratos (HANSCH E MENDEL, 2009). De acordo com Sousa (2015), a cultivar ‘Turiaçu’ tem como característica peculiar um elevado teor de sólidos solúveis totais, fato também evidenciado neste trabalho.

Para a relação SST/AT (tabela 9), os frutos do presente trabalho apresentaram valores abaixo dos encontrados por Araújo et al. (2012) – 42,3 e por Aguiar Júnior (2014)- 36,92. A importância da relação SST/AT reside 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 modo que, os frutos deste trabalho proporcionaram um sabor levemente ácido, sendo explicado pelo estágio de recém-maturação (25% de maturação) em que os frutos foram colhidos.

Pereira et al. (2009) relatam que os maiores valores da relação SST/ATT foram encontrados em frutos que se desenvolveram em um período com boa disponibilidade hídrica. Isto justificaria a baixa relação encontrada neste trabalho, visto que os frutos deste experimento se desenvolveram em período de baixa disponibilidade hídrica (figura 8). Já o valor do pH não é significativamente influenciado pela disponibilidade hídrica (JOMWONG & SORNSRIVICHAI, 2005).

Os valores mais baixo de pH em polpa de frutas estão relacionados à limitação no crescimento de bactérias patogênicas, onde as mantém em níveis de contaminação e patamares adequados ao consumo (SANTOS et al., 2008). Siebeneichler et al. (2008a) constataram que a aplicação foliar de B não afetou significativamente o pH do suco de abacaxi Pérola, semelhante ao registrado neste trabalho.

3.4 Efeito do boro mineral e biofertilizante sobre o número e tipo de lesões na casca de frutos cv. 'Turiaçu'

A incidência de lesões corticosas típicas (LCT), na base dos frutos foram influenciadas pela aplicação de biofertilizante ao nível de 5% de probabilidade (tabela 10). Sendo o tratamento com biofertilizante o que obteve menor média, com aproximadamente quatro lesões por fruto, enquanto o tratamento controle e o boro foliar apresentaram aproximadamente seis lesões por frutos. Já as lesões corticosas superficiais (LCS) na base dos frutos não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos avaliados. No ápice dos frutos, tanto as lesões corticosas típicas quanto as lesões corticosas superficiais não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, com variação das médias de 0,14 a 0,58 lesões típicas por fruto e 5,6 a 5,9 lesões superficiais por frutos (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’.

Tratamento	Base		Ápice	
	LCT	LCS	LCT	LCS
Controle	6,3 ± 3,8 a	17,8 ± 16,4 a	0,58 ± 0,14 a	5,9 ± 5,6 a
Boro Foliar	6,4 ± 3,9 a	17,2 ± 15,8 a	0,38 ± 0,06 a	5,6 ± 5,3 a
Biofertilizante	3,9 ± 1,4 b	16,4 ± 15 a	0,14 ± 0,3 a	5,6 ± 5,3 a
CV%	33,6	21,2	18,8	33,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste ‘t’ de Student a 5 % de probabilidade.

Em relação às lesões corticosas típicas, que causam maior problema à aparência do fruto, na base houve uma redução no valor médio do número de lesões no tratamento que recebeu a aplicação e biofertilizante, sendo esta redução de 39,06% em relação ao tratamento com boro foliar e de 38,09% em relação ao tratamento controle.

Esse resultado pode ser justificado pelo fato do biofertilizante possuir praticamente todos os macro e micronutrientes que as plantas precisam e, por conseguinte os frutos. De acordo com Amin et al. (2013), a aplicação foliar de biofertilizante exerce influência significativa sobre as características químicas e físicas dos frutos de abacaxi, e em outras culturas frutícolas e hortícolas. Outra provável explicação poderia ser que a utilização do biofertilizante com sua rica constituição biológica se torne facilitador da entrada e movimentação interna dos nutrientes aplicados via foliar (MOCELLIN, 2004).

Siebeneichler et al. (2008) verificaram que os frutos oriundos de plantas-soca induzidas naturalmente, cultivadas sem boro, apresentaram a formação de excrescências corticosas entre os frutinhos e o fruto formado em plantas que receberam boro apresentavam-se normais, com a casca lisa entre os frutinhos. As plantas que iniciaram a formação de frutos posteriormente, em função da indução artificial, apresentaram sintomas de deficiência de boro mais intensos. Os frutos eram deformados, sem coroa e com rachaduras e excessiva formação de excrescências corticosas entre os frutinhos e nas rachaduras. Para a diminuição de desordens fisiológicas relacionadas ao micronutriente boro, Ali et al. (2017) recomendam a aplicação de boro foliar a 0,3% para aumento do rendimento e melhoria da qualidade de frutos.

Para Singhet al. (2007), o boro, por si só, não reduz a formação de frutos com rachaduras, mas em combinação com Ca reduz a produção de frutos malformados. O efeito do teor de Ca e B nos tecidos de frutos e folhas que receberam aplicação foliar de Ca ou B isoladamente ou em combinação aumenta significativamente o conteúdo destes nas folhas e nos frutos, situação que pode ser verificada com a aplicação de biofertilizante, visto que este é fonte também destes nutrientes.

Em relação às lesões corticosas superficiais, tanto na base quanto no ápice não houve redução no valor médio do número de lesões, em nenhum tratamento, contrariando os resultados encontrados por Singh et al. (2007), que ressalta a combinação entre os nutrientes Ca e B, aplicados via foliar, como bastante eficiente para reduzir a incidência de desordens fisiológicas, tais como albinismo, malformação do fruto e doenças como o mofo cinzento, além de melhorar o rendimento das culturas. Segundo Davarpanah et al. (2016), a aplicação de boro foliar isolado ou em combinação com o zinco não é capaz de diminuir o número de rachaduras em frutos, de maneira significativa.

Para Souza (2015), nas lesões corticosas superficiais ocorre pequena formação de excrescência corticosa pardacenta entre os frutinhos, mas sem o fendilhamento da casca, em situações de deficiência acentuada de B as lesões superficiais podem evoluir para as lesões corticosas típicas, especialmente na base dos frutos, onde as mesmas estão mais concentradas.

Na Figura 11, são apresentadas as frequências percentuais dos números de lesões corticosas típicas (LCT) totais e lesões corticosas superficiais (LCS) totais para cada tratamento. Para as LCT totais mais de 25% dos frutos em todos os tratamentos apresentaram valores superiores a dez lesões por fruto, sendo esta frequência igual a 32,5% para o tratamento controle e para o boro mineral, e de 26,1% para o tratamento com biofertilizante. Em relação aos frutos que não apresentaram nenhuma lesão corticosa, a maior frequência foi registrada no tratamento com biofertilizante, alcançando 28% dos frutos, enquanto o tratamento com boro mineral apresentou apenas 3,8% sem a presença de lesão corticosa típica e a testemunha 2,5%.

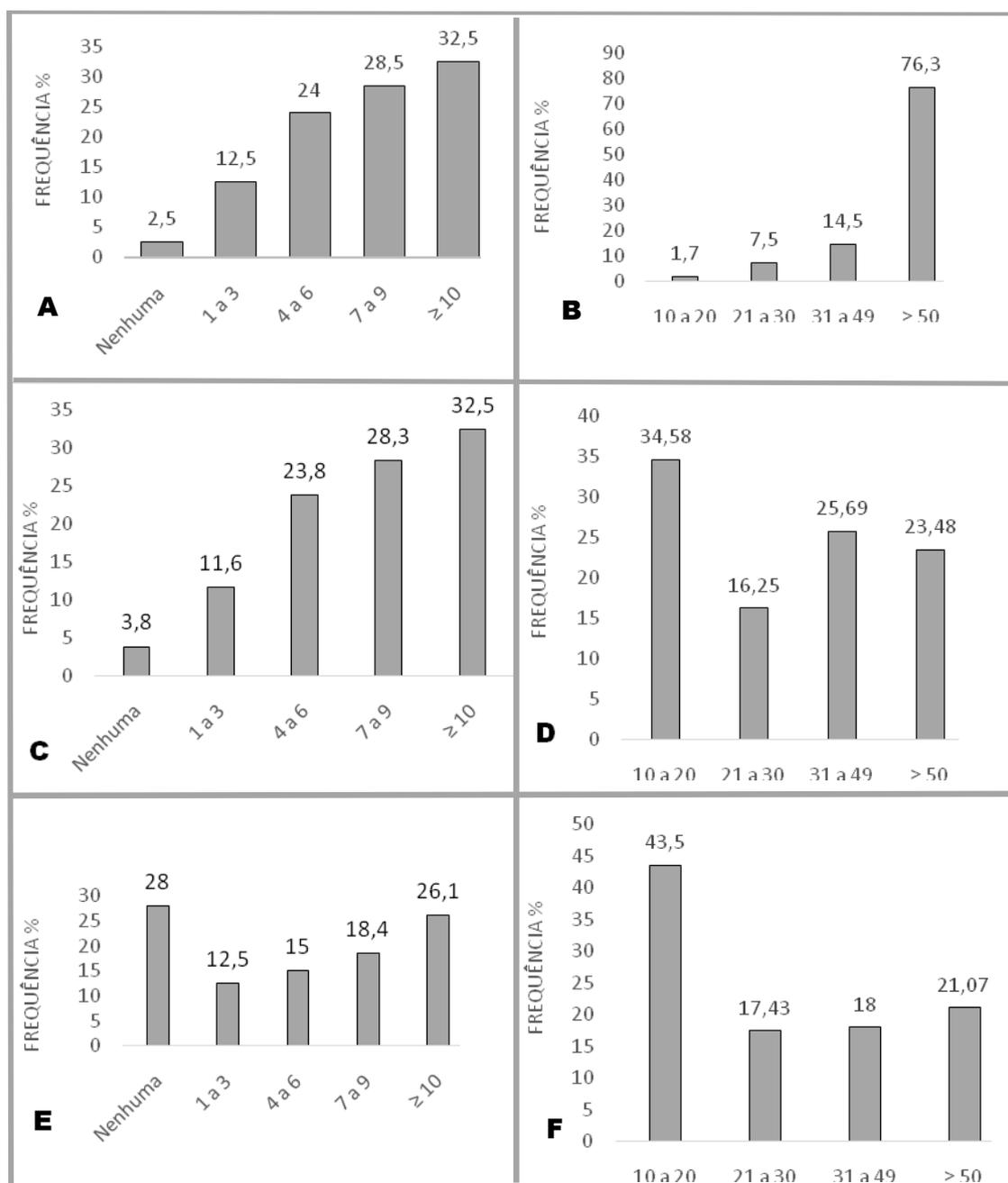


Figura 11. Frequência percentual de lesões corticostas típicas (LCT) e superficiais (LCS) em frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em função dos tratamentos: A – LCT no tratamento testemunha; B- LCS no tratamento testemunha; C – LCT com aplicação de boro mineral; D – LCS com aplicação de boro mineral; E - LCT com aplicação de biofertilizante; e F – LCS com aplicação de biofertilizante.

Em relação às lesões superficiais típicas totais, nota-se que há uma frequência consideravelmente superior no tratamento testemunha para a ocorrência de mais de cinquenta lesões por fruto, apresentando uma frequência igual a 76,3%. Enquanto nos outros tratamentos essa frequência foi inferior 24%. O inverso é observado em se tratando do grupamento de 10-20 lesões por frutos, em que se percebe que os

tratamentos boro mineral e biofertilizante tiveram maior frequência neste grupamento, em detrimento do grupamento com lesões por fruto superior a 50.

Infere-se que, os tratamentos com boro mineral e biofertilizante foram capazes de em última estância, diminuir a frequência de lesão por frutos, decrescendo a ocorrência de frutos no grupamento superior a 50 lesões por fruto para o grupamento 10-20 lesões por frutos.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de boro mineral proporcionou os maiores teores de boro na folha D, acima dos teores recomendados para a cultura.

A aplicação de boro foliar, via mineral e biofertilizante nas doses e condições experimentais, não influenciaram as características químicas e biométricas dos frutos, exceto pelo comprimento de fruto sem coroa e massa do fruto.

A aplicação de biofertilizante via foliar reduziu o número de lesões corticosas típicas, na base dos frutos.

A aplicação de boro, via foliar e biofertilizante nas doses e condições experimentais, não reduziram o número de lesões corticosas superficiais.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, G. M. F., HOLSCHUH, H. J., BORA, P. S., & OLIVEIRA, E. F. D. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1117-1121, 2009.

AGUIAR JÚNIOR, R.A.Desenvolvimento vegetativo, expansão da colheita e qualidade de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em função da época de plantio e mulching. **Dissertação** (mestrado em Agroecologia).2014. 122f.São Luís,Universidade Estadual do Maranhão, [2014].

AGUILA, J. S. D.; AGUILA, L.S. H.; KLUGE, R.A.; ROULET, M.C.; ONGARELLI, M.G. Compression damage as the principal factor in mechanical injury of pineapple postharvest. **Acta Horticulturae**, v.1012, 2013.

ALIA, M.S.; ELHAMAHMYB,M.A.;EL-SHIEKH, A.F. Mango trees productivity and quality as affected by Boron andPutrescine. **Scientia Horticulturae**, v. 216, p. 248–255, 2017.

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, A.; CHAVES, A.M.S.; REIS, F.O.; MARTINS, M.R. Abacaxi ‘Turiaçu’: cultivar tradicional nativa do Maranhão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n.4, p. 1270-1276, 2012.

BORGES, P. R. S., CARVALHO, E. E. N., BOAS, E. V. D. B. V., LIMA, J. P. D., & RODRIGUES, L. F. Study of the psycho-chemical stability of ‘Pérola’ pineapple juice. **Ciência e agrotecnologia**. v. 35, p. 742-750, 2011.

BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants.**Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, p. 85-101,1997.

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), 2009.

CAETANO, L. C. S., VENTURA, J. A., DA COSTA, A. D. F. S., & GUARÇONI, R. C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.3, p. 883-890. 2013.

CHAVES, A. M. S. **Produtividade e qualidade do abacaxi ‘Turiapu’ 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.

CHOAIRY, S.A. **O abacaxizeiro**. João Pessoa: EMEPA-PA. 93p (EMEPA-PB, documento, 2), 1984.

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 ‘smoothcayenne’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29 p.161-165, Abril, 2007.

CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S.; **O Abacaxizeiro**. Cultivo, agroindústria e economia. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480p.

DAVARPANAHA, S.; ALI, T.; DAVARYNEJADA, G.; ABADÍAB, J.; KHORASANI, R. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punicagranatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, v.210, p.57–64, 2016.

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

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.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Lavras - MG: UFLA/FAEPE, v. 1, p. 227, 1994.

GANIE, M. A.; AKHTE, F.; BHAT, M. A.; MALIK, A. R.; JUNAID, J. M.; SHAH, M. A.; BHAT, A. H.; BHAT, T. A. Boron – a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits, **Current Science**, India VOL. 104, NO. 1, 10 JANUARY 2013.

GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. Cap. 2, p.13-27. (Frutas do Brasil, 5).

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa/CTT, 2000. p. 13-27. (Frutas do Brasil, 5).

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.

GUIMARÃES, A. R. O uso de agrotóxicos e suas implicações nas lavouras de abacaxi no município de monte alegre de minas (MG). **Espaço em Revista**, v.15, p.46-60, 2013.

GUPTA, U.C.; JAMES, Y.W.; CAMPBELL, C.A.; LEYSHON, A.J.; NICHOLAICHUK, W. Boron toxicity and deficiency: A review. **Canadian Journal Soil Science**. Ottawa, v.65, p.381–409, 1985.

HANSCH, R., MENDEL, R. Physiological functions of mineral micronutrientes (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Current Opinion in Plant Biology**, v.12, p.59–266, 2009.

HUERT, R. La composition chimique de l'ananas. **Fruits**, Paris, v. 13, n. 5, p. 183-197, 1958.

International Standard ISO 2173:1978 (E) primeira edição **Fruit and vegetable products Determination of soluble solids content – Refractometric method**, 1978.

International Standar ISO 1842:1991 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determination of pH**, 1991.

International Standar ISO 750:1998 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determination of titrable acidity**, 1998.

INMET. **Tempo, Clima, Aplicações e Agrometeorologia** - Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 15 de mar de 2017.

KIST, H. G. K.; RAMOS, J. D.; PIO, R.; SANTOS, V. A. Diquat e ureia no manejo da floração natural do abacaxizeiro 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p.1048-1054, 2011.

JOOMWONG, A. Impact of cropping season in Northern Thailand on the quality of Smooth Cayenne pineapple. II. Influence on physicochemical attributes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 8, p. 330-336, 2006.

JOOMWONG, A.; SORNSRIVICHAI, J. Impact of Cropping Season in Northern Thailand on the Quality of Smooth Cayenne Pineapple I. Influence on Morphological Attributes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 7, No. 3, 2005.

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

LONERAGAN, J.F.; GRUNES, D.L.; WELCH, R.M.; ADVAYI, E.A.; TENGAH, A.; LAZER, V.A. CARY, E.E., Phosphorous accumulation and toxicity in leaves in relation to zinc supply. **Soil Science Society of American Journal**, v. 46, p.345–352, 1982.

MAEDA, A. S. **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].

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.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D. P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E.; ROUBACH, K. G. (eds). **The pineapple, botany, production and uses**. Honolulu: CAB, p. 143-165, 2003.

MALÉZIEUX, E; CÔTE, F.; BARTHOLOMEW, D.P. Crop environment, plant growth and physiology. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E., ROHRBACH, K.G. (eds.) **The Pineapple- Botany, Production and Uses**. Honolulu: CABI Publishing, 2003. Cap. 5, p. 69 - 108.

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**).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. Academic Press, London, p. 229-312, 1995.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G.; GORENSTEIN, M.R. Efeito do fogo sobre o banco de sementes em faixa de borda de Floresta Estacional Semidecidual. *Acta Botanica Brasílica*, v. 21, n.4, p.927-934. 2007.

PAULA, M.B.de, MESQUITA, H.A.de, NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. *Informe agropecuário*, 19 (195): 33-39, 1998.

PAULL, R.E.; CHEN, C. C. Postharvest physiology, handling and storage of pineapple. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.). **The pineapple: botany, production and uses**. New York: CABI Publishing, 2003. p.253-279.

PEDREIRA, A.C.C., NAVES, R. V., & DO NASCIMENTO, J. L. Variação sazonal da qualidade do abacaxi cv. Pérola em Goiânia, estado de Goiás, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 262-268, 2008.

PEREIRA, M. A. B. et al. Quality of pineapple commercialized by Cooperfruto: Miranorte/Tocantins/Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1049-1053, 2009.

PY, C., LACOEUILHE, J.J., TEISSON, C. The pineapple: cultivation and uses. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 568p, 1987.

RAMOS, M. J. M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em abacaxizeiro cultivar Imperial. Tese de doutorado, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2006.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. **Abacaxi produção: aspectos técnicos**. Brasília: SPI, 2000. 77p.

REINHARDT, D. H., CABRAL, J. R. S., DA SILVA SOUZA, L. F., SANCHES, N. F., & DE MATOS, A. P. et al. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. *Fruits*, v. 57, n. 01, p. 43-53, 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.

- SÁNCHEZ, L.N.; DÍAZ, C.A.; HERRERA, A.O.; LÓPEZ, M.D. G.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P.; HERNÁNDEZ, M.S. Postharvest Behavior of Native Pineapple Fruit and 'Golden MD-2' (*Ananas comosus*) during Low Temperature Storage. **Acta Horticulturae**, v.934, 2012.
- SANTOS, C.A.A. & COELHO, A.F.S.; CARREIRO, S.C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 913-915, 2008.
- 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.
- SHAMSUDIN, R. et al. Chemical Compositions and Thermal Properties of the Josapine Variety of Pineapple Fruit (*Ananas Comosus*L.) In Different Storage Systems. **Journal of Food Process Engineering**, v.34, p. 1558–1572, 2011.
- 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, 1994.
- 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, 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, Agosto, 2005.
- 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.; SILVA, J.A.Da. Deficiência de B na cultura do abacaxi 'Pérola'. **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 38, n. 4, p. 651 – 656, Des, 2008b.
- SILVA, J. S. da. Agricultura familiar e cooperativismo no Maranhão. **Revista IDEAS-Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, Rio de Janeiro – RJ, v. 6, n.1, p. 50-84, 2012.
- SINGH, R.; SHARMA, R.R.; TYAGI, S.K. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v.112, p. 215–220, 2007.
- SOUSA, E. H. S. **Superação de desordem fisiológica e qualidade de frutos de abacaxi 'Turiaçu', em função de boro e biofertilizante via foliar**. Dissertação (Mestrado em agroecologia). 2015. 74f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, 2015.

SOUZA, C.B.; SILVA, B.B.; AZEVEDO, P.V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 134-141 2007.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effect by NPK fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 26, n.1, p.155-159, 2004.

ZHANG, X.M. et al. Dynamic analysis of sugar metabolism in different harvest seasons of pineapple (*Ananas comosus* L. (Merr.)). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n.14, p. 2716-2723, 2011.