

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

AUDERES WATYSON DE OLIVEIRA SANTOS

**CONTROLE DE LESÕES CORTICOSAS NA CASCA E QUALIDADE DE FRUTOS
DE ABACAXI CV. TURIAÇU FERTILIZADO COM BORO**

São Luís-MA

2013

AUDERES WATYSON DE OLIVEIRA SANTOS

Engenheiro Agrônomo

**CONTROLE DE LESÕES CORTICOSAS NA CASCA E QUALIDADE DE FRUTOS
DE ABACAXI CV. TURIACU FERTILIZADO COM BORO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

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

São Luís – MA

2013

AUDERES WATYSON DE OLIVEIRA SANTOS

Engenheiro Agrônomo

**CONTROLE DE LESÕES CORTICOSAS NA CASCA E QUALIDADE DE FRUTOS
DE ABACAXI CV. TURIAÇU FERTILIZADO COM BORO**

Data:18/04/2013

Comissão Julgadora:

Prof . Dr. José Ribamar Gusmão Araújo (UEMA)

Prof^a . Dr^a. Mariléia Barros Furtado (UFMA)

Prof^o. Dr^o. Moisés Rodrigues Martins (UEMA)

São Luís – MA

2013

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração desse trabalho em especial:

Aos Professores Doutores José Ribamar Gusmão Araújo, Ana Maria Silva de Araújo, Francisco Nóbrega dos Santos, Moisés Rodrigues Martins, Mariléia Barros Furtado pelo incentivo e orientação.

Aos colegas de turma de mestrado Rafael, Maria, Kenesson, Muniz Neto, Ana Paula, Danúbia e a todos os demais.

A Rozalino Junior parceiro de viagem e, sobretudo um grande especialista e pioneiro do abacaxi var. Turiaçu.

Aos Professores Enedias e João pelo acompanhamento das análises químicas, que com calma e serenidade foi de grande importância nessa caminhada.

Aos amigos que sempre me apoiaram: Ester, Pr. Paulo, Gisele, Elizineide, Francisco e os demais.

A minha Esposa, Natália Nicolle em especial pelo carinho, amizade, amor, pela mulher que ela representa em minha vida, pelo nosso casamento, eu te agradeço.

Aos meus pais Auderes Lúcio e Estelita e ao meu irmão Augusto que sempre acreditaram em mim, e sempre me incentivam em tudo que faço.

E acima de todas as coisas à Deus, amigo fiel que permitiu que tudo isso fosse possível, que transformou mais um sonho em realidade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Importância da Abacaxicultura	15
2.2 Aspectos referentes ao abacaxi Turiagu	19
2.3 Cultivo de fruteiras em nível de agricultura familiar	24
2.4 Nutrição mineral do abacaxizeiro	29
2.5 Deficiência nutricionais e desordens fisiológicas no abacaxizeiro	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.1 Local do experimento	43
3.2 Seleção e preparo da área	44
3.3 Instalação e condução do experimento	45
3.4 Delineamento experimental	46
3.5 Avaliação	47
3.5.1 Biometria dos frutos	47
3.5.2 Análise físico-química de frutos	47
3.5.3 Incidência de lesões na casca	48
3.5.4 Teores foliares de macronutriente e micronutriente	49
3.5.5 Amostragem e análise de solo e folhas de áreas de produtores	51
3.5.6 Incidência de lesões corticosas em área de produtores	52
3.5.7 Análise estatística	53
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	54
4.1 Nível de incidência de lesões associado à nutrição com boro	54
4.1.1 Lesões corticosas típicas (LCT)	54
4.1.2 Distribuição de lesões corticosas típicas na superfície do fruto	62
4.1.3 Lesões Corticosas Superficiais (LCS)	64
4.2 Biometria e variáveis físico-química dos frutos	66
4.3 Teores foliares de macronutrientes	71
4.4 Teores foliares de micronutrientes	74
4.5 Incidência de lesões corticosas em áreas de produtores e relação com a fertilidade do solo e estado nutricional das plantas	78

4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
5	CONCLUSÕES.....	85
	REFERÊNCIAS.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Área de abacaxicultura na Serra dos Paz - Turiaçu – MA.....	23
2	Localização do município de Turiaçu-MA, em relação a capital do Estado.....	43
3	Precipitação e temperaturas médias mensal durante os anos de 2010 e 2011...	44
4	Esquema da parcela experimental (área útil e bordadura).....	46
5	Lesão corticosa típica e superficial no fruto do abacaxi cv.Turiaçu.....	48
6	Divisão na região equatorial do fruto.....	49
7	Folha “D” posicionada 45° em relação à planta.....	50
8	Coleta de folha “D” para determinação dos teores nutricionais.....	50
9	Gráfico de regressão do número de lesões em função das doses crescentes de boro.....	56
10	Tratamento T6 (10kg. ha ⁻¹) com bom aspecto em relação às lesões.....	58
11	Aspecto visual dos frutos nos tratamentos testemunha (T1) e com as maiores doses de boro (T5: 8 kg.ha ⁻¹ e T6:10 kg.ha ⁻¹).....	59
12	Fruto do abacaxi Turiaçu maduro com exposição da polpa e aspecto da lesão grave na casca.....	60
13	Abacaxi Turiaçu em supermercado da capital com preço elevado em relação a cv.Pérola.....	62
14	Distribuição de lesões LCT na parte superior e inferior do fruto.....	63
15	Fruto da área experimental(testemunha), com LCT na base do fruto	64
16	Distribuição de lesões LCS na parte superior e inferior do fruto.....	66
17	Quantidades de macronutrientes foliar extraídos pelo abacaxizeiro Turiaçu....	74
18	Gráfico de regressão da concentração foliar de boro e as doses crescentes desse nutriente no solo.....	75
19	Teores de micronutrientes extraídos pelo abacaxizeiro Turiaçu.....	77
20	Frequencia de LCT em áreas de produtores (I, II, III e IV) e da área de pesquisa (P), para a classe de “3 ou mais lesões” por fruto.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela		Pág.
1	Resultado da análise química de solo da área experimental.....	45
2	Tratamentos com diferentes doses do micronutriente Boro.....	46
3	Número médio de lesões corticosas típicas na casca do abacaxi Var. Turiaçú.....	54
4	Frequência percentual de frutos por classe de lesão típica (%)......	57
5	Número médio de lesões corticosas superficiais na casca do abacaxi Var. Turiaçú.....	65
6	Dimensões médias dos frutos de abacaxi Turiaçú, sob efeito de diferentes doses do micronutriente Boro.....	67
7	Médias do peso dos frutos e rendimento por área de abacaxi Turiaçú, sob efeito de diferentes doses do micronutriente Boro.....	68
8	Propriedades físico-químicas do fruto de abacaxi Turiaçú, sob efeito de diferentes doses do micronutriente Boro.....	69
9	Número de médio de filhotes por planta de abacaxi Turiaçú, sob efeito de diferentes doses de boro.....	70
10	Concentração de macronutrientes, pela amostragem da folha D inteira, do abacaxizeiro Turiaçú.....	71
11	Concentração de micronutrientes, pela amostragem da folha D inteira....	74
12	Número médio de lesões corticosas típicas na casca do abacaxi Turiaçu, de parcelas de áreas de produtores.....	78
13	Frequência percentual de frutos por classe de lesão (%) em áreas de produtores.....	79
14	Resultados da análise química de solo de parcelas de áreas de produtores tradicionais.....	81
15	Concentração foliar de macronutrientes em área de produtores.....	82
16	Concentração foliar de micronutrientes em área de produtores.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro		Pág.
1	Cultivo do Abacaxizeiro em diferentes regiões.....	19
2	Teores adequados de nutrientes na folha D do abacaxizeiro encontrado por diferentes autores.....	33
3	Produtores de abacaxi Turiaçu selecionados para amostragem de solo e folhas.....	52

RESUMO

No Maranhão o abacaxizeiro da variedade Turiaçú que é tradicionalmente cultivado na cidade de Turiaçú - MA assume grande importância regional, visto que têm grande aceitação no mercado. Apesar de sua importância muitos aspectos dentro do cultivo desta variedade ainda precisam ser estudados mais profundamente. Um problema que deprecia o valor comercial da cv. Turiaçú atualmente é a presença de lesões na casca do fruto. Objetivou-se com o trabalho avaliar diferentes doses de boro no controle de lesões na casca e qualidade do fruto do abacaxizeiro cv. Turiaçú. O experimento foi realizado em condições de campo na cidade de Turiaçú-MA no povoado Serra dos Paz. O espaçamento foi de 1,0 x 0,30 m e o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 Tratamentos e 4 repetições sendo que os tratamentos com as diferentes doses de boro foram: T1 – Testemunha ; T2 – 2,0 kg.ha⁻¹ ; T3 – 4,0 kg.ha⁻¹; T4 – 6,0 kg.ha⁻¹ ; T5 – 8,0 kg.ha⁻¹ e T6 – 10 kg.ha⁻¹. As doses de boro aplicadas em fundação, nos níveis de 6, 8 e 10 kg.ha⁻¹, promovem redução significativa do número de lesões corticosas típicas (graves) em relação à testemunha, com sensível melhoria da aparência do fruto. O tratamento mais efetivo (10 kg.ha⁻¹), promoveu redução de 60 % no número de lesões, confirmando a forte associação do distúrbio com a deficiência de boro. As características biométricas, as variáveis físico-químicas da polpa e suco, bem como o número de filhotes por planta, não mostraram diferenças significativas em resposta às diferentes dosagens de boro. A concentração foliar do micronutriente B foi significativamente influenciada pelas doses crescentes de boro no solo. No tratamento mais efetivo para controle das lesões corticosas (10 kg.ha⁻¹), o teor de boro ficou no nível adequado para a cultura. A prospecção do distúrbio nas áreas de produtores, confirma que o problema da elevada incidência das lesões nos frutos é um fenômeno generalizado na região, na medida em que a frequência de frutos com 3 ou mais lesões foi superior a 90 % nas áreas amostradas.

Palavras-chaves: *Ananas comosus* var. *comosus*; fertilização; boro; qualidade do fruto.

ABSTRACT

Maranhão of the pineapple variety Turiaçu that is traditionally grown in the city of Turiaçu -MA assumes great regional importance , since they have wide acceptance in the market . Despite their importance in many aspects of growing this variety yet to be studied more deeply. One problem that detracts from the commercial value of cv . Turiaçu currently is the presence of lesions on the skin of the fruit . The objective of the study was to evaluate different doses of boron in control lesions in the bark and fruit quality of pineapple cv. Turiaçu. The experiment was conducted under field conditions in the city of Turiaçu - MA in the village of Serra Paz Spacing was 1.0 x 0.30 m and the experimental design was a randomized block design with 6 treatments and 4 replications and the treatments different doses of boron were : T1 - control , T2 - 2.0 kg ha⁻¹ , T3 - 4.0 kg ha⁻¹ , T4 - 6.0 kg ha⁻¹ , T5 - 8.0 kg . ha⁻¹ and T6 - 10 kg ha⁻¹ . The doses of boron applied foundation, levels of 6, 8 and 10 kg ha⁻¹ , promote significant reduction in the number of injuries corticosas typical (severe) compared to the control , with significant improvement of the appearance of the fruit . The most effective treatment (10 kg ha⁻¹), caused a 60% reduction in the number of lesions, confirming the strong association of the disorder with boron deficiency . The biometric characteristics , the physico - chemical pulp and juice as well as the number of pups per plant showed no significant differences in response to different concentrations of boron. The concentration of boron foliar B was significantly influenced by increasing doses of boron in the soil . In the most effective treatment for control of injuries corticosas (10 kg ha⁻¹), the boron content was at the proper level for the crop. Prospecting disturbance in production areas confirms that the problem of high incidence of lesions in the fruits is a widespread phenomenon in the region, in that the frequency of 3 or more fruits with lesions was greater than 90% in the sampled areas .

Keywords: *Ananas comosus* var. *comosus*; fertilization; boron; fruit quality.

1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro *Ananas comosus var. comosus* L. (Merril) é uma espécie originária das regiões tropicais e o fruto amplamente aceito pela população, sendo produzido em quase todas as regiões e Estados da Federação, e segundo Carvalho (2009) a área colhida desse produto varia muito no contexto do país.

No Brasil, os principais Estados produtores de abacaxi são Paraíba, Minas Gerais, Pará, Bahia, Rio Grande do Norte, São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás e Tocantins, com uma área estimada de 60.000 hectares, e que vem crescendo principalmente em regiões no Sul do Pará e no estado de Tocantins (IBGE 2010a).

O abacaxizeiro da cultivar Turiaçu, que é tradicionalmente cultivado no município de Turiaçu, Maranhão, assume grande importância no Estado, visto que têm grande aceitação no mercado dado as excelentes características qualitativas da fruta (Araujo et al., 2012). As variedades comerciais mais cultivadas de abacaxizeiro no Brasil são a “Smooth Cayenne” e a “Pérola”, sendo que a produção de frutos de abacaxi no Maranhão é representado principalmente pela cultivar Pérola, cujo cultivo concentra-se no município de São Domingos do Maranhão.

Seguindo a expansão das áreas de abacaxicultura em todo o país, devido às condições favoráveis de temperatura, umidade relativa, luminosidade, solo e localização geográfica, o município de Turiaçu-MA apresenta plena condições de alavancar a produção dessa fruteira tão bem aceita no mercado regional e nacional (RAMOS et al., 2010), desde que sejam minimizados entraves como a baixa inserção de tecnologias, carência em assistência técnica, preço elevado, safra concentrada em poucos meses do ano, incipiente divulgação do produto e deficiências do sistema produtivo que ainda é muito rústico e de base familiar.

A Fruticultura no município de Turiaçu-MA, mais precisamente na Serra dos Paz onde se concentra a exploração de abacaxi, é de base familiar e tem gerado renda e emprego na região por produzir um fruto de alto valor. Entretanto, verifica-se que a grande maioria dos agricultores não dispõe de tecnologias voltadas para elevar a produtividade e qualidade dos frutos, indo desde as mais simples como a adoção de espaçamentos definido e de maior densidade e adubação suplementar visando corrigir problemas de deficiências nutricionais.

A agricultura familiar tende a assumir importância nesse contexto, pois está inserida diretamente nas relações de produção e comercialização, sendo que situações como a compra de grandes áreas pela iniciativa privada e presença de atravessadores precisa ser visto com sobriedade pelos órgãos governamentais, afim de que não se ultrapasse os limites culturais e éticos dessas comunidades, podendo-se reduzir a participação destas pela atividade do agronegócio, que tem influenciado a redução do desenvolvimento da agricultura familiar no Brasil (SILVA, 2012).

Um problema que deprecia o valor comercial da cv. Turiaçu atualmente é a presença de lesões corticosas na casca do fruto, dando a impressão de sintomas de broca causada por praga. As lesões, resultado de uma aparente desordem fisiológica, não chegam a alcançar a polpa, mas sua simples presença parece ser um limitador de mercado e gera desconfiança junto aos consumidores em relação à qualidade do produto. Esse e outros problemas podem dificultar a expansão da cultivar no cenário da abacaxicultura regional e nacional.

Em levantamento preliminar junto aos pequenos produtores de abacaxi Turiaçu, foi observado que 92,0 % deles informaram ocorrer o problema da lesão corticosa nos frutos e rachadura entre os frutinhos, e que o sintoma na casca seria decorrente de ataque de alguma praga, o que resulta num alto índice de frutos descartados na comercialização (BONFIM NETO, 2010).

Inexistem informações sobre os efeitos da deficiência nutricional na produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi Turiaçu, e para outras cultivares os estudos são muito escassos e quase sempre realizados em casa de vegetação, sendo que quando coloca-se os micronutrientes em pauta a carência ainda é maior, visto que a sua utilização mesmo em pequenas quantidades pode produzir resultado muito satisfatórios (BRADY, 2007).

O estudo dos micronutrientes associados a frutíferas é recente, diferentemente dos macronutrientes, e apontam para um ganho agrônômico satisfatório quando bem utilizados, sendo que o nutriente boro dentro do desenvolvimento das pesquisas nos últimos anos faz parte desse contexto, pois independentemente do modo de aplicação, a qualidade de frutas tem aumentado por diminuição das desordens fisiológicas na planta (GANIE, 2013)

Baseando-se em evidências que sugerem que o boro desempenha funções no alongamento celular, na síntese dos ácidos nucleicos e no funcionamento de membranas (SHELP, 1993, GANIE, 2013), e baseado na hipótese de que este nutriente em deficiência pode estar associado à citada desordem fisiológica, objetivou-se com esse trabalho avaliar diferentes doses de boro no solo no controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. Turiaçu, assim como avaliar o nível de incidência de lesões corticosas nos frutos em áreas de produtores familiares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da Abacaxicultura

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill), conhecido também como ananás é uma espécie originada das regiões tropicais e subtropicais e assume importante papel alimentar, dentro do quadro social e econômico nessas regiões.

Segundo Simão (1998) e Silva e Tassara (2001) a literatura relata como foi o primeiro encontro entre os europeus e o abacaxi: “Ocorreu em 4 de novembro de 1493, quando Cristóvão Colombo, em sua segunda viagem para a região do Caribe, ancorou em Guadalupe, nas Pequenas Antilhas, e foi inspecionar a vila caribenha em terra e, entre a rica flora, conheceu os frutos de abacaxi. Esse fruto foi oferecido aos invasores europeus pelos índios num gesto de hospitalidade e boas-vindas. Os navegadores espanhóis experimentaram o fruto, apreciaram muito o novo alimento e associaram a morfologia do curioso fruto de exterior abrasivo e segmentado com uma pinha, batizando-lhe com o codinome piña, em espanhol, e pineapple, em inglês”.

O abacaxizeiro é uma planta CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) pertencente à família Bromeliaceae. O metabolismo ácido das crassuláceas confere uma estratégia de sobrevivência à seca e não necessariamente está associado à alta produtividade. Por outro lado, em consequência da irrigação, ocorre uma resposta expressiva na produção de matéria seca (LUTTGE, 2010).

O abacaxizeiro é uma planta de clima tropical e a planta apresenta um melhor potencial para produção na faixa de temperatura de 22 °C a 32 °C, com amplitude térmica, entre o dia e a noite, variando de 8 °C a 14 °C, sendo considerada uma planta bem adaptada aos solos ácidos, sendo a faixa de pH de 4,5 a 5,5 a mais recomendada para o seu cultivo (REINHARDT et al., 2000, NASCENTE et al., 2005).

Temperaturas abaixo de 20°C diminuem o crescimento da planta, favorecendo a ocorrência de florações naturais precoces das plantas, o que dificulta o manejo da cultura e leva a perda de frutos (BARTHOLOMEW et al., 2003)

Os tricomas (camada de pêlos) encontrados na parte inferior da superfície foliar protegem as folhas do abacaxizeiro reduzindo a transpiração a um mínimo (CUNHA E

CABRAL, 1999), tendo a “folha D” um destaque a parte, pois é a única que pode ser consistentemente identificada em uma planta; sendo geralmente a mais comprida (MALÉZIEUX E BARTHOLLOMEW, 2003).

O sistema radicular do abacaxizeiro adulto é do tipo fasciculado e está localizado na camada superficial do solo sendo que a maior parcela desse sistema se localiza nos primeiros 15 a 20 cm de profundidade (MANICA, 1999).

O abacaxizeiro é uma planta perene, não propagado comercialmente via sementes, as quais são geralmente vestigiais (abortadas), em razão das variedades de abacaxi ser altamente autoincompatíveis e/ou apresentarem baixa fertilidade, apesar da importância das sementes para a variabilidade genética da cultura e o melhoramento genético, sendo estas obtidas principalmente via hibridações artificiais (CABRAL et al., 2003).

Segundo Leal (1995), a autoincompatibilidade no abacaxi se deve à inibição do crescimento do tubo polínico após a fecundação, que é determinado pelo sistema gametofítico controlado pelo loco S com múltiplos alelos. Segundo esses autores, a ocorrência natural de formação de sementes em algumas variedades é decorrente da autocompatibilidade, sendo a polinização realizada por aracnídeos, insetos ou pássaros.

De forma geral, a propagação do abacaxi é vegetativa, por meio do uso de estruturas diversas da planta adulta, tais como coroa (brotação do ápice do fruto), filhote (brotação do pedúnculo, que é a haste que sustenta o fruto), filhote-rebentão (brotação da região de inserção do pedúnculo no caule ou talo) e rebentão (brotação do caule) (SIMÃO, 1998).

Segundo dados da FAO de (2010), o Brasil é o maior produtor de abacaxi do mundo, sendo a Tailândia o segundo.

Suas características sensoriais e de qualidade dos frutos garantem não só seu consumo “in natura” como também na forma de produtos industrializados (CABRAL E MATOS, 2003), onde o consumidor maranhense como os demais pode encontrar a fruta em feiras, mercados e no varejo em geral.

A industrialização surge como alternativa para reduzir as perdas, principalmente no pico da safra, quando as frutas alcançam menores preços pelo excesso de oferta (ANDRADE et al., 2003).

Um bom preço na comercialização do fruto na época de safra é o que deseja o produtor. (GONÇALVES E CARVALHO 2000) sugerem que o sistema de cultivo propicie uma colheita com excepcionais frutos para que possam atender aos padrões mínimos de tamanho, coloração, aparência e qualidade interna.

Com referência aos aspectos fitossanitários, a Abacaxicultura Brasileira é afetada por diversas pragas e doenças, responsáveis por perdas significativas na produção das quais pode se destacar a fusariose, a podridão-do-olho, a murcha associada à cochonilha.

As cultivares de abacaxi, que mais se destacam atualmente no Brasil, são Pérola e Smooth Cayenne, sendo que as duas são suscetíveis à fusariose, que pode ser considerado o principal fator de perda nas áreas plantadas no País. A redução dessa problemática está associada à utilização nas lavouras de mudas com uma excelente qualidade sanitária, entretanto o que vem atualmente sendo discutido é que a utilização de cultivares resistentes podem ser mais satisfatório, tendo em vista fatores como economicidade e eficiência no controle da doença.

Na última década novas cultivares foram lançadas, como a BRS-Imperial (CABRAL, 2005; MATOS, 2005), a BRS-Vitória (VENTURA et al., 2009) e a BRS-Ajubá. A 'Gold' ou MD-2, desenvolvida no Havaí, foi introduzida no Brasil sendo encontrada em alguns estados, como Ceará e Espírito Santo.

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

Segundo dados do IBGE (2013a) no plano previsão de safras 2011, 2012 a produção de abacaxi (1000 frutos) ficou na margem de 1.545.415 e 1.650.936 respectivamente, tendo um acréscimo de 6,3 % nos últimos anos de safra nacional. Na mesma previsão a área plantada (hectare) em 2012 teve uma variação positiva de 13% com 91.195 em relação aos 80.582 em 2011.

Analisando-se dados do IBGE (2010b) em relação à produção de frutos de abacaxi no Maranhão, percebe-se uma redução na produção nos anos 2007, 2008 e 2009 cujas produções foram 29.336, 28.611 e 23.451 respectivamente, o que pode ser associado a uma redução de área plantada no mesmo período que foi de 1.452, 1.416 e 1.211 hectares no período respectivo.

Segundo o IBGE (2013a) a safra 2011 e 2012, seguiram o mesmo patamar de redução e estiveram com produções de 23.170 e 22.747 respectivamente, também associadas à redução da área plantada.

Essas estatísticas são fortemente vinculadas quase exclusivamente para a variedade 'Pérola'. A produtividade estadual se situa em 35,6 t/ha, contra 47,0 t/ha da média brasileira, mas pode-se destacar área do sul do estado que com o emprego de tecnologias tem alcançado 49,5 t/ha (CARVALHO, 2002a).

O abacaxizeiro assume importância em regiões desde a África do Sul até o nordeste brasileiro (Quadro 1) onde a precipitação varia de 500 a 600 mm anuais, assim como em regiões da Costa Rica cuja pluviosidade é superior a 3.000 mm (CUNHA, 1999).

No Brasil, o abacaxi é produzido em quase todas as regiões e em quase todos os Estados da Federação, sendo que o valor da produção e a área colhida desse produto variam muito no contexto do país (CARVALHO, 2009).

Embora o abacaxizeiro seja considerado uma planta relativamente pouco exigente em água, considera-se que regiões com um total de precipitação pluviométrica entre 1.000 e 1.500 mm por ano são favoráveis ao seu cultivo comercial, desde que bem distribuídos.

Segundo Cipriano (2006), a horticultura brasileira concentra os seus produtos em cinco frutas: uva, manga, banana, abacaxi e mamão. O autor faz uma comparação, mostrando que para o produtor, investir em fruticultura proporciona maior retorno onde a produção de abacaxi por hectare pode render seis vezes mais que a produção de soja.

Relata ainda que o consumo anual de frutas por habitante no Brasil cresceu, passando de 40 para 57 quilos, embora seja considerado baixo se comparado com outros países.

Quadro 1. Cultivo do abacaxizeiro em diferentes regiões

Localidade	Latitude	Altitude (m)	Temperatura (°C)			Média de chuva (mm)
			Máx	Mín.	Média	
Johore(Malásia)	1°22'N	5	35,0	18,9	26,9	2.880
Nyombe(Camarões)	4,5°N	70	-	-	-	3.000
Buenos Aires(Costa Rica)	9°10'N	383	32,0	19,0	23,0	3.078
Arecibo (Porto Rico)	18°23'N	15	-	-	25,3	2.190
Wahiawa (Havaí)	21°20'N	200	20,0	14,3	22,6	1.062
Assam (Índia)	30°45'N	-	34	7	-	2.300 a 3.800
Thika (Quênia)	1°3'S	1.463	35,0	5,5	20,5	803
Coração de Maria (Bahia)	12°14'S	267	30,0	17,3	23,6	1.150
Itapemerim-ES	21°01'S	16	36,0	16,0	26,0	1.162
Rock Hampton (Austrália)	23°26'S	11	27,2	16,7	22,7	1.002
Port Elizabeth (África do Sul)	33°58'S	55	21,2	13,3	17,2	577
Itaberaba (Bahia)	12°33'S	250	30,8	19,3	24,6	762,6
Turiaçu (Maranhão)	1°40'S	-	30	24	27	2000 a 2400

2. 2 Aspectos referentes ao abacaxi Turiaçu

O abacaxi “Turiaçu” conhecido popularmente como “o mais doce do Brasil” é uma variedade de abacaxi tradicionalmente cultivado na região noroeste do Estado do Maranhão, e tem essa denominação associado ao município com o mesmo nome -Turiaçu, localizado na microrregião do Gurupi.

Informações pessoais dos mais antigos constam que: “a primeira muda do abacaxi Turiaçu foi plantada em 1884 na localidade Serra dos Paz, na casa de Ezequiel Paz onde um andarilho pediu abrigo para passar uma noite. Conta-se que foi bem recebido pela família Paz. Ezequiel Paz lhe ofereceu de jantar uma galinha caipira ao molho pardo. Pela manhã, o

andarilho, ao se despedir, tirou uma muda de abacaxi de dentro de sua mala e disse que plantasse aquela muda, que o resultado seria obtido em dois anos. Foi assim plantada a primeira muda de abacaxi. Como um ano e seis meses produziu o primeiro abacaxi”.

Não se sabe ao certo se a história realmente é verdadeira, mas esse saber popular não deve ser menosprezado, e é aceito por grande parte da população do município, incluindo pesquisadores, jornalistas entre outros.

O que realmente se tem conhecimento é que o abacaxi Turiaçu é cultivado no município de Turiaçu-Ma, localizado na microrregião do Gurupi composta por outros 13 municípios (Centro do Guilherme, Maranhãozinho, Turilândia, Governador Nunes Freire, Maracaçumé, Centro Novo do MA, Junco do MA, Boavista do Gurupi, Amapá do MA, Cândido Mendes, Godofredo Viana, Luis Domingues e Carutapera), sendo a microrregião influenciada pelo clima amazônico devido sua localização geográfica.

O plantio da cultura na região é basicamente familiar com baixo emprego de tecnologias, talvez por isso os estudos sobre melhorias nos padrões tecnológicos visando elevada produtividade e qualidade dos frutos é ainda escasso quando comparado a excelência que o fruto apresenta.

Na região de ocorrência natural do ‘Turiaçu’ o clima é o tropical semi-úmido, do tipo AW, a temperatura média anual de 27 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1.175 mm, podendo alcançar o total anual de 2.100 mm. Uma característica marcante dos locais de cultivo refere-se ao tipo de solo, com predominância de Plintossolo, em que se verifica grande cobertura de cascalhos, o que possibilita uma boa drenagem do solo numa região considerada muito úmida (ARAUJO et al., 2006).

O fruto do abacaxizeiro Turiaçu pode ser apreciado de diferentes formas, devido suas qualidades organolépticas (sabor e aroma), e também pelo seu elevado valor nutritivo e baixo teor calórico. Pode ser utilizado para consumo industrial, principalmente na forma de compota, doce, geléias e sucos e para consumo in- natural.

Almeida (2000) descreve o fruto do abacaxi Turiaçu como um sincarpo (sorose), em estágio maduro, apresenta peso médio (com coroa) de 1.740 g, diâmetro transversal de 9,8 cm, diâmetro do coração (talo) de 2,8 cm e comprimento da coroa de 23,0 cm, correspondente

a 7 % do peso do fruto. A coloração da casca é amarela variando do claro ao escuro e a polpa é amarelo intenso, superior ao Smooth Cayenne e mais atrativa na aparência que a variedade Pérola. O teor de sólidos solúveis (açúcares) foi de 15,6 °Brix, dentro da faixa considerada adequada para consumo in natura e indústria que é de 14 a 16 °Brix. O valor de acidez varia entre 0,4 a 0,6%.

Em relação à qualidade dos frutos de abacaxi Turiaçu, ARAUJO et al. (2012) relataram que as características físico-químicas do fruto de abacaxi Turiaçu confirmam seu potencial para o consumo *in natura*, apresentando polpa amarela, elevado teor de sólidos solúveis totais (média de 16,1 °Brix), baixa acidez (média de 0,38 %) e elevada relação do teor de açúcares/acidez (42,3). O teor de sólidos solúveis em diferentes amostras avaliadas variou de 14,4 a 17,9 °Brix, sempre superior ao mínimo exigido pelas normas oficiais que é 12,0 °Brix (MAPA, 2002).

Teixeira (2012) ao comparar o abacaxi Turiaçu com a variedade Pérola em relação às características físico-químicas a fim de se obter uma maior base de dados, observou que o abacaxi Turiaçu se destacou em relação aos sólidos solúveis, apresentando uma maior porcentagem de açúcares, apresentando também maior índice proteico. Para os parâmetros de cor, avaliados em espectrofotômetro Ultra Scan PRO, apresentou-se com coloração amarela intensa e ótimo valor de luminosidade, característica de grande importância, pois são características sensoriais que determinam a qualidade do fruto.

Esse padrão de sólidos solúveis no fruto e a maior porcentagem de açúcares presentes são ideais para garantir a aceitabilidade perante os consumidores, principalmente para aqueles mais exigentes.

Em relação às características da planta, esta apresenta número médio de folhas de 45 por planta e folha com comprimento médio de 72,0 cm, com espinhos nos bordos. O diâmetro da planta é de 1,67 m (porte médio) e altura de inserção do fruto na planta é de 33,5 cm. O número de filhotes (estruturas de propagação vegetativa) por planta foi de 10 a 12, revelando elevada prolificidade e conferindo vantagem comercial do abacaxi Turiaçu pela maior facilidade de multiplicação (ALMEIDA, 2000; ARAUJO et al., 2008).

Frutas e hortaliças são compostas de carboidratos digeríveis e indigeríveis, e em relação aos indigeríveis destacam-se pectinas e celulosas. Pectinas pertencem ao grupo das

fibras que retardam a digestão; e as celuloses, ao grupo das fibras não digeríveis. A análise de fibras da farinha obtida do abacaxi apresentou porcentagem de 36,8 de fibra alimentar em amostra em massa úmida, valor este representando alto teor fibroso (TEIXEIRA 2012).

O abacaxizeiro Turiacu como outras cultivares tem florescimento natural de maneira muito desuniforme, dificultando a colheita, que pode prolongar-se por vários meses. Isso encarece o custo de produção e reflete de modo negativo na comercialização do fruto.

Outro aspecto a ser considerado é a dificuldade criada no manejo da cultura, principalmente no que diz respeito aos tratamentos fitossanitários, em especial os de controle da broca do fruto e da fusariose, que têm sua eficiência diminuída. Esses prejuízos são maiores se a floração natural ocorre precocemente, pois, nesse caso, a planta ainda não apresenta um desenvolvimento ou porte adequado para produzir um fruto com padrão comercial. A possibilidade de se induzir o florescimento do abacaxizeiro é que permite a sua exploração econômica, pois, sem essa técnica, a colheita seria bastante dificultada por se prolongar durante meses, favorecendo, ainda, a ocorrência de pragas e doenças. Existem diversos produtos que podem ser usados com essa finalidade, a exemplo do carbureto de cálcio e do ácido 2-cloroetilfosfônico (Etefon), que são os mais empregados no Brasil, e do etileno, bastante usado em outros países (CUNHA E REINHARDT, 2004b).

Como uma variedade nativa que é a inclusão de tecnologias no cultivo da cultura por muito tempo foi inexistente, principalmente em relação às técnicas e práticas culturais, o que atualmente tem sido um desafio principalmente para os pesquisadores. Somente a partir de 2006, um pequeno grupo de pesquisadores da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) deu início às pesquisas, realizadas diretamente nas áreas dos produtores.

Hoje essa iniciativa de inserção tecnológica já pode ser observada no campo onde áreas antigamente cultivadas sem espaçamento definido (sistema denominado “Tacuruba”), cederam lugar ao cultivo das plantas em densidades menores como em fileiras simples e duplas (Figura 1). Somente essa estratégia de espaçamento racionalizado já proporcionou uma significativa elevação na produtividade.

Para Cunha e Reinhardt (2004a) o aumento da densidade de plantio eleva o rendimento, no entanto, a partir de certo limite é constatada redução no peso do fruto em razão da concorrência entre as plantas por água, luz e nutrientes minerais.

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 ziguezague com relação às duas filas.

Para Abramovay (1992) citado por Damasceno Júnior(2009), um ambiente favorável para a agricultura familiar (o que inclui os produtores do abacaxi Turiaçú) poderá ser formado, através do apoio do Estado, onde essa agricultura preencherá uma série de requisitos, dentre os quais, fornecerem alimentos baratos e de boa qualidade para a sociedade sendo um mecanismo facilitador do desenvolvimento rural.



Figura 1. Área de abacaxicultura na Serra dos Paz - Turiaçú - MA.

A produtividade do abacaxi Turiaçú, deve acompanhar outros segmentos da abacaxicultura, pois um aumento significativamente superior da produção total nacional em relação à área cultivada foi reflexo dos constantes aumentos da produtividade observados a cada ano, decorrentes das melhorias das condições de cultivo, contrastando a média de produtividade de 10,8t ha⁻¹ em 1961 com os 40,10t ha⁻¹ observados em 2008 (FAOSTAT, 2010).

Nos supermercados e frutarias de São Luís-MA, o abacaxi de Turiaçu que viaja cerca de 210 km até chegar ao consumidor Ludovicense tem lugar de destaque. O preço também é disparado maior entre as cultivares. Para se ter uma ideia, outras variedades, como a Pérola custam em média R\$ 2,98. O abacaxi de Turiaçu é vendido por quase o dobro. Em relação à remuneração aos produtores, a comercialização não é raro se observar um produtor vendendo o fruto para atravessadores por preços irrisórios como R\$ 1,00 o par do abacaxi ou até mesmo R\$ 0,50 centavos, especialmente no meio da safra quando a oferta é maior

A implementação de formas de organização dos produtores como associações e cooperativas poderia favorecer uma maior agregação de valor ao produto se colocado em prática os valores que devem ser passados ao cooperado, como confiabilidade, a possibilidade de socialização, a sensação de pertencer ao grupo, bem como os valores cooperativistas propriamente ditos: adesão voluntária e livre; gestão democrática; participação econômica dos membros; autonomia e independência; educação, formação e informação; intercooperação; interesse pela comunidade, (OCEPAR, 2011)

Um problema que tem causado preocupação aos produtores e que deprecia o valor comercial da cv. Turiaçu atualmente 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 a presença de larvas da praga e os danos associados. As lesões corticosas, resultado de uma aparente desordem fisiológica, não chegam a alcançar a polpa, mas sua simples presença parece ser um limitador de mercado, gerando desconfiança junto aos consumidores em relação à qualidade do produto.

2.3. Cultivo de fruteiras em nível de agricultura familiar

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

Em regiões tropicais e subtropicais do mundo, existem aproximadamente, 950 espécies frutíferas onde a região amazônica possui um grandioso potencial de recursos genéticos de espécies frutíferas. Muitas destas espécies ainda são pouco conhecidas quanto ao

potencial de exploração econômica e sua contribuição para a melhoria da dieta alimentar (ARAUJO et al., 2006).

De acordo com Carvalho et al., (2002a) a exploração de fruteiras nativas no Nordeste do Brasil ocorre na maioria das vezes de forma extrativista, em razão da falta de conhecimento de quem as utiliza, pois muitos não têm noção do que são recursos genéticos e da importância da conservação de germoplasma.

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

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

A Agricultura familiar está enquadrada como principal fonte de ocupação do meio rural brasileiro, existindo, no entanto, um número insuficiente de informações sobre a questão agrária disponíveis nos institutos, fundações e órgãos governamentais do Brasil (SILVA, 2012). O mesmo autor afirma que diante dessas insuficiências, os dados revelam um Brasil ocupado pela agricultura familiar, mas que vivem à mercê de ONGs, de serviços públicos mínimos e de seu principal algoz o agronegócio.

Conforme dados do Censo Demográfico (IBGE 2010b), o Brasil apresenta uma população de 190.755.799 pessoas e deste total, 15,64% residem no campo. No Maranhão o campo abriga 2.427.640 pessoas das 4.147.149 da área urbana.

A agricultura familiar Maranhense precisa despertar e diversificar seu cultivo, não dependendo somente da exploração tradicional de mandioca para produção de farinha, milho, feijão e arroz para subsistência. Outras culturas anuais, hortaliças e principalmente as espécies frutíferas devem ser integradas dentro do sistema de cultivo. Damasceno Júnior (2009), indica em seus trabalhos que a necessidade de produzir pelo homem do campo vem despertando as famílias de agricultores para o aproveitamento de recursos localmente acessíveis, geradores de renda como é o caso do aproveitamento das fruteiras nativas e tradicionais como o cupuaçu, caju, murici, açaí dentre outros produtos, e a exploração de abelhas nativas.

Estudo realizado pelo mesmo autor demonstra que a partir dos anos 90 vem se observando um crescente interesse pela agricultura familiar no Brasil principalmente associado ao PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e na criação do MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), além do fortalecimento da Reforma Agrária.

Análises rápidas e superficiais geralmente apontam para a falta de assistência técnica como a principal causa dos insucessos nas tentativas dos agricultores de romper com o círculo vicioso da pobreza por meio da implantação de projetos agrícolas financiados.

Souza (2013) destaca que ao longo de 10 anos de análises, no período de 1993 a 2003 não houve uma política nacional séria que desconcentrasse terras onde o Amapá foi a única unidade federativa onde houve a maior redução no índice de concentração o que reflete a falta de uma política de reforma agrária que atenda a milhares de famílias ou às margens de grandes latifúndios.

Um mapeamento da agricultura familiar nas regiões sul e oeste do Estado do Maranhão realizado em 2007, pela Rede de cooperativa CCAMA, com recursos do Banco do Nordeste do Brasil identificou 13 tipos diferentes de cultivo na unidade familiar de produção, entretanto a fruticultura respondeu com apenas 30% de participação, visto que a presença do arroz em 89% das unidades ainda é tradicionalista.

Carvalho (2002b) ao enfatizar a importância da soja como sendo a principal atividade agrícola da região de Balsas e sul do estado com imensas áreas e ocupando os melhores solos destaca que, mesmo nesse contexto a fruticultura começa aos poucos a ser desenvolvida nesta região.

Com relação à agroindustrialização, as dificuldades são maiores do que a expansão do cultivo de espécies frutíferas não só em relação ao sul e oeste, como em todo o Estado do Maranhão.

Outro gargalo da agricultura familiar Maranhense é o momento de comercializar as frutas, na medida em que apenas 9% da comercialização é feita pelo próprio produtor, enquanto 84% é vendido diretamente para o atravessador (SOUZA 2013).

Em uma perspectiva agroecológica, que inclui a produção de frutas, o desenvolvimento rural sustentável deve ser construído, segundo Altieri (2002), com: segurança alimentar, valorização de produtos tradicionais e conservação de germoplasma de variedades cultivadas locais; resgate do conhecimento das tecnologias do homem do campo; uso eficiente dos recursos locais; aumento da diversidade vegetal e animal de modo a diminuir os riscos; redução do uso de insumos externos; busca por novas relações de mercado e organização social.

Cultivos familiares que envolvam consorciação, rotação de culturas, adubação verde e sistemas mais sustentáveis de produção parecem estar mais perto da sustentabilidade, desde que utilizados os recursos localmente disponíveis incluindo as espécies frutíferas.

Nesse enfoque o meio rural, sempre visto como fonte de problemas, hoje aparece também como portadora de soluções, vinculadas à melhoria do emprego e da qualidade de vida (WANDERLEY, 2001).

O sistema de cultivo convencional do abacaxizeiro em alguns estados como o do Tocantins, é realizado em sistemas de monocultivo, principalmente por grandes produtores, mais é comum a consorciação do abacaxizeiro com plantas de subsistência pelos pequenos produtores. Cunha (2004b) aponta como principais culturas utilizadas no consórcio os feijões *Phaseolus* e *Vigna*, a mandioca, o milho, o arroz e o amendoim.

Cunha e Reinhardt (2007) relatam que as plantas consorciadas com o abacaxizeiro devem ser introduzidas na mesma época de plantio do abacaxizeiro ou até 30 dias após o mesmo. Dessa forma evita-se a competição que certamente ocorrerá após cinco a seis meses do plantio, decorrentes principalmente do crescimento mais rápido da planta consorciada.

A introdução de espécies leguminosas arbóreas ou arbustivas em áreas cultivadas com pomares pode ser uma alternativa viável para suprir a demanda de N pelas espécies frutíferas (ESPINDOLA et al., 2006a).

Dentre as espécies leguminosas estudadas, a ênfase tem sido para as leguminosas herbáceas, de ciclo perene e uso forrageiro que quando utilizadas como plantas de cobertura do solo, mostra-se uma estratégia de manejo para os agroecossistemas, possibilitando aumentos de produtividade associados à otimização de processos biológicos (ESPINDOLA et al., 2006b).

Nesse contexto o sistema em aléias que combina em uma mesma área espécies leguminosas, culturas anuais e frutíferas parece ser potencialmente adequado para melhorar a produção de fruteiras nativas e exóticas dentro da área do agricultor Maranhense.

Uma avaliação das experiências, em algumas partes do mundo, mostrou que o sistema em aléias é empregado em lugares com situações particulares, onde principalmente não ocorram os riscos acentuados de erosão do solo e déficit de água na fase do crescimento das culturas (HAUSER et al., 2002).

Para áreas do Estado do Maranhão onde a pluviosidade é favorável durante os meses de cultivo esse déficit não parece ser problema. Também ao longo dos anos tem sido avaliado o emprego de plantas de cobertura como estratégia de consórcio com fruteiras como banana, abacaxi, graviola e mangueira entre outras.

Fruteiras têm sido incorporadas em sistemas consorciados, como é o caso da substituição de áreas de pastagem de braquiária e pousio pela incorporação de milho e abacaxi, sendo a atividade economicamente viável em sistemas agroecológicos (SILVA 2009).

Desta forma o uso das leguminosas que apresentam elevado potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e de produção de biomassa, como adubos verdes, em pomares podem proporcionar economia com fertilizantes, também contribuir para o manejo ecológico do pomar (ESPINDOLA et al., 2006b).

A produção orgânica pode ser beneficiada com esse manejo ecológico contribuindo para o estabelecimento e manutenção dos produtores no mercado de forma competitiva e menos dependentes de subsídios.

Ragozo et al.(2006) relata que o manejo da adubação verde com feijão guandu anão, feijão-de-porco e labe-labe em áreas familiares se mostrou viável para a produção de citros, quando utilizado por vários anos.Essa viabilidade se traduz em aumento da produtividade do pomar, além de trazer outros benefícios, como aumento na disponibilidade de N derivado das leguminosas ,melhorias no solo e controle da vegetação espontânea.

Em Seropédica, RJ, onde se trabalha com tecnologias voltadas para a agricultura familiar Espindola et al. (2006b) observou que o uso de cobertura viva com as leguminosas perenes (amendoim forrageiro, cudzu tropical e siratro), em um pomar de bananeiras da cultivar Nanicão, proporcionou aumento da altura das plantas, da produtividade e da proporção de cachos colhidos, além de ter antecipado a colheita.

O cultivo tradicional do abacaxi Turiaçu no povoado Serra dos Paz e de outros povoados da região é caracterizado como um sistema com baixo emprego de tecnologias devido a exploração atender o caráter familiar devido à elevada utilização de mão de obra e cultivo de pequenas áreas. O conhecimento para o cultivo desses agricultores é herdado dos seus antepassados, que ainda hoje é colocado em prática a cada nova safra. Esse sistema de cultivo recebe o nome de “Tacuruba” pela não utilização de espaçamento definido e o plantio ser realizado em solo pedregoso.

Os agricultores dessas áreas não utilizam adubação química, e agrotóxica, sendo as mudas do abacaxizeiro provenientes de sua própria lavoura. Isso garante ao longo dos anos um sistema de produção familiar bem requisitado por consumidores, atravessadores, comerciantes locais e regionais tendo em vista que a procura por produtos naturais e saudáveis tem crescido rapidamente, não apenas como produtos acabados, mas também como ingredientes a serem incluídas diferentes receitas com elaboração distinta (LIMA et al., 2004).

2.4 Nutrição mineral do abacaxizeiro

O abacaxizeiro é considerado uma planta muito exigente em nutrientes, demandando normalmente maior quantidade que a maioria dos solos cultivados consegue

disponibilizar integralmente. Esse nível elevado de exigência resulta quase sempre na obrigatoriedade da prática da adubação nos plantios com fins econômicos (SOUZA, 1999).

De acordo com Souza (1999a) e Malavolta (1982), a ordem decrescente da extração de macronutrientes é a seguinte: K, N, Ca, Mg, S, e P, e dos micronutrientes: Mn, Fe, Zn, B, Cu, Mo. O Cl é citado por (Souza 1999) como o micronutriente mais absorvido.

Nitrogênio é o elemento mineral que as plantas, em geral, exigem em maiores quantidades. Ele é um constituinte de muitos componentes da célula vegetal como os aminoácidos e os ácidos nucléicos, portanto sua deficiência inibe o crescimento vegetal (TAIZ E ZEIGER, 2004).

O N é requerido pelo abacaxizeiro em maior quantidade do que qualquer outro nutriente com exceção para o K (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003). Segundo Py e Tissau, citado por (CHOAIRY 1984), a cultura é bastante exigente em nitrogênio e potássio, requerendo também quantidade média de magnésio.

O potássio, presente nas plantas como o cátion K^+ , desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais. Ele também ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (TAIZ E ZEIGER, 2004). Segundo Marschner (1995), a alta concentração do K^+ no citoplasma e nos cloroplastos neutraliza ânions macromoleculares solúveis e insolúveis e estabiliza o pH entre 7 e 8 nesses compartimentos, que é ótimo para a maioria das reações enzimáticas.

Marschner (1995) cita ainda que este cátion está envolvido também no carregamento e transporte da sacarose no floema e, assim, na taxa de transporte dos fotoassimilados da fonte para o dreno. O potássio aumenta a taxa fotossintética dos cloroplastos (DEKOV E VELICHKOV, 1992). Esse processo melhora a produção e a qualidade do fruto (HARTZ et al., 1999); logo, potássio pode ser considerado o elemento da qualidade. Assim, assume papel importante no que tange a qualidade dos frutos (sólidos solúveis totais, acidez total titulável e vitamina c) (SPIRONELLO et al., 2004)

De maneira geral, pode-se considerar, em relação ao N e K, nutrientes bastante absorvidos pelo abacaxizeiro, que a influência do primeiro é maior no peso do fruto e o segundo se sobrepõe na qualidade (SOUZA, 1999b).

O fósforo (como fosfato) é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-acúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõem as membranas vegetais. É também componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA. (TAIZ E ZEIGER, 2004).

A adubação fosfatada influenciou o maior peso médio do fruto com coroa e a maior acidez total em relação à testemunha sem fósforo (BOTREL, 1991). Carvalho E Oliveira (1992) testaram doses de NPK e concluíram que não houve efeito significativo para o P na produtividade do abacaxizeiro cv. Pérola.

Com relação aos macronutrientes secundários; é maior a acumulação de cálcio, menor a do enxofre, situando-se o Mg numa posição intermediária (SOUZA, 1999a). O autor cita ainda que é interessante observar que em todas as situações as quantidades extraídas dos três nutrientes são maiores do que as do P.

Os íons cálcio (Ca^{+2}) são utilizados na síntese de novas paredes celulares, em particular, a lamela média que separa células em divisão (TAIZ E ZEIGER, 2004). Segundo Malavolta et al. (1997), o Ca é essencial para manter a integridade estrutural das membranas e da parede celular.

O cálcio, embora não seja exigido em grande quantidade (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003), é essencial para a formação de um bom sistema radicular, diferenciação da inflorescência e o desenvolvimento do fruto (PAULA et al., 1998).

O magnésio constitui a molécula da clorofila e é ativador das enzimas transferidoras de fosfato (PAULA et al., 1998). Por ser componente dessa molécula sua deficiência poderá reduzir a concentração da clorofila, reduzindo a fotossíntese e, possivelmente, o crescimento (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003).

Evidências sugerem que o boro desempenha funções no alongamento celular, na síntese dos ácidos nucleicos, nas respostas hormonais e no funcionamento de membranas (SHELP, 1993), sendo o boro um dos micronutrientes cuja deficiência interfere, principalmente, na aparência do fruto, o que se reflete em uma baixa aceitação do mercado consumidor.

No início da última década pouco se conhecia sobre o efeito da adubação com micronutrientes nas culturas tropicais (QUAGGIO E PIZZA JR., 2001). Nos últimos anos vem surgindo novos enfoques em relação aos micronutrientes, não só por parte dos pesquisadores, como pela aceitação de produtores a uma incorporação destes em suas lavouras.

Para o diagnóstico dos teores foliares de nutrientes do abacaxizeiro utiliza-se a folha D. A amostragem da folha D, deve ser realizada um pouco antes da indução floral, e a faixa de boro considerada adequada seria de 20-40 mg kg⁻¹ na parte clorofilada da folha (BOARETTO et al., 1999). Essa folha é utilizada por diferentes autores devido a maior atividade fotossintética, estando inserido em um ângulo de 45° em relação à planta.

A determinação do teor de B em abacaxizeiro (Quadro 2) pode ser feita por diferentes metodologias (BOARETTO et al.,1999; MALAVOLTA et al.,1997; Malavolta, 1992; Jones et al., 1991). Da mesma forma, a faixa de concentração de B adequada para o abacaxizeiro varia entre autores (BOARETTO et al.,1999; MALAVOLTA et al.,1997; MALAVOLTA, 1992; JONES et al., 1991).

O menor limite inferior encontrado na literatura é de 20 mg.kg⁻¹, valor questionável, sendo que já foram encontradas concentrações bem menores sem nenhum sintoma visual de deficiência em abacaxi var.Pérola (SIEBENEICHLER, 2002; TEIXEIRA et al., 2002).

Teores de B de apenas 7 a 8 mg kg⁻¹ encontrados em plantas de abacaxi var. Smooth Cayenne, sem sintomas visuais de deficiência desse elemento (TEIXEIRA et al. 2002), também enfatizam os questionamentos sobre a faixa considerada adequada para o abacaxizeiro.

O micronutriente B tem sido considerado 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 verificou-se que este micronutriente é móvel em algumas espécies de plantas, tais como: macieira, ameixeira, cerejeira (BROWN E HU, 1998) e brócolis (SHELP, 1988).

Quadro 2. Teores adequados de nutrientes na folha D do abacaxizeiro encontrado por diferentes autores.

Nutriente	Folha inteira ou porção clorofilada ⁻¹	Porção clorofilada ⁻²	Porção clorofilada ⁻³	Folha inteira ⁻⁴
Macronutriente (g kg⁻¹)				
N	20 – 22	15 – 17	15 – 17	16,3
P	2.1 – 2.3	0.8 – 1.2	<1	2,09
K	25 -27	22 – 30	22 -30	20,4
Ca	3 – 4	8 -12	8 – 12	3,92
Mg	4 – 5	3 – 4	< 3	2,42
S	2 - 3	-	-	1,29
Micronutriente (mg kg⁻¹)				
B	30- 40	20– 40	> 30	26
Cu	9 – 12	5 – 10	< 0	4.5
Fe	100 – 200	100 – 200	100 – 200	76.9
Mn	50 – 200	50 – 200	50 – 200	67.4
Zn	10 - 155	15	>20	14.3

Fonte: 1-MALAVOLTA et al., 1997; 2-BOARETTO et al., 1999; 3- JONES et al., 1991; 4-SIEBENEICHLER et al., 2002.

Segundo estes estudos, a mobilidade do B é possível por este elemento se ligar a compostos que apresentam a configuração cis-diol. Estes compostos são itóis (álcoois de açúcar) como: sorbitol (macieira), manitol (brócolis) e dulcitol (DORDAS et al., 2001). Os itóis são considerados compostos de estoque formados durante o processo fotossintético e transportados pelo floema em plantas superiores, sendo utilizados na nutrição heterotrófica e na osmorregulação (LOESCHER et al., 1995). O B se moveria, portanto, ligado a esses itóis.

A deficiência de B em plantas que não remobilizam este nutriente, apresenta-se nas suas porções novas. Em espécies muito exigentes em B, como o girassol, pode ocorrer a formação de folhas novas deformadas e a morte do meristema apical (BERGMANN, 1986). Já plantas que transportam esses itóis no floema, apresentariam sintomas de deficiência de B nas partes mais velhas e, só em casos extremos, o sintoma seria observado em porções jovens.

As plantas de abacaxi apresentam a capacidade de sintetizar manitol e sorbitol (SUGAR, 2002), logo, é provável que, pela formação de complexos manitol-B-manitol e/ou sorbitol-B-sorbitol pelo floema (BROWN E SHELP, 1997), o B seja transportado pelo floema.

A rapidez na absorção e na remobilização do B, possivelmente, possa explicar a constância dos teores desse nutriente nas partes aclorofilada e terço basal da folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em estudos realizados por (SIEBENEICHLER 2008).

Picchioni et al.(1995) observaram que, em plantas de maçã e pêra, a absorção de B pelas folhas é rápida, pois, em seis horas, mais de 50% do B aplicado foi absorvido e remobilizado a partir da superfície das folhas novas dessas plantas.

Cada nutriente atua com funções específicas nas plantas e os diferentes elementos produzem diferentes sintomas de deficiência ou de toxidez e a deficiência de um nutriente específico não afeta, necessariamente, o mesmo processo metabólico em todas as espécies (FONTES, 2001).

Ainda segundo Fontes (2001), os sintomas que podem ser provocados por uma nutrição deficiente, que pode ser do boro é importante que se observe a localização do sintoma na planta e nas folhas e principalmente o estado fenológico da cultura.

2.5 Deficiências nutricionais e desordens fisiológicas no abacaxizeiro

O estado nutricional do abacaxizeiro tem uma larga influência no crescimento da planta e, conseqüentemente, na produção e na qualidade do fruto (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003).

A demanda nutricional do abacaxizeiro é alta em relação à de outras culturas e depende da cultivar, do peso do fruto, do destino da produção, do sistema e da densidade de plantio (SILVA et al., 2009).

As quantidades exportadas pelo abacaxizeiro são relativamente altas e referem-se àquelas imobilizadas pelos frutos e órgãos propagativos, sendo que as maiores quantidades de nutrientes absorvidos e acumulados ficam nas folhas, e as menores nas raízes (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003).Segundo MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW (2003) quando o N está deficiente, as folhas são verde-amareladas a amarelas.

Plantas com deficiência de nitrogênio têm crescimento lento, são raquíticas e podem atrasar sua frutificação (MANICA, 1999); as folhas estreitas e pequenas são pouco

numerosas (PY et al., 1984, MANICA, 1999); apresentam coroas muito pequenas; frutos pequenos (MANICA, 1999; (GONÇALVES E CARVALHO, 2000).

Segundo Bhugaloo et al. (1999); ha redução no comprimento médio da folha D e do fruto da cv. Queen Vitória sob deficiência de N. (PAULA et al. 1998) citam que N tem efeito marcante na coloração da polpa, que parece se tornar mais escura.

Tay (1975) e Luchi 1978, adubando o abacaxizeiro com N e K, também observaram que a deficiência de nitrogênio havia diminuído o tamanho dos frutos e Manica 1999 também cita que elevadas doses de N acentuam a coloração da polpa.

Gonçalves e Carvalho (2000), analisando plantas sob deficiência de N observaram o aparecimento de frutos coloridos e deformados. (LUCCHI 1978) ao reduzir as doses de sulfato de amônio observou uma diminuição no diâmetro médio do pedúnculo do fruto da cultivar Smooth Cayenne.

Malézieux e Bartholomew (2003) encontraram menores pesos da coroa e redução também no peso dos frutos com a deficiência de N, e o menor peso médio do fruto também foi observado por (CARVALHO E OLIVEIRA 1992).

Teixeira et al., (2002), a variedade a Smooth Cayenne, observou que os menores níveis de nitrogênio proporcionaram as menores produções. (PAULA et al., 1985) também observaram uma diminuição da produção com a deficiência de N. A aplicação de menores doses de N e K diminuiu a produção em todas as densidades testadas para a cv. Giant Kew (DAS et al., 2000).

No Sul do País em solo arenoso e com condições de baixa fertilidade, a aplicação de menores doses da combinação de NPK, no abacaxizeiro cv. Pérola diminuiu o peso, o número de frutos e a produção (RODRIGUES E PETZHOLD, 1987).

Py et al., (1987) citam que um aumento de N, que causou redução na acidez dos frutos, pode ou não reduzir os sólidos solúveis totais dos frutos (SST). Tay (1975) adubando o abacaxizeiro, observou que a deficiência de nitrogênio havia diminuído o seu teor em açúcares, entretanto Gonçalves e Carvalho 2000) encontraram resultados discordantes, pois, segundo eles, os frutos são muito doces.

Bhugaloo et al., (1999) e Malézieux e Bartholomew (2003) citam que há um aumento na acidez dos frutos, à medida que se diminui o fornecimento de N, reduzindo-se a relação açúcar/acidez.

Bezerra et al., (1981) encontrou uma correlação negativa do N com a acidez dos frutos, pois a deficiência de N pode ter diminuído a turgescência dos frutos, provocando, indiretamente, um aumento nos valores da acidez, em decorrência do aumento da concentração.

Em condições de deficiência severa, as raízes crescem muito pouco, os teores de clorofila e proteína diminuem, a planta pode não produzir fruto e, numa deficiência extrema, ela poderá morrer (MANICA, 1999).

Nas plantas em geral a deficiência de fósforo contribui para que as folhas mais novas apresentem uma coloração verde-escura, com tons arroxeados e as margens das folhas mais escuras do que a parte central da folha.

As folhas mais velhas murcham a partir das suas extremidades (SOUZA, 1999a), aparecendo pontas secas de cor marrom alaranjada, estrias transversais marrons e bordas amarelas a partir da ponta (MANICA 1999).

Uma quantidade insuficiente de fósforo pode provocar redução no crescimento da planta e as folhas ficam longas e estreitas, as raízes apresentam a parte filamentosa mais longa, mais colorida, menos ramificada. Quando a deficiência for muito severa pode não formar fruto, rebento ou filhotes, com o aparecimento de uma clorose acentuada nas folhas mais velhas (MANICA, 1999; SOUZA, 1999a).

A deficiência de fósforo acarreta a formação de frutos pequenos, com coloração avermelhada ou arroxeada (GONÇALVES E CARVALHO, 2000). Luchi (1978) observou que, à medida que se diminuía as doses de superfosfato simples, ocorria um decréscimo no comprimento médio do fruto da Cv. Smooth Cayenne.

Tem-se observado que as folhas mais velhas de plantas mal supridas de potássio permanecem verdes, e secam as pontas, depois, surgem áreas com necrose na superfície e desenvolvem-se pintas amarelo-pálidas características (MANICA, 1999 e SOUZA, 1999a).

Segundo Malézieux e Bartholomew (2003), durante estágios preliminares de deficiência de K, as folhas são verde-escuras e estreitas, mas, se a deficiência é prolongada as folhas se tornam amarelas.

Em relação ao fruto, este pode apresentar tamanho muito reduzido e não amadurece completamente na parte superior (LUCHI, 1978), não apresentando cheiro característico e de qualidade inferior (GONÇALVES E CARVALHO, 2000).

Veloso et al.,(2001) observou que o diâmetro e o comprimento dos frutos do abacaxizeiro cv. Pérola diminuíram enquanto a acidez aumentou com a redução no nível de K. Owusu-bennoah e Ahenkarah (1997) conduziram um trabalho com a cultivar Smooth Cayenne em Ghana relatam que altas relações de adubação potássica reduziram o tamanho e a qualidade do fruto.

Paula et al.(1999) observaram a diminuição da porcentagem da acidez titulável total e dos sólidos solúveis totais nos frutos (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003) como um efeito da deficiência de K na qualidade dos frutos do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne.

Razzaque e Ranafi (2001), trabalhando com a cv. Gandul, não encontraram diferença significativa no teor de açúcar dos frutos do abacaxizeiro sob deficiência de K. Entretanto (PAULA et al., 1991) obtiveram, com a deficiência de K, baixos valores da relação SST: ATT nos frutos do abacaxi.

Segundo Gonçalves e Carvalho (2000), o K eleva o teor de ácido ascórbico que reduz as quinonas produzidas pela oxidação enzimática, convertendo-se em ácido de-hidroascórbico e atuando como inibidor da atividade da enzima polifenoxidase, responsável pelo escurecimento interno. Não está muito claro, mas é provável que o escurecimento interno na polpa do abacaxi possa estar associado a uma deficiência de K.

Em relação ao cálcio, segundo Malézieux e Bartholomew (2003), o fornecimento de Ca tem efeito principalmente no fruto, no seu aroma, muito possivelmente porque, em níveis maiores, o Ca interferiu na absorção de K. Segundo esses autores, os sintomas de deficiência de Ca, assim como os de B, são mais prováveis de serem visualizados,

inicialmente, no fruto, porque a demanda para ambos, nos pontos de crescimento, é maior na época da diferenciação floral.

O magnésio constitui a molécula da clorofila e é ativador das enzimas transferidoras de fosfato (PAULA et al., 1998). Por ser componente dessa molécula sua deficiência poderá reduzir a concentração da clorofila, reduzindo a fotossíntese e, possivelmente, o crescimento (MALÉZIEUX E BARTHOLOMEW, 2003).

Segundo esses autores, magnésio, que é móvel na planta, tem como sintoma visual de deficiência predominante uma coloração amarelada brilhante nas folhas mais velhas, particularmente, nas partes mais expostas à luminosidade.

Em plantas com deficiência de Mg, as folhas mais velhas apresentam uma coloração verde-clara. Continuando a deficiência, aparecem mais tarde manchas amareladas ou folhas completamente amarelas e avermelhadas ao longo das margens; as folhas novas não atingem o seu tamanho normal (MANICA, 1999).

O Mg é importante para intensificar a coloração dos frutos (PAULA et al., 1998, GONÇALVES E CARVALHO, 2000). Segundo os mesmos autores o suprimento de Mg é mais importante na coloração do fruto do que o suprimento de Ca.

Quando ocorre uma pequena deficiência de Mg, os frutos tornam-se pequenos, de baixa acidez e com concentração açúcares muito insignificante (PY et al., 1987; GONÇALVES E CARVALHO, 2000).

Os desenvolvimentos do interesse em pesquisas de boro no últimos anos tem contribuíram muito para o melhor entendimento do papel do boro em plantas onde o isolamento de complexo de boro a partir de paredes celulares tem fornecido as primeiras evidências diretas de boro associado a polímeros de pectina (GANIE, 2013). O mesmo autor indica que independentemente modo do modo de aplicação, a polinização aumenta juntamente com a qualidade de frutas por diminuir desordens fisiológicas.

O Boro é um micronutriente que já foi citado por Souza (1999a) em regiões da Costa do Marfim provocando uma série de problemas nas plantas sob deficiência desse elemento tais como: coloração amarelada à alaranjada, folhas com um terço do crescimento reduzido, margens marrom, folhas com pontas secas e tendência ao enrolamento. O mesmo

autor sugere que, no campo, esses sintomas ocorreriam freqüentemente em razão da insolubilização do B no solo, resultante do déficit hídrico ou do pH muito elevado do solo.

Segundo Chandler (1941) citado por Shelp et al.,(1992) em frutos de mamoeiro já foi observado deformação pela deficiência desse micronutriente, no bronzeamento interno em nabos e rabanetes, no caule oco e no bronzeamento da couve flor e do brócolis . A deformação de frutos de mangueira, o que ocasiona perda de valor comercial foi citado por (DELL E HUANG 1997), que observaram que os frutos apresentaram-se fora do padrão das áreas de cultivos sem deficiência do nutriente.

A relação que o boro tem com as funções de alongamento celular e no funcionamento das membranas levou essas espécies a apresentarem sintomas de deficiência.

O boro é membro do grupo dos elementos químicos conhecidos como ametais, que inclui o Si e o Ge (MARSCHNER, 1995). Sob condições fisiológicas normais, e na ausência de interações com biomoléculas, o B existe como ácido bórico H_3BO_3 ou ânion borato $H_2BO_3^-$ (POWER E WOODS, 1997). O ácido bórico é um ácido muito fraco, com um pKa de 9,24.

O ácido bórico e o borato, contudo, podem reagir prontamente com muitos tipos de moléculas orgânicas (complexo borato-diol), sendo que a formação desse complexo implica em um pKa em torno de 5,2, o que é 4 unidades menor que o do ácido bórico livre, sugerindo que, sob condições normais de suprimento de B, a concentração de ácido bórico livre dentro do citoplasma se aproxima de zero (BROWN e HU, 1994).

Kobayashi et al., (1997) comentam que são necessários estudos envolvendo análise da estrutura física da parede celular para determinar a função fisiológica do B. Para tal estudo fisiológico culturas de células constituem material apropriado, uma vez que as células não são diferentes e a supressão de B no meio de cultura é mais fácil do que no caso de plantas intactas. Esses autores investigaram a distribuição de B em constituintes celulares e extracelulares de células de tabaco em meio de cultura, porque, segundo os mesmos, a informação sobre a distribuição nos constituintes celulares é importante na elucidação da função fisiológica no metabolismo celular.

O boro desempenha também, importante papel na migração e metabolismo de carboidratos, facilitando o transporte dos açúcares através das membranas, na forma do complexo açúcar-borato (MARSCHNER, 1995 e MALAVOLTA et al., 1997).

Siebeneichler et al.,(2002) avaliando o abacaxizeiro variedade Pérola, em casa de vegetação, em Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro, observaram que a planta-mãe não apresentara sintoma de deficiência de boro, apesar das diferenças nos teores desse nutriente. As plantas-soca, provenientes da planta- mãe que não receberam B, demonstraram sintomas de deficiência desse nutriente, somente no estágio reprodutivo, com sintomas visuais apresentando frutos deformados e menores.

O mesmo estudo indica que rachaduras entre os frutinhos, preenchidas por uma excrescência corticosa apareceram com a planta submetida à deficiência, podendo ou não aparecer secreção de goma entre os frutinhos. As mudas do tipo filhote, formadas nas plantas-soca, apresentaram folhas com falhas na borda e pontas secas e as folhas mais novas retorcidas ou não.

Perica et al., (2001b) conduziram um estudo de campo com duração de dois anos para verificar se a aplicação de B foliar antes do florescimento aumentava a frutificação em oliveira. Os autores verificaram que a aplicação de B foliar aumentou a porcentagem de flores perfeitas e da frutificação, mas o efeito sobre a germinação do pólen não foi observado em quaisquer dos anos. O aumento na frutificação não foi acompanhado por uma redução no tamanho dos frutos. Os efeitos benéficos da aplicação foliar variaram entre os anos, sendo maiores quando a frutificação foi baixa.

A deformação e o tamanho reduzido dos frutos e a presença de goma entre os frutinhos também foram observados por Aquino et al., (1986), citado por Quaggio e Pizza Jr. (2001). Frutos de plantas sob severa deficiência de B são muito menores que os frutos normais (PY et al., 1987).

Sintomas de carência tais como menor germinação do grão de pólen e diminuição no crescimento do tubo polínico, encurtamento dos internódios, frutos e folhas menores e deformadas, entre outros, mostram o importante papel do B na vida das plantas.

Goldbach (1997) aponta que a deficiência de B ocasiona uma série de sintomas anatômicos incluindo a inibição do crescimento em extensão e crescimento apical, necrose dos brotos terminais, rachamento e quebra de caules e pecíolos, abortamento dos botões florais e queda dos frutos.

O aparecimento dos sintomas de deficiência de boro, somente no estágio reprodutivo das plantas-soca, pode ser justificado pela mobilidade do B em plantas de abacaxi Pérola (SIEBENEICHLER, 2002). A autora cita que a deficiência de boro contribui para a formação de frutos “machos”, ou seja, frutos sem coroa.

Devido à grande variedade de sintomas que aparecem quando a falta de B ocorre, a determinação da função primária desse nutriente tem sido um dos grandes desafios em nutrição de plantas. O conhecimento de suas funções é ainda limitado e precisa ser melhor elucidado, sendo que o manejo adequado desse nutriente na prática agrícola não foi ainda conseguido.

Na Martinica, em condições de campo, foram observados frutos com coroa múltipla que também foram descritos por Py et al., (1987); Aquino et al., (1986), citado por Quaggio E Pizza jr. 2001).

Ishii et al., (2001) forneceram evidência para mostrar que a parede celular de abobrinha (*Cucurbita moschata*) deficiente em B é inchada em comparação ao tecido de plantas com suprimento normal de B. A adição de ácido bórico à plantas deficientes resulta na rápida formação do dímero RGII-B e diminui a espessura da parede, como observado por Kobayashi et al., (1997).

Segundo Malézieux e Bartholomew (2003), podem ocorrer sintomas de deficiência de B quando a concentração da folha é de $2,4 \text{ mg kg}^{-1}$ da massa seca no terço médio da folha D, aproximadamente 10 meses após o plantio. Boaretto et al. (1999) considera ideal, valores de entre 20 e 40 mg kg^{-1} de massa seca do abacaxizeiro.

Em uma unidade experimental Stangoulis et al., (2001) compararam a distribuição de B em folhas jovens e velhas sob condições de deficiência e condições adequadas de B. Observaram que quando o fornecimento de B foi limitado, a concentração de B nas folhas velhas diminuiu com o estágio de desenvolvimento da folha, enquanto que quando o B foi

suficientemente fornecido, a concentração nessas folhas continuou a aumentar com a idade. A perda de B de folhas maduras sob condições de deficiência sugeriu redistribuição para outros tecidos.

Uma característica geral da deficiência de boro em frutíferas relaciona-se com a floração e o pegamento de frutos. Geralmente, a floração é excessiva, porém com baixo pegamento dos frutos, que caem prematuramente, o que provavelmente está relacionado com a importância do boro na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (QUAGGIO E PIZA JR, 2001). Segundo Siebeneichler et al., (2002), o teor considerado adequado para o B na folha D inteira é de 26 mg kg⁻¹.

Os resultados de vários estudos têm mostrado que a deficiência de B resulta em mudanças na estrutura da parede celular, por exemplo, inchaço das paredes celulares e formação de células pequenas e com formato irregular, menor deposição de lignina nos elementos do xilema (MATOH, 1997 e MORAES et al., 2002).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado em condições de campo no povoado Serra dos Paz, município de Turiiaçu, MA (Figura 2), onde o abacaxi cv. Turiiaçu tem sido tradicionalmente cultivado por agricultores familiares.

O município de Turiiaçu situa-se na Microrregião do Gurupi com coordenadas geográficas de 1°40'10" de latitude Sul e 45°22'10" de longitude Oeste. O povoado Serra dos Paz dista 18 km da sede do município, que por sua vez dista 205 km de São Luís – MA por via marítima. O município é composto de uma área de 2.577,6 km² e uma população estimada em 33.956 habitantes (IBGE, 2010a).



Figura 2. Localização do município de Turiiaçu-MA, em relação a capital do Estado. Fonte: Google Earth.

Na classificação climática de Kopen, Turiiaçu apresenta clima tropical semi-úmido, do tipo AW, sendo que o município apresenta temperatura média anual entre 26 e 27 °C. O trimestre mais chuvoso compreende os meses de fevereiro a abril e o trimestre mais seco é de setembro a novembro. Turiiaçu está contemplado por uma precipitação pluviométrica anual situada entre 2.000 a 2.400 mm.

A distribuição das médias mensais de temperatura e precipitação nos anos de 2010 e 2011 consta na Figura 3, caracterizando duas estações bem definidas em relação ao período chuvoso (CPTEC-INPE, 2012).

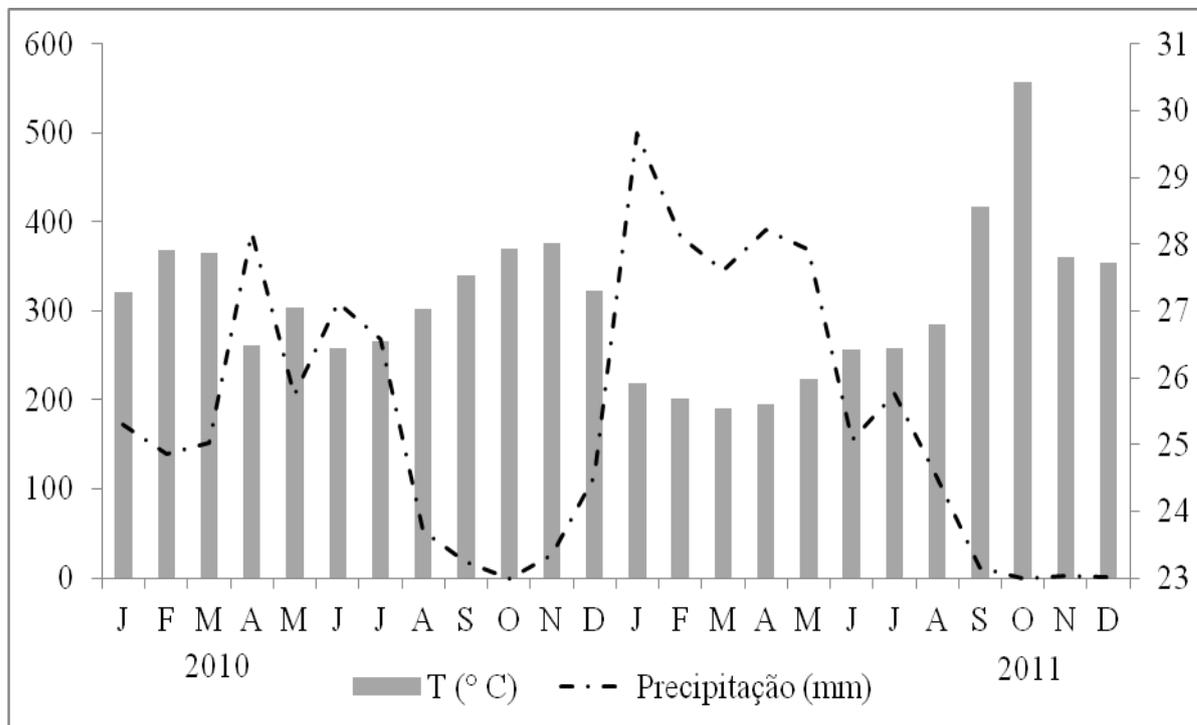


Figura 3. Precipitação e temperaturas médias mensais durante os anos de 2010 e 2011.

3.2 Seleção e preparo da área

A área de implantação do experimento localizou-se em propriedade particular de produtor familiar, ocupando uma área de 850,0 m² (35,0 x 23,0 m), remanescente de cultivo com abacaxi no ano anterior, sendo plana e sem risco de encharcamento.

Durante o mês de abril de 2010 foi realizada a limpeza superficial da área, utilizando-se trator de esteira com lâmina, constando da retirada da vegetação baixa e restos culturais. O solo foi nivelado manualmente com uso de enxadas para evitar quebrar a sua estrutura. Uma destocagem se fez necessária para retirada de restos de caules e raízes. Uma posterior limpeza foi realizada dias antes do plantio para retirada de plantas daninhas que surgiram.

Para realização das análises químicas do solo, foram retiradas amostras de solo, com auxílio de um trado a uma profundidade de 0 a 20 cm. Essas amostras foram peneiradas

para retirada de pedras (petroplintitas) e outros materiais e acondicionadas em sacos, que foram etiquetados e lacrados. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB, Campus de Areia, PB), para a determinação do pH (H₂O), matéria orgânica (MO), Ca, Mg, Al, H+Al, K, Na, P e B, utilizando-se metodologia da Embrapa (1997).

Tabela 1. Resultados da análise química de solo da área experimental.

Prof. (cm)	Ca	Mg	K	Na	SB	H+AL	CTC	Al	V	pH	P	B	M.O
cmol _c dm ⁻³								%	H ₂ O	..mgdm ⁻³ ..	g/kg	
0-20	2,44	3,09	0,12	0,02	5,67	5,05	10,72	0,2	52,8	5,69	2,6	0,34	26,2

A Análise física demonstrou que o solo da área experimental tem 415 g.kg⁻¹ de areia, 186,3 g.kg⁻¹ de silte e 403,2 g.kg⁻¹ de argila, classificando-o em relação à textura como Argiloso.

3.3 Instalação e condução do experimento

O plantio foi realizado em maio de 2010, de forma manual, em covas individuais, com profundidade de 15 cm, protegendo-se a roseta foliar para evitar a entrada de terra. Utilizou-se mudas tipo filhote, sadias, vigorosas, selecionadas com comprimento de 30 a 35 cm e provenientes da mesma região. O espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,30 m resultando em 33.000 plantas/ha, baseado em recomendações de Aguiar Júnior e Araujo (2009).

Na adubação de plantio, aplicou-se 330 kg.ha⁻¹ de superfosfato triplo, baseado na recomendação da análise de solo e conforme os níveis do Boletim 100/IAC. Para a adubação de cobertura, foram aplicados 429 kg.ha⁻¹ e 330 kg.ha⁻¹ de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, parcelados aos 2, 4 e 6 meses após o plantio. Na primeira adubação, aos 2 meses, a mistura de adubos foi colocada ao lado das plantas e, aos 4 e 6 seis meses, na axila das folhas basais.

As diferentes doses do micronutriente boro, na forma de ácido bórico foram aplicadas na cova no momento do plantio, juntamente com a dose total de fósforo, constituindo 6 (seis) tratamentos, conforme o detalhamento abaixo (Tabela 2). A quantidade de macro (N, P e K) e micronutrientes (boro) foi determinada por cova (ou planta) em função da dose recomendada e da densidade de plantas.

Tabela 2. Tratamentos com diferentes doses do micronutriente Boro.

Tratamento	Boro (kg.ha ⁻¹)
T1	0,0 (Testemunha)
T2	2,0
T3	4,0
T4	6,0
T5	8,0
T6	10,0

Durante todo o ciclo da cultura foram realizadas capinas manuais. As plantas das parcelas foram induzidas ao florescimento aos 13 meses de idade, utilizando-se 1 grama de carbureto de cálcio na roseta foliar, no período da manhã.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 4 blocos e 6 tratamentos, totalizando 24 parcelas, sendo constituídas de 5 fileiras, 17 plantas por fileira e 85 plantas. A área total das parcelas foi de 25 m² (5,0 x 5,0 m) e área útil foi composta de 33 plantas posicionadas nas três fileiras centrais, para efeito de tomada de dados e colheita (Figura 4).

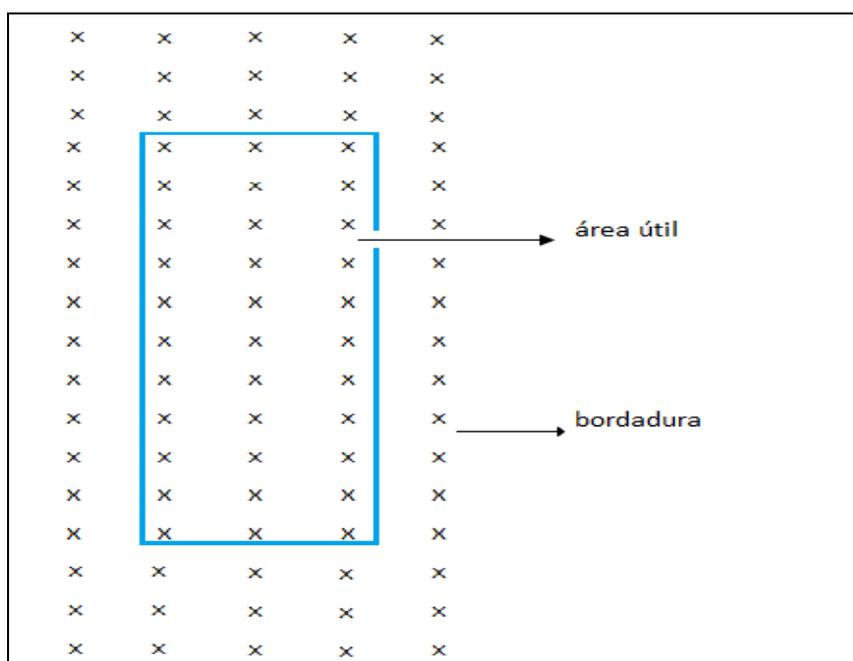


Figura 4. Esquema da parcela experimental (área útil e bordadura).

3.5 Avaliação

3.5.1 Biometria de Frutos

Para as características biométricas do fruto, avaliou-se 5 frutos por parcela, colhidos no mesmo estágio de maturação, em torno de 50% da superfície do fruto com malhas amareladas.

Os frutos foram colhidos aos 18 meses após o plantio, no período da manhã, sendo acondicionados em caixas plásticas (40 kg) e transportados ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita do Núcleo de Biotecnologia Agronômica-NBA/CCA/UEMA, onde foram analisados suas características biométricas.

Avaliou-se o comprimento do fruto com e sem a coroa (cm); diâmetros da base, meio e ápice (cm); diâmetro do talo (cm); peso dos frutos (g) com e sem a coroa; peso da coroa (g); peso da casca (g); peso da polpa (g) e rendimento de polpa (%).

Para determinação do rendimento de polpa (%), foi adotado a seguinte expressão: $[RP = PP/PFc \times 100]$, onde RP= Rendimento de polpa; PP = Peso polpa; PFc = peso do fruto com coroa.

3.5.2 Análise físico-química de frutos

Tomou-se a mesma amostra de 5 frutos utilizados nas análises biométricas e foi determinado-se o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez total titulável do suco (% ácido cítrico) e pH, no Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita.

Para obtenção do suco foram retiradas três fatias circulares de 1 cm de espessura de cada fruto, referentes às porções apical, mediana e basal. Em seguida, o homogeneizado foi passado em papel de filtro e após filtragem alíquotas de 10 mL foram reservadas para as análises de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável. A acidez total titulável foi determinada em 10 mL de suco do abacaxi diluído em 90 mL de água destilada e a titulação com hidróxido de sódio a 0,1N, utilizando o indicador fenolftaleína a 1%. (ZENEBO e PASCUET, 2005).

Para análise de pH e sólidos solúveis, respectivamente, foi utilizado um Peagâmetro digital e um Refratômetro manual modelo RM-M3.

3.5.3 Incidência de lesões na casca

Para determinação do número e tipificação das lesões na casca, foram colhidos 10 frutos por parcela em cada tratamento, no mesmo estágio de maturação do item 3.5.2, totalizando 240 frutos avaliados.

Os frutos para análise de lesões foram colhidos aos 18 meses, na parte da manhã, armazenados em caixas plásticas e separados por tratamentos em sacos de polietileno de 30 kg até seu traslado ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita do Núcleo de Biotecnologia Agronômica-NBA/CCA/UEMA.

Em laboratório, os frutos foram submetidos a uma contagem das lesões diretamente na superfície da casca. Utilizou-se um pincel do tipo permanente para identificação das lesões, marcando-se um círculo ao redor desta, para não ocorrer repetição da contagem no mesmo fruto. A marcação da lesão com pincel de coloração vermelha destacava as lesões corticosas superficiais (LCS), e as de coloração azul destacava as lesões corticosas típicas (LCT) (Figura 5).



Figura 5. Lesão corticosa típica (azul) e corticosa superficial (vermelho) no fruto do abacaxi cv.Turiaçu.

As lesões corticosas típicas (LCT), consideradas lesões graves, se caracterizam por uma rachadura ou fendilhamento entre os frutinhos, com erupção de excrescência corticosa de coloração pardo-escuro, resultando em cavidade irregular (de forma não definida), por vezes aberta, podendo chegar até 1 cm de extensão. Já as lesões corticosas superficiais (LCS), consideradas lesões leves, mais concentradas na metade superior do fruto, caracterizada por formação de excrescência corticosa superficial entre os frutinhos de coloração verde-pardo com aspecto enrijecido, mas sem formar cavidades.

Com o auxílio de um barbante que circundou a região equatorial do fruto (Figura 6), foram contabilizadas as lesões na parte superior e inferior dos frutos do abacaxizeiro Turiaçu em função dos tratamentos testados.



Figura 6. Divisão na região equatorial do fruto.

3.5.4 Teores foliares de macronutriente e micronutrientes

Para o diagnóstico dos teores de nutrientes foliares do abacaxizeiro utilizou-se a folha “D”, folha completamente expandida, recém-madura e posicionada 45° em relação ao eixo da planta (Figura 7). A amostragem da folha D inteira (porção verde + acolorofilada) foi realizada antes da indução floral, aos 13 meses após o plantio, no período da manhã entre 8 e 9 horas, onde coletou-se 6 folhas da área útil da parcela, em plantas alternadas na fileira(Figura 8).



Figura 7. Folha “D” posicionada 45° em relação à planta.



Figura 8. Coleta de folha “D” para determinação dos teores nutricionais.

As folhas foram limpas com algodão umedecido e acondicionadas em sacos plásticos e estes depositados em caixa térmica, mantida à sombra, a qual foi transportada ao laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Estadual do Maranhão. No laboratório, após lavagem adequada, foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada a 60° C por 72 horas até peso constante. As amostras, depois de secas foram encaminhadas para moagem e quantificação dos macro e micronutrientes.

O N total foi determinado pelo método de Nessler (JACKSON, 1965), após digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2) do tecido vegetal. No extrato da digestão nitro-perclórica

(HNO₃ e HClO₄) foram determinados o P colorimetricamente, pelo método do molibdato e o K, a partir do fotômetro de chamas.

Por meio da digestão-seca (EMBRAPA, 2001), através de incineração em mufla, foram quantificados os nutrientes de Ca, Zn, Fe, Mg, Mn, com posterior leitura em Espectrômetro de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado.

A metodologia empregada na determinação do boro (B) foi a colorimétrica, pelo método da Azometina H, após incineração em mufla (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da avaliação nutricional da folha “D” do abacaxizeiro foram apresentados em grama por quilograma (g.kg⁻¹) para os macronutrientes, e em miligrama por quilograma (mg.kg⁻¹) para os micronutrientes, em relação à matéria seca.

3.5.5 Amostragem e análise de solo e folhas de áreas de produtores

Foram selecionadas três áreas de produtores familiares que tradicionalmente cultivam o abacaxizeiro Turiaçu, sem adubação, para servir de parâmetro à área experimental, na qual as plantas foram fertilizadas. As áreas de cultivo de abacaxi foram escolhidas levando-se em conta: o tamanho (maior que 0,5 ha), a facilidade de acesso, tradição do produtor em cultivar todos os anos, proximidade ao experimento e homogeneidade e vigor das plantas.

Dentro dessas áreas foram demarcadas, com fita zebreada, 3 parcelas de 16 m² (4 x 4 m), totalizando 5 fileiras. O espaçamento adotado pelos produtores é do tipo fileira simples, com densidade variável. As informações como presença de lesões nos frutos do cultivo anterior, tipo de solo segundo os produtores, espaçamento de plantas, mês de plantio e condição da vegetação antes do cultivo, estão sumarizados no Quadro 3.

Para as análises químicas do solo, com auxílio de um trado, foram retiradas amostras de solo a uma profundidade de 0 a 20 cm nas entre-linhas do abacaxizeiro. Essas amostras foram peneiradas para retirada de pedras e outras matérias e acondicionadas em sacos, que foram etiquetados e lacrados. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de solos da Universidade Federal da Paraíba para a determinação do pH (H₂O), matéria orgânica (MO), Ca, Mg, Al, H+Al, K, P, Na e B conforme metodologia da (EMBRAPA 1997).

Quadro 3. Produtores de abacaxi Turiaçu selecionados para amostragem de solo e folhas.

Produtor	Lesões	Solo	Vegetação	Adubação	Espaçamento	Plantio
I	Sim	Franco Arenoso	Capoeira de 6 anos	Ausência	0,90 x 0,50	Fev 2010
II	Sim	Franco	Mata 35 anos	Ausência	0,90 x 0,40	Fev 2010
III	Sim	Franco Argiloso	Mata 30 anos	Ausência	1,0 x 0,40	Fev 2010

Produtor: I: Sebastião da Silva ; II: Lázaro Paz; III: José Paz

3.5.6 Incidência de lesões corticosas em área de produtores

Foram selecionadas 4 (quatro) áreas de produtores familiares que cultivaram o abacaxizeiro Turiaçu, sem adubação, para comparação com a área experimental quanto à incidência de lesões. As informações de 3 destas áreas podem ser encontradas no Quadro 3, sendo a quarta área do senhor Josemar Oliveira, que cultivava abacaxi em solo misto (pedregosidade + barro), utilizou área de mata de 30 anos e não utilizou adubação em sua lavoura.

A área útil para avaliações de lesões foi constituída das três fileiras centrais da parcela (área útil) onde se coletou 10 frutos por parcela, somando 30 frutos avaliados em cada propriedade familiar.

Os frutos para análise de lesões foram colhidos aos 18 meses, pela manhã, armazenados e separados por tratamento em sacos de polietileno de 10 kg até seu traslado ao Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita do Núcleo de Biotecnologia Agronômica-NBA/CCA/UEMA.

A contagem das lesões corticosas típicas (LCT) nas áreas dos produtores foi realizada com a mesma metodologia utilizada na área experimental (item 3.5.3).

3.5.7 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. Nas análises foi empregado o software ASSISTAT versão 7.5 beta (2008). Foi feita análise de regressão para avaliar o número de lesões corticosas típicas e o teor foliar do micronutriente boro, em função das doses de boro aplicadas no solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Nível de incidência de lesões associado à nutrição com boro

4.1.1 Lesões corticosas típicas (LCT)

De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que houve influência do nutriente boro no controle de lesões na casca do abacaxi Turiaçu. A menor incidência de lesões ocorreu no tratamento em que se aplicou a maior dose de boro ($10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), diferindo estatisticamente dos tratamentos com menores doses e da testemunha, que apresentou o maior número médio de lesões (Tabela 3). Nesse sentido, o tratamento mais efetivo ($10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), promoveu redução de 60 % no número de lesões em relação à testemunha. Os tratamentos com 6 e $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de boro também diferiram da testemunha, demonstrando que a carência deste micronutriente está associado ao agravamento do referido distúrbio fisiológico.

O tratamento mais efetivo reduziu o nível do distúrbio para próximo de uma lesão por fruto ($1,3 \text{ lesões na dose de } 10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), resultando em sensível melhoria na aparência do fruto.

Tabela 3. Número médio de lesões corticosas típicas na casca do abacaxi Turiaçu.

Tratamentos	Nº de lesões	Desvio Padrão	Redução (%)*
T1 (Testemunha)	3.2 a	0,12	-
T2 ($2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	2,9 a	0,71	9,4
T3 ($4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	2.4 ab	0,38	25,0
T4 ($6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	2.1 bc	0,36	34,3
T5 ($8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	2.0 bc	0,61	37,5
T6 ($10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	1.3 c	0,25	60,0
CV(%) = 19,90			

Médias seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* redução percentual no número de lesões em relação à testemunha (sem boro).

Conforme já relatado, as lesões LCT, consideradas graves, com formação de cavidade entre os frutinhos e erupção de excrescência corticosa, afetam sensivelmente a aparência do produto. Essa redução nas lesões com as doses crescentes de boro é um fator favorável principalmente no aspecto comercial do abacaxi Turiaçu, pois quanto maior a

incidência das lesões, menor é a aceitação do consumidor, especialmente em mercados mais exigentes. Prejudica também o produtor que necessita descartar um volume maior de frutos com defeitos, auferindo menor cotação na comercialização. A exploração de fruteiras nativas no Maranhão e no Nordeste do Brasil ocorre, na maioria das vezes, de forma extrativista (CARVALHO et al., 2002), sem preocupação com a qualidade, enquanto o cultivo de abacaxi Turiaçu passa por um incipiente processo de inovação tecnológica, como o atendimento das necessidades nutricionais, sendo necessário ajustar-se aos padrões de qualidade e as dinâmicas de mercado.

A cultivar Turiaçu foi domesticada por produtores tradicionais e o cultivo ainda predomina em áreas de roças que sofreram o corte e queima da vegetação. Nessas condições, em que pese o relativo aporte de nutrientes via cinzas, a incidência de lesões observadas nos frutos tem sido mais elevada, podendo alcançar até 20 lesões LCT por fruto, sendo que o problema foi relatado por 92 % dos produtores conforme pesquisa de Bonfim Neto (2010).

O nível de B no solo da área experimental ($0,34 \text{ mg.dm}^3$), conforme indicado na Tabela 1, foi considerado médio, segundo interpretação proposta Raij et al. (1996), cujo teor no nível médio varia entre 0,21 a $0,60 \text{ mg.dm}^3$. No entanto, esse teor no solo não foi suficiente para corrigir o nível mais elevado de lesões verificado tratamento testemunha (sem adição de boro), sugerindo que os produtores necessitam utilizar o referido nutriente durante o plantio. Por outro lado, a fertilização mineral com N, P e K em cobertura também no tratamento testemunha, melhorou a nutrição geral da planta, resultando em leve redução das lesões neste tratamento quando se compara com as áreas de produtores sem qualquer fertilização (BONFIM NETO, 2010).

A associação direta do boro como fonte de controle de um dos principais gargalos atuais dessa fruteira na região, indica que este micronutriente pode ter interferido em processos fisiológicos importantes na planta associados a esse elemento: alongamento celular; síntese dos ácidos nucleicos; respostas hormonais e funcionamento de membranas (SHELP, 1993).

Assim em relação à atividade do elemento na parede celular dos frutos dos tratamentos que apresentaram um melhor controle, um ganho em resistência de parede pode ter proporcionado resultados mais expressivos, sendo que através de análise de regressão que apresentou coeficiente de regressão elevado e significativo foi possível observar que ocorreu

um comportamento decrescente das lesões com o aumento do teor de boro aplicado em fundação (Figura 9).

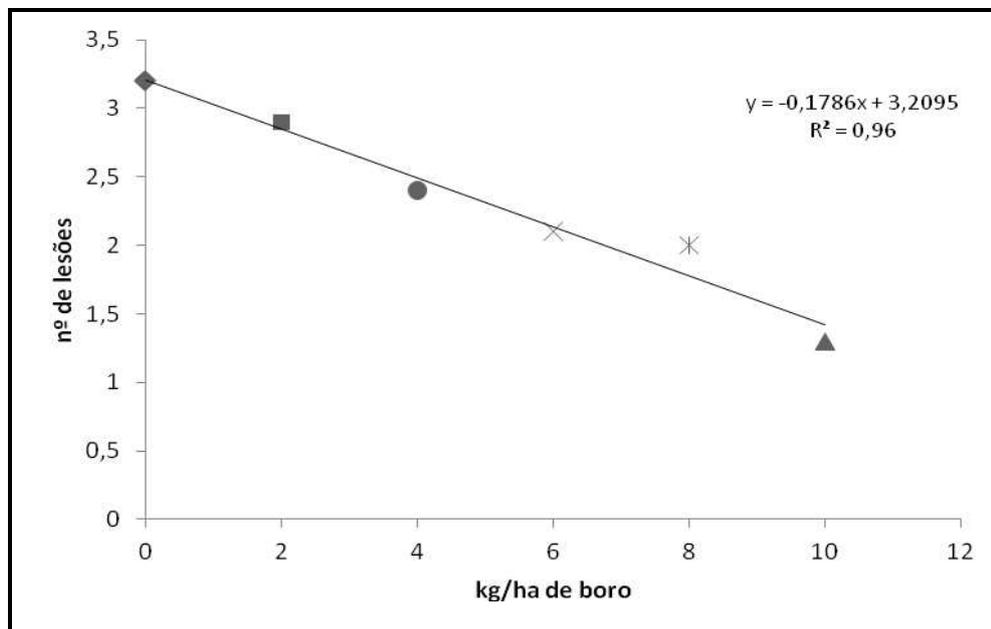


Figura 9. Gráfico de regressão do número de lesões em função das doses crescentes de boro.

O efeito positivo encontrado principalmente para a maior dosagem de $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, implica que o efeito dessa adubação não sofreu insolubilização do B no solo, como ocorreu em pesquisa de Souza (1999a) que encontrando deficiências na Costa do Marfim como coloração amarelada à alaranjada, folhas com um terço do crescimento reduzido, associou a insolubilização ao déficit hídrico e ao pH muito elevado do solo.

Uma atuação na migração e metabolismo de carboidratos, facilitando o transporte dos açúcares através das membranas, na forma do complexo açúcar-borato (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997), pode ter concorrido para a menor presença de lesões, com a aplicação do micronutriente.

Entre as propriedades que o boro pode ter favorecido, está o ganho em atividade no transporte da seiva elaborada, através do bom desempenho dos tubos crivados pela não formação de calose, já observada em plantas deficientes (MALAVOLTA et al., 1997).

Outra possível propriedade funcional relacionada aos resultados do experimento é a capacidade do B de conectar duas cadeias de pectina, através de sítios de conexão para os polissacarídeos pécticos, através de ligação B-diéster, sendo que o elemento poderia ligar-se

por esses sítios de RGII (rhamnogalacturonana II) de cada uma das cadeias de pectina (MATOH et al.,1996). Tal rede péctica com ligações cruzadas provavelmente pode ter um papel na regulação das propriedades mecânicas e bioquímicas da parede celular (FLEISCHER et al., 1999), o que pode estar associado à presença das rachaduras nos frutos do abacaxizeiro estudado.

Ishii et al., (2001) ao trabalharem com abobrinha nos dão um indicativo da atividade do boro ao demonstrarem que a parede celular da cultura ficou inchada sob deficiência, sendo que a adição de ácido bórico nas plantas deficientes resulta na formação de um dímero RGII-B e na diminuição da espessura da parede e em uma parede mais firme.

A frequência de lesões corticosas típicas, por classe e tratamento pode ser observada na Tabela 4, sendo que os tratamentos tiveram além da redução do número de lesões, uma redução na frequência destas de forma decrescente com o aumento das doses de boro, o que pode ser observado com o desempenho da testemunha, que obteve 87,5% dos frutos com 3 (três) ou mais lesões. Contrariamente, o tratamento mais efetivo (T6) apresentou 62,5% dos frutos com somente uma lesão e 25% dos frutos com ausência de lesão.

Tabela 4. Frequência percentual de frutos por classe de lesão corticosa típica (%).

Tratamento	Nºde frutos	Classes 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
		0 lesão	1 lesão	2 lesões	3 lesões	> 3 lesões
T1	40	2,5	2,5	7,5	30	57,5
T2	40	10	15	47,5	15	12,5
T3	40	15	22,5	37,5	17,5	7,5
T4	40	17,5	25	32,5	15	10
T5	40	22,5	30	40	5	2,5
T6	40	25	62,5	7,5	2,5	2,5

Observações frequentes no campo e em laboratório revelaram que o tratamento com a maior dosagem de boro (T6), apresentava frutos com menor incidência de lesões, praticamente “limpos” (Figura 10), com uma média de 1,3 lesões por fruto (Tabela 3), nível de sintoma quase imperceptível pelos compradores e consumidores.

Por sua vez, a presença de goma entre os frutinhos observada por Aquino et al. (1986), citado por Quaggio e Pizza Jr. (2001) foi também observado no experimento, refletido principalmente com a maior concentração de lesões na testemunha. Essas rachaduras encontradas na casca em maior concentração na testemunha, também foram relatadas por Ramos (2006) que relata a ocorrência de rachaduras entre os frutinhos e a formação de excrescência corticosa e a deformação dos frutos de abacaxi do cultivar Imperial, cultivados sob deficiência de B, corroborando com os resultados desta pesquisa.

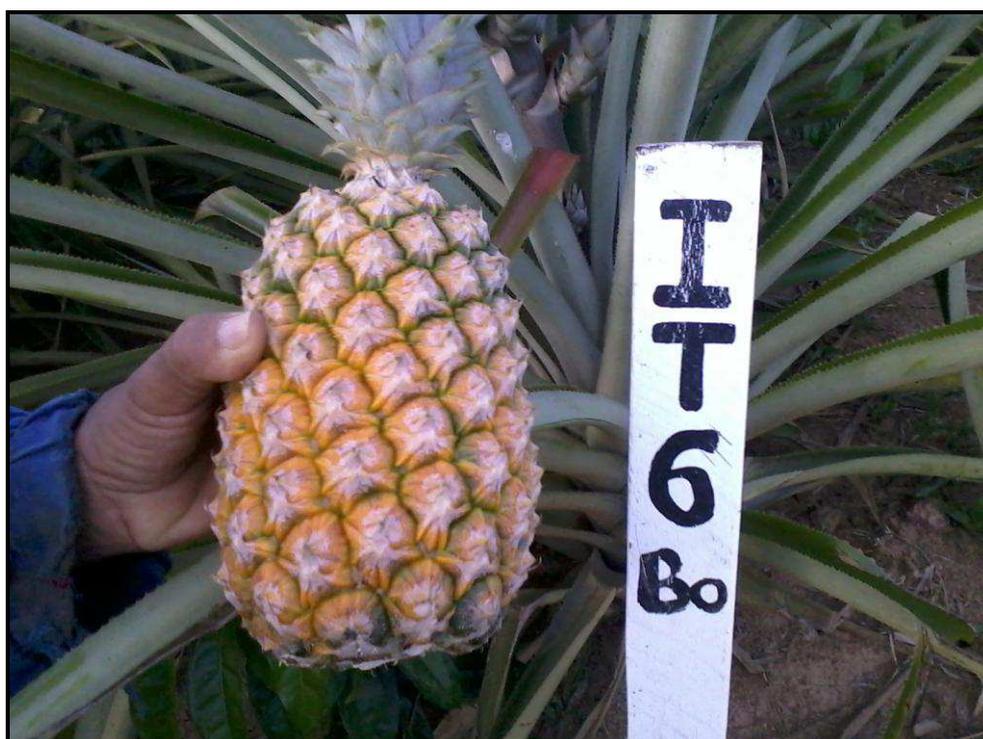


Figura 10. Tratamento T6 (10kg. ha^{-1}), com bom aspecto em relação às lesões.

Destaca-se que todos os tratamentos tiveram seu florescimento induzido aos 13 meses de idade com carbureto de cálcio, e não se sabe até que ponto essa indução artificial poder ter interagido para o surgimento ou agravamento das lesões. Nesse particular, Siebeneichler et al., (2008), conduzindo experimento com deficiência de B em abacaxi “Pérola”, constatou que as plantas que iniciaram a formação de frutos, em função da indução artificial, apresentaram sintomas de deficiência de B mais intensos.

Mesmo que haja uma possibilidade do agravamento do distúrbio com a indução artificial realizada na área experimental, o cultivo comercial através do florescimento natural seria um atraso ao sistema de produção, pela maior desuniformidade dos frutos na colheita e

aumento do ciclo, aumentando o custo de produção, além de promover uma maior exposição às variantes climáticas, pragas e doenças.

Os tratamentos com as maiores doses de boro T6 (10 kg.ha⁻¹) e T5 (8 kg.ha⁻¹) quando comparados com a testemunha apresentaram-se quase que isentos de lesões típicas na superfície do fruto (Figura 11).



Figura 11. Aspecto visual dos frutos nos tratamentos testemunha (T1) e com as maiores doses de boro (T5: 8 kg.ha⁻¹ e T6: 10 kg.ha⁻¹).

Em abacaxizeiro Turiaçu não se observou sintoma visível de lesões típicas na planta, durante a fase vegetativa, somente na fase reprodutiva, o que concorda com Siebeneichler et al., (2002), que avaliando o abacaxizeiro da cultivar Pérola, em casa de vegetação, constataram que os diferentes níveis de boro aplicados não levou a planta-mãe a manifestar sintomas. Entretanto, foi observado que sintomas de deficiência apareceram na planta-soca e surgiram no estágio de reprodução (nos frutos).

A capacidade do boro de atuar como um agente favorável à qualidade do abacaxizeiro Turiaçu, como se deu no estudo, é concordante com os trabalhos de Ganie (2013) que indica que o boro tem aumentado à qualidade de frutos em todo mundo.

O sistema de cultivo dos agricultores tradicionais pode e deve ser mais produtivo e com melhores condições de obtenção de frutos com qualidade superior e adequados ao mercado, desde que sejam preconizadas medidas como a adubação com micronutrientes, a exemplo de outras culturas estudadas que apresentaram ótimos resultados da aplicação de B sobre a qualidade do fruto na colheita e pós-colheita, como em pêra (XUAN et al., 2001) e maçã (WÓJCIK et al., 1999a; WÓJCIK et al., 1999b).

A necessidade de aplicação do boro ao solo no início do cultivo do abacaxizeiro Turiaçu, reduziu um problema que é sentido na ocasião da colheita, visto que tem ocorrido um alto índice de perda por descarte devido a presença de lesões na casca que também diminui a vida de prateleira, sendo que Xuan et al. (2003), aplicando boro na pré-colheita teve um efeito significativo sobre vários parâmetros fisiológicos e sobre a capacidade de armazenamento da pêra.

As lesões não comprometeram a parte interna dos frutos do abacaxi Turiaçu no estudo realizado, mesmo nos tratamentos onde os frutos foram mais afetados e as lesões foram maiores. Entretanto, em cultivos anteriores ao ano de 2011 (BONFIM NETO, 2010), produtores já relataram esse tipo de comprometimento da qualidade, em que as cavidades entre frutinhos alcançaram a polpa, exibindo necrose dos tecidos, conforme visto na Figura 12. Wójcik (2006) relatou em cereja a presença de rachaduras, deformação interna e externa e sintomas de escurecimento em torno da polpa, como sinais da falta de boro.



Figura 12. Fruto do abacaxi Turiaçu maduro com aspecto da lesão grave na casca, alcançando a polpa.

No presente experimento com as diferentes concentrações de boro, sintomas como porte reduzido, deformações, e sinais de bronzeamento nos frutos de macieira com deficit do mesmo elemento descritos por Peryea (1994), não foram encontrados em abacaxi Turiaçu, mas em ambos foram encontradas lesões associadas ao boro.

Nos frutos cujos tratamentos proporcionaram bom padrão de qualidade, não foi observado outra desordem fisiológica no fruto, além das lesões típicas resultante da rachadura entre os frutinhos. Por sua vez, Malézieux e Bartholomew (2003), além das citadas rachaduras, encontraram em frutos de plantas de abacaxi sob deficiência de B, ausência de tricomas e frutos com aparência lisa.

O menor efeito das quantidades mais baixas aplicadas ($2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) pode guardar estreita relação com a absorção dos micronutrientes pelo sistema radicular do abacaxizeiro, em especial do boro, pois em outras culturas como o coqueiro, em plantas deficientes em B, a produção de raízes totais e finas foi reduzida em 29,7 e 48,3 %, respectivamente (PINHO, 2008).

Quagio et al. (2003) avaliando a eficiência da aplicação de B e Zn no solo em pomares cítricos também encontraram resultados pouco expressivos quando utilizaram dose de $2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de B. O ácido bórico aplicado em maior quantidade no T6 ($10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nesta pesquisa e que reduziu significativamente as lesões, também foi aplicado por Queiroga et al. (2010) em melão Harper e verificaram que os efeitos foram ótimos na produção e na qualidade de frutos, não se observando sintomas de deficiência.

A melhoria da qualidade dos frutos pela adição de boro, deve ser acompanhada com o avanço de todo o complexo produtivo, contemplando o processo de comercialização, que deve transpassar maior divulgação do produto e preocupação com a redução do seu valor de mercado. Em que pese sua elevada qualidade natural, na maioria das vezes o abacaxi Turiaçu é comprado por preço irrisório de até R\$ 0,50 centavos por atravessadores e é repassado aos consumidores com um preço muito superior a outras variedades (Figura 13).



Figura 13 . Abacaxi Turiaçu em supermercado da capital com preço elevado em relação à cv. Pérola.

4.1.2 Distribuição de lesões corticosas típicas na superfície do fruto

Observações preliminares realizadas em áreas de produtores e em nível de mercado sugeriam que as lesões LCT se concentravam na metade inferior do fruto, região onde a maturação se completa primeiro. Pela Figura 14, pode-se observar que a maior concentração das lesões abertas em todos os tratamentos ocorreu na parte inferior do fruto e sem sofrer forte influência da dose de boro. Em relação à parte inferior do fruto, o maior valor médio observado (90%) e o menor (58,3%) confirmam que a maior proporção da “desordem” situa-se na parte basal do fruto. Os valores médios de presença de lesões entre os tratamentos na parte superior variaram entre o mínimo de 10 % ao máximo de 41,7%. A média geral das lesões na parte inferior foi de 78,35 % e superior 28,3 %.

As lesões remanescentes não parecem ter sido afetadas significativamente em relação à posição que ocupam, seja na base (inferior) ou no ápice (superior) do fruto do abacaxizeiro Turiaçu.

Sabendo-se que o boro apresenta relação com a divisão e expansão celular, a influência positiva deste no controle do número de lesões não modificou a concentração

destas na superfície do fruto. Para se compreender essa afirmativa pode-se comparar a testemunha que teve mais de 50% da concentração localizada na parte inferior semelhante ao que aconteceu nos demais tratamentos com doses diferenciadas de boro (Figura 14).

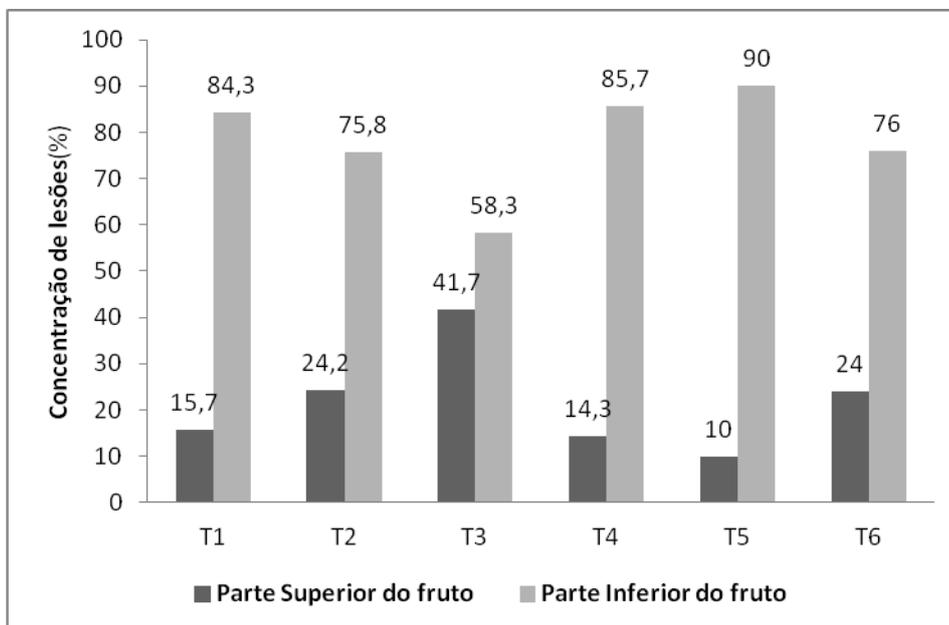


Figura 14. Distribuição de lesões LCT na parte superior e inferior do fruto.

O tratamento T3 ($4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), foi o único no qual ocorreu um equilíbrio entre as concentrações das lesões nas partes superior e inferior do fruto. Os demais tratamentos seguiram um padrão próximo à testemunha.

Essa maior concentração das lesões na parte inferior (Figura 15) provavelmente está relacionada ao modo como o fruto de abacaxi, uma infrutescência (sorose), amadurece, progredindo da parte basal para a apical. Assim, as lesões mais “velhas” possivelmente tiveram um tempo maior para se manifestar, até o período de colheita. O aparecimento dessas aberturas (rachaduras) em plantas deficientes de boro possivelmente se agregam aos diferentes processos metabólicos que ocorrem durante a maturação pois é nesse período que os espaços entre os olhos (frutinhos) se estendem, a coloração da casca sofre mudança, os olhos mudam da forma pontiaguda para achatada, e a casca apresenta-se mais lisa em comparação à fruta menos madura (GONÇALVES E CARVALHO, 2000).



Figura 15. Fruto da área experimental (testemunha), com LCT na base do fruto.

Informações dadas por Chitarra e Chitarra (2005) indicam que o crescimento do fruto se dá em três etapas: divisão celular, desenvolvimento de embrião e expansão celular, diferenciando-se para cada tipo de fruto e embora os frutos apresentem diferenças na sua morfologia e em sua composição, todos são similares em suas atividades fisiológicas e em seu comportamento metabólico.

4.1.3 Lesões corticosas superficiais (LCS)

O número médio total das lesões corticosas superficiais é demonstrado pela Tabela 5 e verificou-se que não houve diferença significativa para esse tipo de lesão entre os tratamentos avaliados, com ou sem boro, onde a maior e a menor média foram 16 lesões/fruto (testemunha) e 12,2 lesões/fruto (T4), respectivamente. As lesões LCS são consideradas leves e se caracterizam por formação de excrescência corticosa superficial entre os frutinhos, mas sem formar cavidade. São mais perceptíveis em frutos verdes pelo contraste de cor e nunca alcançam a polpa do fruto. Essas lesões, a princípio, não causam preocupação aos produtores e consumidores (não reconhecem sua presença), são quase imperceptíveis em frutos maduros, mas sempre estão presentes. Em relação ao número de lesões tipo LCT, as lesões LCS são mais numerosas, sendo de 5 vezes superior quando se compara a testemunha.

Em relação às LCT, a percentagem de redução no número de lesões LCS no tratamento de boro teoricamente mais efetivo (10 kg.ha⁻¹), não foi consistente, sendo essa redução de apenas 17,5 %.

Tabela 5. Número médio de lesões corticosas superficiais na casca do abacaxi var.Turiaçu.

Tratamentos	Média do nº de lesões	Desvio Padrão	Redução (%)*
T1 (Testemunha)	16,0 a	1,34	-
T2 (2kg.ha ⁻¹)	13,7 a	1,71	14,3
T3 (4kg.ha ⁻¹)	12,6 a	2,38	21,2
T4 (6kg.ha ⁻¹)	12,2 a	2,24	23,7
T5 (8kg.ha ⁻¹)	12,7 a	1,40	20,6
T6 (10kg.ha ⁻¹)	13,2 a	2,22	17,5
CV (%)	15,06		

Médias seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

* redução percentual no número de lesões em relação à testemunha (sem boro)

Outra ressalva importante é que provavelmente essas pequenas lesões corticosas devem estar presentes em todos os frutos em formação, sendo uma característica intrínseca da cultivar Turiaçu. Com o avanço no desenvolvimento e maturação dos frutos elas podem evoluir para lesões típicas (graves), especialmente em plantas deficientes de boro. Isso pode ser evidenciado pela maior média do número de lesões na testemunha em relação aos tratamentos que receberam boro. Dessa forma, o nutriente parece exercer papel desencadeador da gravidade da desordem fisiológica quando em deficiência ou em doses sub-ótimas, conforme já indicado na tabela 3.

Em relação à distribuição das lesões LCS nos dois hemisférios do fruto (Figura 16), pode-se observar que a maior concentração das lesões em todos os tratamentos ocorre na metade inferior do fruto, à semelhança do verificado para as lesões LCT. Os valores médios entre os tratamentos na parte superior variaram entre 19,1% (mínimo valor) e 28,9% (maior valor). Em relação à parte inferior do fruto, o maior valor médio observado (80,9%) e o menor (71,1%) indicam que a maior proporção situa-se na parte basal do fruto. A média geral das lesões na parte inferior foi de 75,5 % e superior 24,4 %.

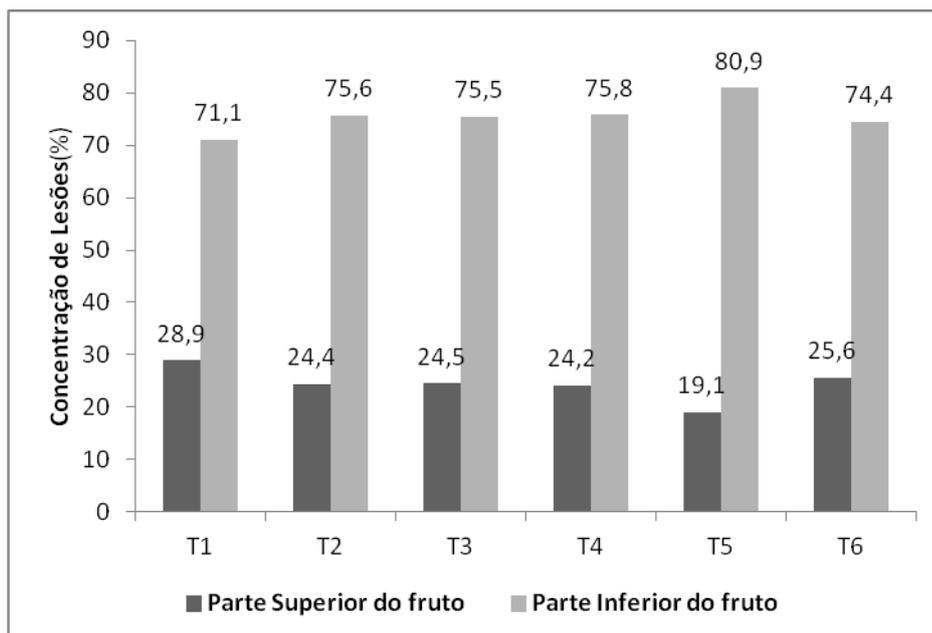


Figura 16. Distribuição de lesões LCS na parte superior e inferior do fruto.

4.2 Biometria e variáveis físico-química de frutos

As características biométricas, as variáveis físico-químicas da polpa e suco, bem como o número de filhotes por planta, não mostraram diferenças significativas em resposta às diferentes dosagens de boro (Tabelas 6, 7, 8 e 9).

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

As diferentes doses de boro não promoveram diferenças significativas para o diâmetro do eixo central (DEC), que apresentou menor média de 2,30 e maior de 2,83 (Tabela 6). O DEC é um parâmetro importante, pois sabe-se que é interessante a produção de frutos com menor diâmetro do eixo central, já que esta característica está diretamente relacionada ao ganho de rendimento de polpa.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Bonfim Neto (2010) que trabalhando com a mesma cultivar, encontrou menor valor de DEC de 2,30. Pedreira et al. (2008) e Souza et al. (2009) trabalhando com a cultivar Pérola, também encontraram valores de DEC próximos aos obtidos neste estudo.

Tabela 6. Dimensões médias dos frutos de abacaxi Turiaçu, sob efeito de diferentes doses do micronutriente boro.

TRATAMENTO	Diâmetro do Fruto (cm)					(cm)
	DEC	ÁPICE	MEIO	BASE	CFCS	CC
T1	2,68 a	9,56 a	7,71a	10,09 a	19,37 a	11,31 a
T2	2,82 a	10,02 a	7,55 a	9,55 a	19,82 a	11,06 a
T3	2,52 a	9,51 a	8,20 a	9,48 a	18,49 a	9,35 a
T4	2,30 a	9,25 a	7,08 a	9,44 a	19,79 a	9,17 a
T5	2,54 a	10,14 a	7,65 a	9,27 a	19,39 a	10,90 a
T6	2,83 a	10,70 a	7,72 ^a	9,91 a	21,43 a	9,45 a
CV(%)	13,8	7,6	7,3	10,4	10,8	26,4

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. DEC: diâmetro do eixo central; Diâmetro do fruto (ápice, meio e base); CFSC: comprimento do fruto sem coroa; e CC: comprimento da coroa.

O comprimento dos frutos sem coroa variou de 18,49 cm a 21,43 cm, sendo bem superior ao comprimento de 13,7-18,6 cm encontrados por Pedreira et al. (2008) com a cultivar Pérola e que estiveram próximo dos valores encontrados por Fagundes et al. (2000), de 13,0 cm a 19,0 cm, e similar ao valor encontrado por Bleinroth (1987), para a mesma cultivar Pérola, que foi de 22,0 cm. O Comprimento de coroa encontrado foi inferior ao encontrado por Almeida (2000), que também trabalhando com a cultivar Turiaçu encontrou comprimento de 23,0 cm.

O tamanho da coroa pode representar uma agregação de valor especial para o fruto e para o sistema de produção, pois confere vantagens em relação às outras cultivares no sentido do consumidor preferir nas mesas e prateleiras frutos de abacaxi com coroa pequena (inferior a 10,0 cm), o que foi obtido pela maior parte dos tratamentos (Tabela 6).

Em relação aos componentes de produção (Tabela 7), verificou-se que as diferentes doses de boro não promoveram diferenças estatísticas significativas. A produtividade dos frutos se situou entre 43 a 49,5 t ha⁻¹, e rendimento médio de polpa do experimento na faixa de (65,2%).

Tabela 7. Médias do peso dos frutos e rendimento por área de abacaxi Turiapu, sob efeito de diferentes doses do micronutriente Boro.

Tratamento	PFc	Pc	Pca	PP	RP	Produtividade t.ha⁻¹
T1	1345,7 a	60,3 a	386,5 a	898,8 a	66,7 a	44,8 a
T2	1340,8 a	58,6 a	419,5 a	862,7 a	64,3 a	44,6
T3	1386,3 a	58,0 a	424,3 a	903,4 a	65,1 a	46,2 a
T4	1420,6 a	67,2 a	426,0 a	927,4 a	65,2 a	47,3 a
T5	1300,2 a	56,2 a	384,2 a	859,7 a	66,1 a	43,3 a
T6	1486,6 a	56,1 a	410,0 a	1020,4 a	68,6 a	49,5 a
C.V %	10,88	10,84	11,09	27,35	8,26	11,1

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. * PFc: peso do fruto com coroa (g); Pc: peso da coroa (g); Pca: peso da casca (g); PP: peso da polpa (g);RP: rendimento de polpa(%).

A tabela adotada no Brasil para a classificação do abacaxi por peso separa-os em seis categorias, partindo dos mais leves aos mais pesados, com peso que podem ser superior a 2,4kg (classe 6). Os frutos analisados neste trabalho podem ser classificados na classe 2 (1.200 g a 1.500 g), conforme as normas de classificação de abacaxi do CQH/Ceagesp (2003). Observa-se que mesmo não havendo significância, numericamente em relação à testemunha o peso dos frutos foi cerca de 100g maior pelo tratamento T6 e T4, e também observa-se um acréscimo no peso de polpa de cerca de 140g para o T6.

Em termos de exportação, o peso do fruto deve apresentar entre 700 g e 2.300 g. Frutos muito pequenos (massa menor que 700 g) e muito grandes (maior que 2.300 g) são eliminados (GONÇALVES e CARVALHO 2000).

É importante enfatizar que a adubação de cobertura, principalmente a realizada aos 2 meses após o plantio, pode ter sido afetada negativamente pela elevada precipitação, que ainda ocorria em tal época de aplicação. Esse questionamento pode ter concorrido para que os frutos não apresentassem um maior ganho de peso, pois o nitrogênio e o potássio estão intimamente relacionados a um bom desenvolvimento vegetativo e qualidade de frutos, como descrito por Malézieux e Bartholomew (2003).

Para a característica sólidos solúveis, acidez titulável e pH, não houve efeito significativo dos tratamentos estudados (Tabela 8). O abacaxazeiro Turiaçu tem destaque nas comparações feitas com outros cultivares, o que é concordante com Teixeira (2012), que ao comparar o abacaxi Turiaçu com a variedade Pérola em relação às características físico-químicas observou que o abacaxi Turiaçu se destacou em relação aos sólidos solúveis, apresentando uma maior porcentagem de açúcares.

Tabela 8. Propriedades físico-químicas do fruto de abacaxi Turiaçu, sob efeito de diferentes doses do micronutriente Boro.

TRATAMENTO	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT	pH
T1	16,11 a	0,38 a	42,3 a	3,7 a
T2	15,73 a	0,36 a	43,6 a	3,8 a
T3	15,50 a	0,34 a	45,5 a	3,7 a
T4	15,74 a	0,32 a	49,1a	3,8 a
T5	16,38 a	0,31 a	52,8 a	3,9 a
T6	16,44 a	0,33 a	49,8 a	3,8 a
C.V %	11,8 9,7	8,3	9,7	8,83

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. * SST (sólidos solúveis totais); ATT (acidez total titulável); SST/ATT (relação entre SST e ATT) e pH.

Os valores encontrados de sólidos solúveis na presente pesquisa estão dentro da faixa considerada adequada para consumo in natura e industrial que é de 14 a 16 °Brix e é ideal para garantir a aceitabilidade perante os consumidores, principalmente para aqueles mais exigentes.

Não houve diferenças para o pH entre os tratamentos, e os valores estiveram na faixa de 3,7 a 3,9, muito parecido ao encontrado por Brito et al. (2008), que em ensaios de caracterização físico-química, envolvendo as cultivares IAC Gomo de Mel, Smooth Cayenne e Pérola, encontraram valores de pH da polpa de 3,8, 3,8 e 3,9, respectivamente, sendo que o valor médio geral encontrado no experimento para a característica de pH foi 3,7.

Não houve efeito significativo entre os tratamentos estudados com relação a acidez total titulável (ATT). A ATT média esteve entre 0,31 e 0,38%. Porém, pode-se destacar o tratamento T5 com a menor acidez média do experimento no valor de 31%.

Os valores de acidez encontrados na presente pesquisa, estão abaixo dos valores de acidez total titulável (ATT) observados por Teixeira et, al. (2012), que foram de 0,84 para a cultivar Pérola e 0,88 para a cultivar Turiaçu, sendo que acidez do abacaxi é devida, principalmente, aos ácidos cítricos e málico, que contribuem, com 87 % e 13 % da acidez total.

A relação sólidos solúveis/acidez foi avaliada e sua importância deve-se ao fato de que os ácidos orgânicos que geram acidez e os carboidratos que garantem o sabor adocicado, competem pelos mesmos receptores localizados nos poros gustativos da língua (VIANA et al.,2012).

Assim, para o mercado consumidor que é quem dita como o produto deverá atendê-lo, quanto menor o valor da relação mais ácido se sentirá o sabor enquanto que para maiores valores mais doce se mostrará o produto, e é este fato que torna o abacaxi cv. Turiaçu conhecido como o “mais doce”, uma vez que sua relação SST/ATT é elevada, como relatado por Viana et al.(2012). Os valores da relação SST/ATT encontrados se mostraram altos, compatíveis com a doçura já conhecida do fruto, que pode ser encontrado em feiras e supermercados, cujo período de safra se estende agosto a novembro.

As doses de boro não promoveram diferenças estatísticas no número médio de filhotes por planta (Tabela 9), com pequena variação, entre 9 e 10 mudas por planta. A importância que os filhotes têm no cultivo tradicional de abacaxi na Serra dos Paz é notória, e garante um novo ciclo de cultivo e a possibilidade da expansão para novas áreas.

Tabela 9. Número médio de filhotes por planta de abacaxi Turiaçu, sob efeito de diferentes doses de boro.

Tratamentos	Número de filhotes
T1(Testemunha)	9,8 a
T2(2kg. ha ⁻¹)	9,5 a
T3(4kg. ha ⁻¹)	10,3 a
T4(6kg. ha ⁻¹)	9,2 a
T5(8kg. ha ⁻¹)	9,3 a
T6(10kg. ha ⁻¹)	9,7 a
CV(%)	10,11

Médias seguidas de mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.3 Teores foliares de macronutrientes

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar as concentrações de macronutrientes na matéria seca (g.kg^{-1}), não sendo encontrada diferenças significativas em entre os tratamentos para nenhum dos macronutrientes analisados (Tabela 10), evidenciando que a adubação com boro não afetou a absorção e concentração dos outros nutrientes pelas plantas.

As concentrações de N obtidas nesse trabalho, de 10,71 e 10,99 g.kg^{-1} (tratamentos com maiores valores) na folha inteira, estão abaixo das citadas por Malavolta et al. (1997), que definem valores entre 20 e 22 g.kg^{-1} como adequado para o abacaxizeiro. Entretanto os valores encontrados para o abacaxizeiro var. Turiaçu estão mais próximos aos encontrados em trabalhos mais recentes de Ramos (2006) que foram de 13,3 a 14,8 g.kg^{-1} para a variedade Imperial.

Tabela 10. Concentração de macronutrientes na folha D inteira do abacaxizeiro Turiaçu.

Nutriente	Tratamentos						CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Nitrogênio	9,36 a	9,87 a	10,71 a	10,99 a	9,56 a	10,32 a	8,00
Fósforo	0,89 a	0,94 a	0,89 a	0,95 a	0,85 a	0,90 a	6,69
Potássio	4,85 a	4,80 a	4,84 a	5,11 a	4,82 a	4,94 a	6,67
Cálcio	0,84 a	0,82 a	0,86 a	0,81 a	0,84 a	0,83 a	4,10
Magnésio	3,41 a	3,90 a	3,62 a	3,10 a	3,07 a	3,22 a	19,8

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Siebeneichler (2002) trabalhando com ‘Pérola’, encontrou uma concentração de N foliar de 16,3 g kg^{-1} , na folha inteira, acima do nível da ‘Imperial’ e da variedade Turiaçu.

Não foi observado, em campo, deficiência visual que possa ser associado ao nitrogênio, mesmo que os teores foliares encontrados estejam abaixo do encontrado por demais autores. Para a variedade Turiaçu, nas condições de clima e solo onde se implantou o experimento, os teores observados de N na Tabela 10 se mostraram adequados para o desenvolvimento vegetativo da planta, sendo que em condições de deficiência a inibição do

crescimento ocorre pela participação do nitrogênio na constituição de muitos componentes das células vegetais como os aminoácidos e os ácidos nucleicos (TAIZ E ZEIGER, 2004).

As concentrações foliares de P, encontrada estão sensivelmente abaixo do valor de $2,09 \text{ g.kg}^{-1}$ encontrado por Siebeneichler (2002) na folha inteira e do valor encontrado por Malavolta et al. (1997). Siebeneichler (2002) usou areia de rio como substrato para o crescimento das plantas da cv. Pérola em casa de vegetação e o abacaxizeiro Turiaçu foi cultivado em campo não sendo observado sintoma da deficiência desse elemento nas folhas ou frutos. Essa concentração de fósforo foliar pode estar diretamente relacionada à adubação fosfatada que foi realizada na época do plantio (dose única, sem parcelamento). Em áreas de produtores, especialmente num segundo cultivo na mesma área e sem adubação, tem-se observado sintomatologia da carência de fósforo, caracterizado pela coloração avermelhada da folha e estreitamento do limbo, com agravamento no período da estiagem.

As concentrações de K encontradas nos diferentes tratamentos, estiveram abaixo das encontradas por Siebeneichler (2002) que encontrou valor de $20,4 \text{ g.kg}^{-1}$, em análise de folha inteira. Uma possível explicação para os baixos teores foliares encontrados principalmente de nitrogênio e potássio, remete ao fato que a adubação parcelada pode ter sofrido o efeito da elevada pluviosidade com lixiviação dos nutrientes (na primeira aplicação) e baixa eficiência de absorção e metabolismo devido o deficit hídrico (na segunda e terceira aplicação), conforme pode ser verificado na Figura 3 (item 3.1).

Todavia o abacaxizeiro cultivar Turiaçu parece apresentar uma boa eficiência de utilização de nutrientes, manifestando adaptação e rusticidade, na medida que demonstrou boa produção e qualidade de frutos, utilizando quantidades de nutrientes abaixo da faixa ideal indicada para outras variedades.

Spironello et al. (2004) aponta que o potássio assume papel importante na qualidade dos frutos (sólidos solúveis totais e acidez total titulável), sendo que os resultados obtidos com boas respostas quanto a esses parâmetros nos dão um possível indicativo da não ocorrência de deficiência nutricional deste elemento. O teor de potássio no solo segundo a análise se situou na faixa de $0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ sendo considerado baixo.

A busca por uma resposta desses baixos teores também pode ser dada por Ramos (2006) que observou na fase de floração e desenvolvimento dos frutos do abacaxi Imperial

(nove e doze meses após o plantio) uma maior exigência de K, 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. Os exemplos de competições envolvendo K e outros nutrientes como o Ca e Mg são citados também por Marschner (1995).

Em relação às concentrações de cálcio nas folhas da variedade Turiaçu, estas estiveram abaixo das concentrações de Ca de 3-4 g.kg⁻¹ citadas por Malavolta et al, (1997) estando ainda abaixo dos valores encontrados por Siebeneichler (2002) de 3,92 g.kg⁻¹.

Um questionamento na direção da eficiência de utilização de macronutrientes pela cultivar em questão, para se indagar a baixa concentração do cálcio na matéria seca, seria uma possível 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 (MALÉZIEUX e BARTHOLOMEW, 2003), é essencial para a formação da planta e de um bom sistema radicular (PAULA et al., 1998).

As concentrações de Mg obtidas na faixa de 3,7 a 3,90 em g.kg⁻¹ estiveram acima dos encontrados por Siebeneichler (2002) que foram de 2,42 g.kg⁻¹ e próximas aos encontrados por Malavolta et. al.(1997) de 4-5 g kg⁻¹, como adequados. O teor de magnésio no solo segundo a análise se situou na faixa de 3,09 cmol_c dm⁻³ sendo considerado satisfatório.

São bem conhecidas as competições envolvendo K, Ca e Mg, assim como as deficiências de Mg induzidas por altas aplicações de K e Ca (MARSCHNER,1995). A concentração de magnésio encontrada acima da faixa ideal de alguns autores, possivelmente pode ter relação com as menores concentrações de K e Ca. Observa-se pela análise de solo da área experimental que o magnésio apresentou-se com altos teores no solo, segundo Tomé Jr (1997).

De acordo com os resultados obtidos a ordem decrescente de concentração dos macronutrientes no tecido foliar do abacaxizeiro Turiaçu foram a seguinte: N, K, Mg, P e Ca (Figura 17). Esses resultados são diferentes dos encontrados por outros trabalhos como os de Souza (1999) e Malavolta (1982), que encontraram a seguinte ordem: K, N, Ca, Mg e P.

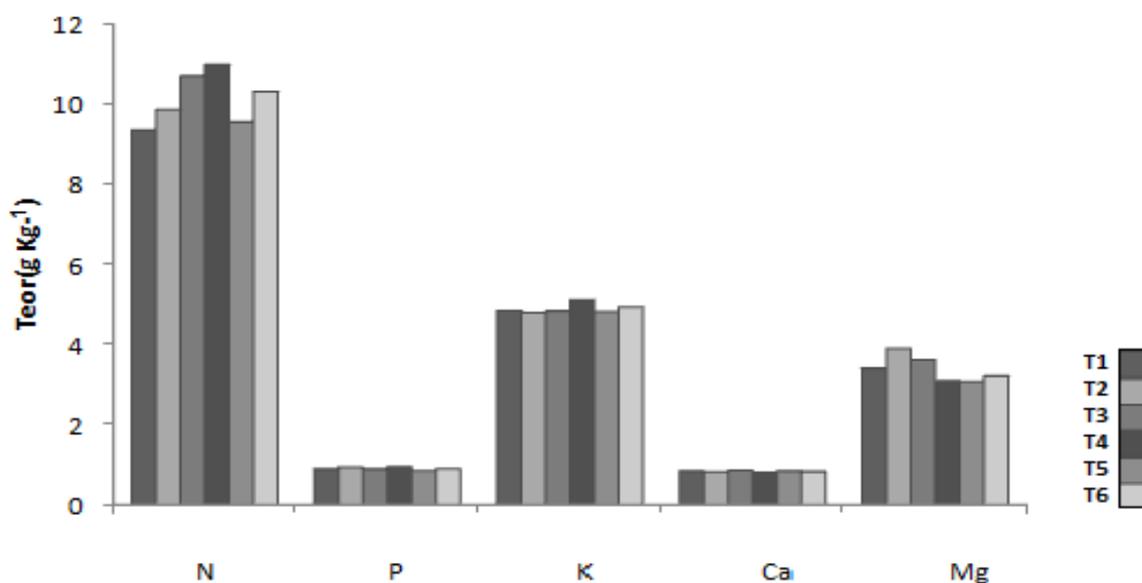


Figura 17. Quantidades de macronutrientes foliar extraídos pelo abacaxizeiro Turiáu.

4.4 Teores foliares de micronutrientes

O levantamento do teor dos micronutrientes (Tabela 11) podem nos fornecer bases para questionar se baixos valores destes poderiam juntamente com o boro favorecer um quadro de deficiência, contribuindo para a presença das lesões. Entretanto a associação destes ao aparecimento do problema, pode ser minimizado, visto que eles estiveram dentro e acima de uma faixa ideal.

Tabela 11. Concentração de micronutrientes, pela amostragem da folha D.

Micronutriente	Tratamentos						CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
	(mg.Kg ⁻¹)						
B– Boro	10.1 b	10.2b	14.5ab	16.3ab	19.4ab	20.4 a	27.4
Mn - Manganês	352.2 a	367.9a	443.3a	425.6a	442.6 a	405.7 a	15.9
Fe – Ferro	23.5 a	24.9a	21.5a	22.0a	22.1a	23.6a	11.8
Zn – Zinco	14.4 a	12.4 a	14.2 a	14.0a	14.1 a	14.3 a	18.2

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O Mn variou na faixa de 352 a 442 em mg kg⁻¹ estando acima dos valores encontrados por Malavolta et al., (1997) que variou de 50-200 mg.kg⁻¹ e Siebeneichler (2002)

que foram de $47,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ na folha inteira. Em relação às concentrações de Zn encontradas na faixa de 14 mg.kg^{-1} , estas estiveram dentro das concentrações de Zn encontrados por Siebeneichler (2002) de $14,3 \text{ mg kg}^{-1}$ e Malavolta et al., (1997) que variou de 10-155.

Pode-se observar as concentrações do micronutriente B na matéria seca (mg.kg^{-1}), onde observou-se um acréscimo dos teores foliares com o aumento das quantidades de boro aplicado em fundação (Figura 18).

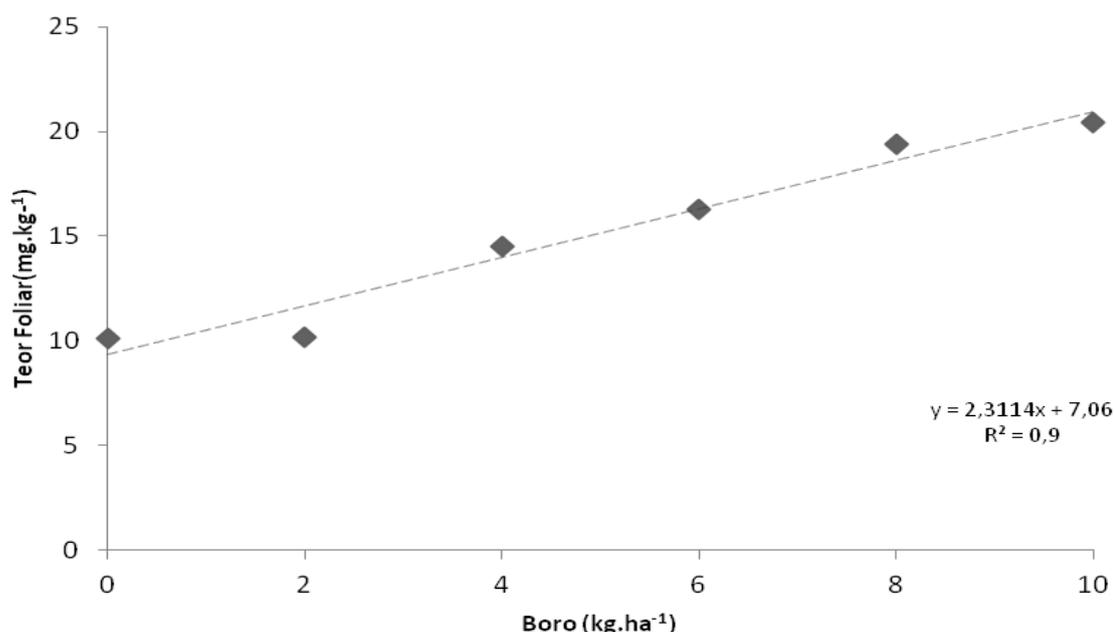


Figura 18. Gráfico de regressão da concentração foliar de boro e as doses crescentes desse nutriente no solo.

O tratamento T6 (10 Kg.ha^{-1}) apresentou maior concentração de B no tecido foliar do abacaxizeiro Turiaçu diferindo estatisticamente do tratamento T2 e da testemunha, mas não dos demais.

A concentração do tratamento com a maior dose de boro (T6) obtida nesse trabalho de $20,4 \text{ mg kg}^{-1}$ na folha inteira, esteve mais próxima dos valores citados como ideais por Siebeneichler et al., (2002) do que os demais tratamentos.

A redução de lesões abertas principalmente pelo tratamento T6, pode ser associada aqui com o seu teor foliar de boro encontrado, dentro de uma faixa relativamente ideal, tornando-o de certa forma capaz de atuar como um agente favorável à qualidade do abacaxizeiro Turiaçu, concordando com Ganie (2013) que indica que o boro tem aumentado a qualidade de frutos em todo mundo.

Em todos os tratamentos analisados, os teores de B na folha inteira estão abaixo da faixa considerada adequada por Malavolta et al. (1997), que é de 30-40 mg kg⁻¹.

Alguns autores como Manica (1999) indicaram o uso da parte aclorofilada da folha 'D' para a determinação do teor de B. Resultados contrastantes com esses autores foram obtidos por Siebeneichler et al., (2008) que indica que a parte aclorofilada não seria a mais indicada para amostragem, pois o teor de B nessa parte da folha não variou em função da adubação bórica .

Parte dessas divergências de resultados e de como melhor se avaliar o B em relação a parte da folha coletada se deve ao fato de que estudos mais recentes da última década, apontarem na direção de uma mobilidade desse elemento. Essa mobilidade poderia ser possível por este elemento se ligar a compostos que apresentam a configuração cis-diol, como itóis (álcoois de açúcar) e dulcitol (DORDAS et al., 2001). O B nas diferentes partes e terços das folhas se moveria ligado a esses itóis, sendo encontrado em proporções distintas no tecido foliar.

À medida que aumenta o conhecimento disponível sobre a nutrição mineral das frutíferas, mais se constata a grande importância do boro na nutrição dessas espécies e também sobre a necessidade de um maior levantamento de dados sobre este.

As plantas dos tratamentos que apresentaram teores de B abaixo dos considerados adequados com exceção do T6 que se mostrou mais próximo de Siebeneichler et al., (2002) não apresentaram nenhum sintoma visual de deficiência durante a fase de crescimento vegetativo. Entretanto em relação ao desenvolvimento reprodutivo, os tratamentos que não estiveram dentro da faixa de 16 a 20 mg kg⁻¹ (Figura 15) não expuseram um controle de lesões associadas a esse elemento de maneira significativa e apresentaram maior agravamento (ver Tabela 3).

A demanda nutricional do abacaxizeiro é alta em relação à de outras culturas e segundo Silva et al., (2009) depende da cultivar dentre outros fatores, onde as aplicações de boro no experimento provocaram uma remissão no número de lesões, mas não seu completo desaparecimento. Assim, a concentração desse micronutriente nas folhas da variedade Turiaçu tidas como ideais tomando como base outras variedades pode ser questionada, mas tem seu grau de interesse já que não existem tabelas específicas para a variedade em questão.

O menor limite inferior encontrado na literatura é de 20 mg.kg⁻¹, valor questionável, sendo que já foram encontradas concentrações bem menores sem nenhum sintoma visual de deficiência em abacaxi var. Pérola (TEIXEIRA et al.,2002), não sendo compartilhado esse resultado com o presente estudo que encontrou a presença de lesões na fase reprodutiva quando os teores estiveram abaixo desse valor.

Teores de B de apenas 7 a 8 mg.kg⁻¹ encontrados em plantas de abacaxi var. Smooth Cayenne, sem sintomas visuais de deficiência desse elemento (TEIXEIRA et al., 2002), também são discordantes dos resultados encontrados e só tendem a aumentar os questionamentos sobre a faixa considerada adequada para as diferentes variedades de abacaxizeiro incluindo a variedade Turiaçu.

A ordem decrescente de concentração de micronutrientes encontrada (Figura 19) foi: Mn, Fe, Zn e B e estão de acordo com a ordem encontrada por Souza (1999).

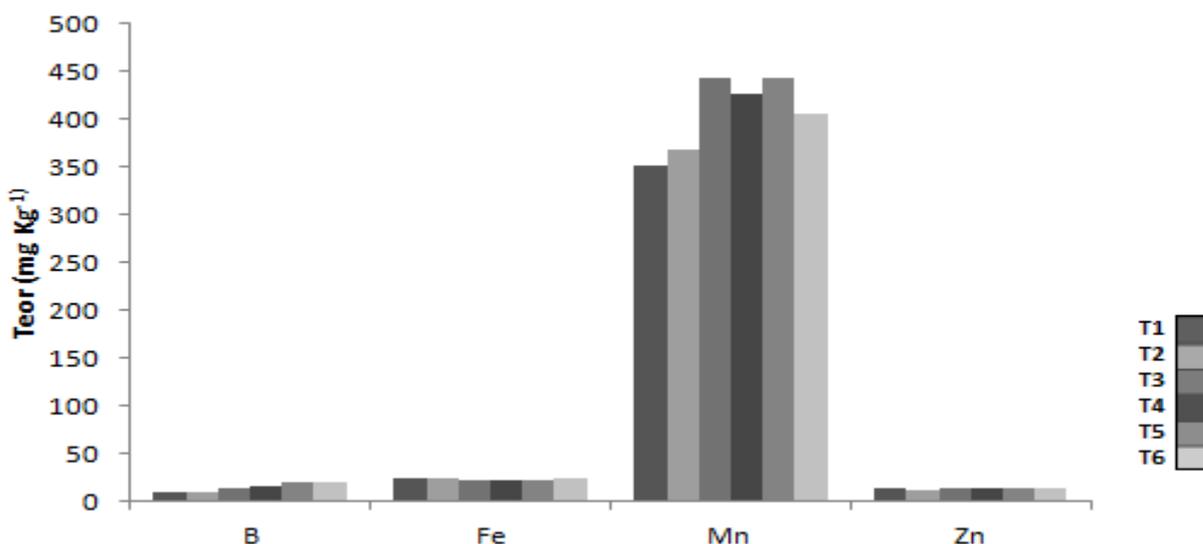


Figura 19. Teores de micronutrientes extraídos pelo abacaxizeiro Turiaçu

4.5 Incidências de lesões corticosas em área de produtores e relação com a fertilidade do solo e estado nutricional das plantas.

O número médio de lesões típicas na casca do abacaxizeiro Turiaçu observado é bem superior aos encontrados na área experimental, com variações entre 4 a 12,8 lesões/frutos (Tabela 12). Pode-se destacar a área de produtor (I), como a que apresentou maior incidência de lesões na base do fruto, sendo que a área (III) foi a que menor incidência apresentou.

Tabela 12. Número médio de lesões corticosas típicas na casca do abacaxi Turiaçu, de parcelas de áreas de produtores.

ÁREA	Textura do solo	Idade da vegetação (anos)	Número de lesões (LCT)
I	Franco Arenoso	6 anos	12,8
II	Franco	35 anos	7,2
III	Franco argiloso	30 anos	4,2
IV	-	30 anos	11,9

Nessas áreas de produtores familiares em que paralelamente se avaliou a incidência de lesões corticosas típicas (graves) e onde ocorre ausência de adubação com macro e micronutrientes, observou-se uma maior frequência de frutos nas classes 5 e 6, com >3 lesões e >10 lesões, respectivamente (Tabela 13).

Em comparação à Tabela de frequência da área experimental (Tabela 4), as áreas de produtores tiveram um comportamento mais similar com a testemunha do que com os tratamentos com fertilização com boro (Tabela 11), no sentido que apresentaram a maior porcentagem de lesões acima da classe 5. Entretanto, a não aplicação não somente de boro, mas de macronutrientes como N, P e K parece favorecer o maior agravamento do problema, sendo que duas áreas (50% do total) tiveram cerca de 60 a 67% de seus frutos apresentando mais que 10 lesões no fruto (classe 6) e as demais áreas (II e III) valores maiores que a testemunha experimental na classe 5 (mais que 3 lesões).

Tabela 13. Frequência percentual de frutos por classe de lesão (%) em áreas de produtores

Área	Nº de frutos	Classes 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
		0 lesão	1 lesão	2 lesões	3 lesões	> 3 lesões	> 10 lesões
I	30	-	3,0	3,5	3,5	23	67
II	30	-	3,0	3,0	3,5	60,5	30
III	30	3,5	-	3,5	6,5	70	16,5
IV	30	-	-	3,5	3,5	33	60

I: Sebastião da Silva ; II: Lázaro Paz; III: José Paz; IV: Josemar Oliveira

Considerando os dados da testemunha da área experimental (Tabela 4) e das áreas de produtores (Tabela 13), e acumulando-se para uma nova classe de “3 ou mais lesões” por fruto, verificou-se pouca ou nenhuma diferença entre as cinco áreas de cultivo (4 de produtores e uma de pesquisa) em relação à elevada frequência de lesões LCT (Figura 21). Em contraste, o tratamento mais efetivo de aplicação de boro ($10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), apresentou somente 5,0 % dos frutos com 3 ou mais lesões, confirmando a essencialidade do boro na superação do distúrbio fisiológico.

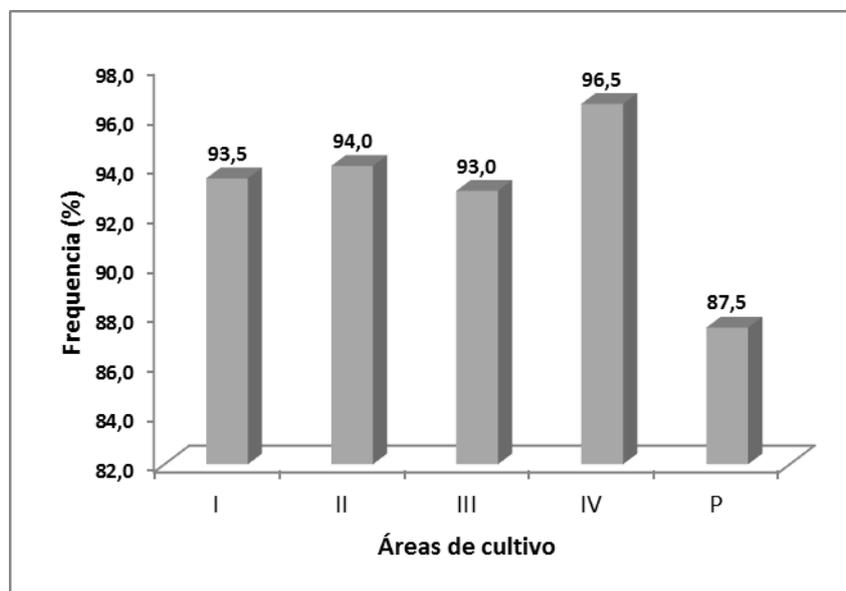


Figura 20. Frequência de LCT em áreas de produtores (I, II, III e IV) e da área de pesquisa (P), para a classe de “3 ou mais lesões” por fruto.

A referida avaliação nas áreas dos produtores, confirma que o problema da elevada incidência das lesões nos frutos, é um fenômeno generalizado na região, na medida em que a frequência de frutos com 3 ou mais lesões foi superior a 90 % nas quatro áreas

amostradas (Figura 20), o que reforça a necessidade de intervenção no sistema produtivo por parte de pesquisadores e do serviço de Assistência Técnica. Na testemunha sem boro na área de pesquisa (P), o nível de incidência de lesões foi relativamente inferior (87,5%), sendo que a principal diferença foi a fertilização com macronutrientes nessa área. Por outro lado, o sistema itinerante baseado em corte e queima da biomassa, mesmo com vegetação com idade superior a 30 anos (forte aporte de cinzas), não parece responder adequadamente a uma produção de frutos de qualidade elevada, além do agravamento dos problemas ambientais decorrentes dessas práticas.

O espaçamento definido, melhor controle local, tratos culturais adequados e a presença de adubação com macronutrientes, parece ter tido efeito na menor presença das lesões pela testemunha em relação à área dos agricultores devido a uma melhoria na nutrição e melhores condições de desenvolvimento da cultura.

O plantio no sistema tradicional de produção utilizado pelos produtores da Serra dos Paz apresenta baixa produtividade e alto índice de perdas durante a colheita. Segundo Bonfim (2010) o descarte de frutos durante a colheita é evidente, sendo que 54 % e 20,5% dos agricultores descartam até 10 e 30% de frutos, respectivamente, sendo que o descarte de frutos pode chegar a mais de 50 % da produção para 2,5 % dos agricultores.

Observou-se que nestas áreas a presença de lesões estão dentre as principais causas de descarte dos frutos juntamente com estádios avançados de maturação (fruto colhido muito amarelo) e frutos fora de tamanho e peso adequados para a comercialização.

Estratégias que minimizem as perdas e aumentem a produtividade como a adubação de fundação, incluindo boro e outros micronutrientes, e de cobertura, devem permear a busca por frutos com qualidade excepcional, sendo que o apoio do Estado pode ser fundamental para que essa agricultura possa preencher uma série de requisitos como boa qualidade dos seus produtos, dentro de um ambiente favorável para o desenvolvimento rural sustentável, sendo que Damasceno Júnior (2009) já relata esse ambiente para a agricultura familiar, o que inclui os produtores do abacaxi Turiaçu.

No Estado do Maranhão a rica diversidade de fruteiras existentes (ARAUJO et al., 2006), e a exploração já consolidada da variedade Turiaçu por agricultores familiares pode conferir um potencial de aproveitamento comercial grandioso, desde que sejam sanadas os

problemas como as lesões na casca e ampliação do período de colheita, contribuindo para geração de renda, como acontece com outras fruteiras no cenário nacional, gerando uma demanda de frutas tanto para o mercado interno quanto para o externo (PEREIRA, 2006).

A disponibilidade de B para as plantas varia com a textura do solo. Em solos arenosos, essa disponibilidade é muito baixa devido à baixa capacidade de adsorção desses solos, à lixiviação do B e ao pH ácido do solo (DANTAS, 1991). Os solos das áreas dos produtores, mesmo sendo próximas a área experimental, apresentaram diferenças quanto aos aspectos químico e textural.

Tabela 14. Resultados da análise química de solo de parcelas de áreas de produtores tradicionais.

ÁREA	Ca	Mg	K	Na	SB	H+AL	CTC	Al	V	pH	P	B	M.O
cmol _c dm ⁻³							(%	H ₂ O	..mgdm ⁻³ ..	g/kg		
I	31,1	28,4	0,7	0,3	61	47,2	108,2	2,0	56,3	5,22	0,5	0,25	29,8
II	24,1	14,6	0,5	0,3	39,5	38,1	77,6	2,0	50,9	5,18	0,5	0,28	17,6
III	76,0	28,8	1,3	0,5	106,9	50,5	157,4	0,2	67,3	5,13	0,6	0,32	36,2

O solo da área I, que apresentou maior frequência de lesões na classe (>10) e maior quadro de agravamento do problema entre os produtores, é um solo Franco-arenoso, com 468 g.kg⁻¹ de areia, 283 g.kg⁻¹ de silte e 247 g.kg⁻¹ de argila, sendo que esse menor teor de argila, quando comparado com a área experimental e as demais pode favorecer a maior perda de cátions por lixiviação, o que inclui a perda de boro, sendo que esse elemento, segundo Fontes (2001), se encontra muito baixo no solo (0,25 mg dm⁻¹), (Tabela 14).

Segundo Soares et al., (2005) o boro é um elemento extremamente móvel no solo e pode ser facilmente lixiviado, sendo que fitotoxicidade por boro pode ocorrer por práticas inadequadas de fertilização, de irrigação e de aplicação de outros insumos agrícolas.

O Solo da área II, é um solo franco, com 471 g.kg⁻¹ de areia, 302 g.kg⁻¹ de silte e 225 g.kg⁻¹ de argila, sendo que o teor de boro esteve muito baixo no solo (0,28mg dm⁻¹). A análise de solo da área III, que apresentou menor frequência para a classe (>10), identificou um solo franco argiloso com 430,8 g.kg⁻¹ de areia, 180,1 g.kg⁻¹ de silte e 389,1 g.kg⁻¹ de argila, sendo que o boro no solo foi um pouco maior que as outras duas áreas (0,32 mg dm⁻¹). Esse maior teor de argila e uma quantidade maior de B no solo, quando comparado com as

outras áreas pode ter favorecido um desempenho mais similar com a testemunha da área de estudo e reduzido um maior agravamento pelas lesões.

Tabela 15. Concentração foliar de macronutrientes em área de produtores

Macronutriente g Kg ⁻¹	Folha D do abacaxizeiro Turiaçu		
	TRATAMENTO		
	A1	A2	A3
Nitrogênio	8,2	8,6	9,2
Fósforo	0,4	0,3	0,8
Potássio	4,4	4,1	4,5
Cálcio	0,9	0,9	1,0
Magnésio	3,0	3,1	3,0

Siebeneichler (2002) trabalhando com ‘Pérola’ encontrou uma concentração de N foliar de 16,3 g kg⁻¹, na folha inteira, acima do nível da variedade Turiaçu cultivada pelos agricultores (Tabela 15).

As concentrações foliares de P encontrado estão abaixo do valor de 2,09 g kg⁻¹ encontrado por Siebeneichler (2002). As concentrações de K encontradas estiveram abaixo das encontradas por Siebeneichler (2002) que encontrou valor de 20,4 g.kg⁻¹.

Em relação às concentrações de cálcio nas três áreas, estas estiveram abaixo dos valores encontrados por Siebeneichler (2002) de 3,92 g kg⁻¹ e Malavolta et al., (1997) que variou de 3-4. As concentrações de Mg obtidas na faixa de 3,0 g kg⁻¹ estão acima dos encontrados por Siebeneichler (2002) que foram de 2,47 na folha inteira.

Tabela 16. Concentração foliar de micronutrientes em área de produtores

Micronutriente (mg Kg ⁻¹)	Tratamentos		
	A1	A2	A3
Manganês	428,3	306,7	466,2
Zinco	17,6	20,1	20,8
Ferro	25,7	42	31,6
Boro	0,3	8,9	10,7

Os teores de B na folha também estão abaixo da faixa considerada adequada por Malavolta et al. (1997), que é de 30-40 mg kg⁻¹.

Em relação ao Fe este nas três áreas avaliadas esteve abaixo dos valores adequados, entretanto esteve maior do que na área experimental. O Mn esteve acima dos encontrados por Siebeneichler (2002) que foram de 47,7 na folha inteira.

Em relação às concentrações de Zn encontrados na matéria seca do abacaxizeiro, estas foram maiores que as concentrações de Zn encontrados por Siebeneichler (2002) de 14,3 mg kg⁻¹

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lesões localizadas na casca do fruto do abacaxizeiro var. Turiaçu, sofreram influencia da aplicação do micronutriente boro no solo, por ocasião do plantio.

A aplicação do boro no início do cultivo do abacaxizeiro Turiaçu, parece ser vital para reduzir um problema que é verificado somente na época da colheita (lesões visíveis), visto que há um alto índice de perda de produção por descarte devido a presença de lesões na casca.

O micronutriente boro tem relação com o controle das referidas lesões, mas nas condições experimentais ainda não o suficiente para sua superação ou remissão total, sendo que uma adequada adubação de fundação e cobertura, condições de manejo e correta época de plantio podem somar para o desaparecimento do problema. Além disso, outras formas de aplicações de boro e outros micronutrientes, a exemplo da via foliar, podem somar no conjunto de estratégias para se controlar o distúrbio fisiológico, carecendo de pesquisas nessa direção.

Sob o ponto de vista agroecológico, o sistema itinerante baseado em corte e queima da biomassa é predominante na região, e mesmo dispondo de vegetação com idade superior a 30 anos (que propicia forte aporte de cinzas para fertilização), o referido sistema não parece responder adequadamente a uma produção de frutos de qualidade elevada, além do agravamento dos problemas ambientais decorrentes dessas práticas.

É necessário que novas pesquisas continuem a investigar a relação nutricional para ganho de produtividade e qualidade do abacaxi Turiaçu, principalmente com estudos que enfoquem diferentes formas, doses e épocas de aplicação de macro e micronutrientes.

5 CONCLUSÕES

As doses de boro aplicadas em fundação, nos níveis de 6, 8 e 10 kg.ha⁻¹, promovem redução significativa do número de lesões corticosas típicas (graves) em relação à testemunha, com sensível melhoria da aparência do fruto. O tratamento mais efetivo (10 kg.ha⁻¹), promoveu redução de 60 % no número de lesões, confirmando a forte associação do distúrbio com a deficiência de boro.

As lesões corticosas típicas se concentram na metade inferior do fruto, região onde a maturação se completa primeiro, e sem sofrer forte influência das doses de boro. A média geral das lesões na parte inferior foi de 78,35 % e superior 28,3 %.

As lesões corticosas superficiais estão presentes em todos os frutos em formação, sendo uma característica intrínseca da cultivar Turiaçu e o elevado número destas lesões ocorreu indiferente às doses de boro aplicadas. As lesões superficiais são mais perceptíveis em frutos verdes e nunca alcançam a polpa do fruto. Com o avanço no desenvolvimento e maturação dos frutos essas lesões podem evoluir para lesões típicas (graves), especialmente em plantas deficientes de boro.

As características biométricas, as variáveis físico-químicas da polpa e suco, bem como o número de filhotes por planta, não mostraram diferenças significativas em resposta às diferentes dosagens de boro.

A concentração foliar de macronutrientes não foram significativamente afetadas pelos tratamentos de fertilização com boro, sendo que nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio apresentaram-se com teores abaixo do nível adequado e magnésio como adequado.

A concentração foliar do micronutriente B foi significativamente influenciada pelas doses crescentes de boro no solo. No tratamento mais efetivo para controle das lesões corticosas (10 kg.ha⁻¹), o teor de boro ficou no nível adequado para a cultura.

A prospecção do distúrbio nas áreas de produtores, confirma que o problema da elevada incidência das lesões nos frutos é um fenômeno generalizado na região, na medida em que a frequência de frutos com 3 ou mais lesões foi superior a 90 % nas áreas amostradas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J.R.A., ARAUJO, J.R.G. **Avaliação de espaçamentos no sistema de plantio em fileira simples e duplas para a cultura de abacaxi Turiaçu**. Relatório Final de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq – UEMA). São Luís, MA: UEMA, 37p, 2009.
- ALMEIDA, D. B. **Caracterização biométricas e físico-química do abacaxi Turiaçu**. São Luís: Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão, 49p, 2000.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Editora Agropecuária, 592 p, 2002.
- ANDRADE, S.A.; METRI, J.C.; BARROS NETO, B. de et al. **Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.23, n.2, p.276-281, 2003.
- 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, 2ª Ed. p. 257-312, 2006.
- ARAUJO, J. R. G.; SILVA, U. O.; FIGUEIREDO, B. T.; CHAVES, A. M. S.; GUISCHEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N. dos; COSTA, O. L. F.. **Perfil tecnológico e socioeconômico de agricultores tradicionais de abacaxi Turiaçu no Maranhão**. In: Anais do XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Vitória, ES, v. 1, 2008.
- 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.
- BARTHOLOMEW, D. P.; KADZIMIN, S. B. Pineapple. In: ALVIM, P. de T.; KOSLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, p. 113-156, 1977.
- BARTHOLOMEW, D.P., E. MALÉZIEUX, G.M. SANEWSKI, and E. SINCLAIR. **Inflorescence and fruit development and yield**. In: D.P. Bartholomew, R.E. Paull, and K.G. Rohrbach (ed.) **The pineapple: botany, production and uses**. p. 167-202. CABI Publishing, New York, 2003.
- BENGOZI, J. F.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M. e PALLAMIN, M.L. **Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP – São Paulo**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 540-545, 2007.
- BERGMANN, W. **Farbatlas: ernährungsstörungen bei kulturpflanzen**. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 306p, 1986.

BEZERRA, J.E.I.; MAAZE, V.C.; SANTOS, V.F., LEDERMAN, L.E. **Efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção e qualidade do abacaxi, cv. Smooth Cayenne.** Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 3: 1-5,1981.

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

BONFIM NETO, A. L. **Caracterização do sistema tradicional “tacuruba” de produção de abacaxi turiacu: perfil dos agricultores familiares e perspectivas de inovação tecnológica.** São Luís: Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2009.

BOTREL, N., SIQUEIRA, D.L. de, NETO, J.C.P., PAULA, M.B. de. **Efeito de diferentes níveis e modos de aplicação de fósforo na cultura do abacaxizeiro.** *Pesq. agropec. Bras.*, Brasília, 26 (6): 907-912,1991.

BRADY, N. C. and WEIL, R. R., **Micronutrients and other trace elements.** In *The Nature and Properties of Soils*, Pearson Education, 13th edn, pp. 654–684, 2007.

BROWN, P.H. and HU, H. **Boron uptake by sunflower, squash and cultured tobacco cells.** *Physiologia Plantarum*, v.91,p.435-441, 1994.

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

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

BRITO, C. A. K. de; SIQUEIRA, P. B.; PIO,T. F.; BOLINI, H. M. A. e SATO, H. H. **Caracterização físico-química, enzimática e aceitação sensorial de três cultivares de abacaxi.** *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 02, n. 02: p. 01-14, 2008.

BHUGALOO, R.A., LALOUETTE, J.A.; BACHRAZ, D.Y., SUKERDEEP, N. **Effect of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety Queen Victoria.** *Proceedings of the Third Annual Meeting of Agricultural Scientists*, Reduit, Mauritius, 75-80,1999.

CABRAL, J.R.S., MATOS, A.P.de. **Abacaxi 'Imperial' - variedade resistente à fusariose.** Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura (folder), 2003.

CABRAL, J.R.S et al. Efeito da autofecundação em cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.184-185, 2003.

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

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

CARVALHO, M. J. A. **A inserção da fruticultura na região de Balsas como alternativa sócio-econômica à monocultura da soja**. São Luís, 43p. Monografia (graduação Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2002b.

CARVALHO, S.P.DE;PEREIRA. J. M.; BORGES, M.S.; MARIN,J.O.B. **Panorama da Produção de Abacaxi no Brasil e Comportamento Sazonal dos Preços do Abacaxi “pérola” Comercializados na CEASA-GO**. Porto Alegre, 26 a 30 de julho de 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009.

CARVALHO, M.J. da S., OLIVEIRA, Z.P.de. **Níveis de adubação para a cultura do abacaxizeiro em alguns solos do Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 14 (3): 7-11, 1992.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2o ed. Rev. e ampl. Lavras: UFLA, 785p, 2005.

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

CIPRIANO, R. **Frutas, hortaliças e mandioca também contribuíram para a revolução da agricultura tropical** (19/07/2006). Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/folder.2006/foldernoticia.2006-07-03.1126368809/noticia.2006-07-19.2645402208/mostra_noticia>. Acessado em Fevereiro de 2012.

CUNHA, G. A. P. da. **Aspectos agroclimáticos**. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S., SOUZA, L.F. da S. (Org.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 53-66, 1999.

CUNHA, C. A. P.; REINHARDT, D. H. R. C. **Densidades de plantio para cultura do abacaxi**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2 p. (Comunicado Técnico Nº 29), 2004^a.

CUNHA, C. A. P.; REINHARDT, D. H. R. C. **Controle da época de produção do abacaxizeiro**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF. 2 p. (Comunicado Técnico Nº 30), 2004b.

CUNHA, G.A.P da; REINHARDT, D.H. **Consortiação de culturas com o abacaxizeiro: Instalação da Cultura – Consortiação e Tratos Culturais – Controle de mato 2007**, Artigo em hipertexto Disponível em: <http://www.info_infobibos.com/Artigos/2007-4/consorcio/index.htm>. Acesso em 28/10/2012.

DAMASCENO JÚNIOR, J. B. **Impacto dos mercados institucionais na agricultura familiar no município de Zé Doca, Maranhão.** São Luís: Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, 62p, 2009.

DANTAS, J.P. Boro. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P., eds. **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba, POTAFOS, CNPq, p.113-130, 1991.

DAS, B.C., SEN, .S.K., SADHU, M.K. **Flowering behavior and yield of pineapple as influenced by different plant densities and nutrition.** *Environment and Ecology*, 18 (2): 334-337, 2000.

DEKOV, I., VELICHKNOV, D. **Ultrastructural and functional changes in the chloroplasts of maize plants various levels of potassium nutrition and water stress.** *Plant Physiol.* 18(1):3-9, 1992.

DEL, B., HUANG, L. **Physiological response of plants to low boron.** *Plants and Soil*, 193:103-120, 1997.

DORDAS, C.; SAH, R.; BROWN, P.H.; ZENG, Q.; HU, H. **Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C.P. da; RAIJ, B van; ABREU, C.A. de. **Micronutrientes e elementos**

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro. CNPS/EMBRAPA/MAA, 212p, 1997. Tóxicos na agricultura. Jaboticabal: Legis Summa, p. 43-70, 2001.

EPRON, D. *et al.* **Soil carbon balance in a clonal Eucalyptus plantation in Congo: effects of logging on carbon inputs and soil CO₂ efflux.** *Global Change Biology*, v.12, p. 1021-1031, 2006.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. **Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.321- 328, 2006a.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L.; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R.B. **Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.3, p.415-420, 2006b.

FAGUNDES, G. R. *et al.* **Características físicas e químicas do abacaxi 'Pérola' comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília-DF.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 22-25, 2000.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. **Cropsdatabase.2010** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Online. Acesso em: 14 fev. 2012.

FAO. FAOSTAT (2008) **Agricultural statistics database**. Home: World Agricultural Information Center. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 10/10/2010.

FAO - Food and Agriculture organization of United Nations. FAOSTAT Countries by commodity Pineapples, 2008 Quantity, disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acesso em: 4 de abril. De 2012.

FLEISCHER, A., O'NEILL, M.A. and EHWALD, R. **The pore size of non-graminaceous plant cell walls is rapidly decreased by borate ester crosslinking of the pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II**. *Plant Physiology*, v.121, p.829-838, 1999.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional pelo método visual**. In: **Fontes, P.C.R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Editora UFV, cap. 8, p.63-86, 2001.

FONTES, R.L.F.; ABREU, C.A.de; ABREU, M.F.de **Disponibilidade e avaliação de elementos aniônicos**. In: FERREIRA, M.A.; CRUZ, M.C.P. da; VAN RAIJ, B.ABREU, C.A.de. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/ POTAFOS, p.: 187-212, 2001.

FONTES, P. C. R. **Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas de alface e depressão amarga dos frutos em maçã: deficiência de Ca?** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 145, 2003.

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.

GOLDBACH, H.E. **A critical review on current hypotheses concerning the role of boron in higher plants: Suggestions for further research and methodological requirements**. *Journal Trace Microprobe Technology*, v.15, p.51-91., 1997.

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

HARTZ, H.K., MIYAO, G., MULLEN, R.J. **Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato**. *J. Am.Soc. Hort. Sci.*, 124 (2):194- 204, 1999.

HAUSER, S.; HENROT, J. ; HAUSER, A. **Maize yields in mulched and burned *Mucuna pruriens* var. *utilis* and *Pueraria phaseoloides* relay fallow systems in Southern Cameroon**. *Biological agriculture & horticulture*, Oxon, v.20, n.2, p.243-256, 2002.

IAC. (2005) Abacaxi. **Boletim 200 do IAC-SP**. Disponível em: <http://www.ruralnet.com.br/frutiferas/abacaxi.asp>. Acessado em: 19/11/2009.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2013a. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?z=t&o=26&i=P>>. Acesso em: 3 de janeiro de 2013.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2013b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u2=17&u3=1&u4=17&u1=17>>. Acesso em: 3 de janeiro de 2013.

IBGE. **População e censo Demográfico**. 2010a. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8&uf=00>>. Acesso em: 6 de setembro de 2012.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2010b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>>. Acesso em: 3 de outubro de 2012.

INMET. **Tempo, Clima, Aplicações e Agrometeorologia** -2011 Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=aplicacoes/variaveisMeteorologicas=3>>. Acesso em 4 de julho de 2011.

ISHII, T.; MATSUNAGA, T. and HAYASHI, N. **Formation of rhamnogalacturonan II-borato dimer in pectin determines cell wall thickness of pumpkin tissue**. Plant Physiology, v.126, p.1698-1705. 2001.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 498 p,1965.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publishing, 213 p, 1991.

KOBAYASHI, M.; OHNO, K. and MATOH, T. **Boron nutrition of cultured tobacco BY-2 cells. II. Characterization of the boron-polysaccharide complex**. Plant Cell Physiology, v.38, p.676-683, 1997.

LEAL, F. **Pineapple – Ananas comosus (Bromeliaceae)**. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. Nova York: Longman Singapore, p.19-22, , 1995.

LIMA, et al. **Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.26, n.1, p.107-109, 2004.

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

LUCHI, V.L. **Efeito de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio sobre algumas características da planta e qualidade do fruto do abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L.) Merr., variedade Smooth Cayenne**. Tese (mestrado em Fitotecnia)-Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 61p, 1978.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro**. Anais do Simpósio Brasileiro de Abacaxizeiro, 1, Jaboticabal: FCAV, p.21-153. 1982.

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

MALAVOLTA, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. **Avaliação do estado nutricional as plantas: princípios e aplicações**. 2ª.ed. Piracicaba: POTAFOS, .319p, 1997.

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.

MANICA, I. Fruticultura tropical: 5. **Abacaxi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 501 p, 1999.

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

MATOH, T. **Boron in plant cell walls**. In: DELL, B.; BROWN, P.H. and BELL, R.W. eds. Boron in Soils and Plants. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 59-70, 1997.

MATOH, T.; KAWAGUCHI, S. and KOBAYASHI, M. **Ubiquity of a rhamnogalacturonan II complex in the cell walls of higher plants**. Plant Cell Physiology, v.37, p.636-640, 1996.

MATOH, T.; ISHIGAKE, K.; OHNO, K. and AZUMA, J. **Isolation and characterization of a boron-polysaccharide complex from radish roots**. Plant Cell Physiology, v.34, p.639-642, 1993.

MORAES, L.A.C.; MORAES, V.H. de F. and MOREIRA, A **Relação entre a flexibilidade do caule de seringueira e a carência de boro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.1431-1436. 2002.

NASCENTE, A.S. et al. **Cultivo do abacaxi em Rondônia**. Porto Velho, 2005. Disponível em: <[http:// sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/autores.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/autores.htm)>. Online. Acesso em: 23 de julho. 2012.

OCEPAR – Organização das Cooperativas do Estado do Paraná. **Cooperativas agropecuárias**. Disponível em <<http://www.ocepar.org.br/ocepar/>>. Acesso em maio, 2011.

OWUSU-BENNOAH, E., AHENKORAH, Y. **Effect of different levels of N: K₂O ratios on the yeld and quality in the Forest-savana ecotone of Ghana**. *Acta Horticulturae*. Leuven, Belgium: International Society for Horticulturae Science, (425): 393-402, 1997.

PAULA, M.B. de, CARVALHO, J.G. de, NOGUEIRA, F.D., SILVA, C.P. de R. **Exigências nutricionais do abacaxizeiro**. Informe agropecuário, 11 (130): 27-31, 1985.

PAULA, M.B. de, CARVALHO, V.D. de, SOUZA, L.F. da S. **Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro**. Pesq. agropec. Bras., Brasília,.26 (.9): 1337-1343, 1991.

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

PAULA, M.B. de , HOLANDA, F.S.R., MESQUITA, H.A., CARVALHO, V.D. de . **Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção**. Pesq. agropec. Bras., Brasília, 34 (.7):1217-1222, 1999.

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

PEREIRA, A. L. **Qualidade e potencial de utilização de bacuris oriundos da região meio-norte**. 122f. 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <http://www.ppgcta.ufc.br/larissaaguilar.pdf> Acesso em: 5/04/2012.

PERICA, S.; BROWN, P.H.; CONNELL, J.H.; NYOMORA, A.M.S.; DORDAS, C. and HU, H. **Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive**. HortScience, v.36, p.714-716, 2001b.

PERYEA, F. J., **Boron nutrition in deciduous tree fruits**. In Tree Fruit Nutrition (eds Peterson, A. B. and Stevens, R. G.), Good Fruit Grower, Yakima, Washington, pp. 95–99, 1994.

PICCHIONI, G.A.; WEINBAUM,S.A.; BROWN, P.H. **Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune and sweet cherry leaves**. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, Alexandria, v.120, n.11, p. 28-35, 1995.

PINHO, Leandro Glaydson da Rocha et al. **Distribuição de nutrientes e sintomas visuais de deficiência de boro em raízes de coqueiro-anão verde**. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2008, vol.32, n.6, pp. 2581-2590. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600035>

POWER, P.P. and WOODS, W.G. **The chemistry of boron and its speciation in plants**. In: DELL, B.; BROWN, P.H. and BELL, R.W. eds. Boron in Soils and Plants. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 1-13, 1997.

PY, C., LACOEUILHE, J.J., TEISSON, C. **L'ananas: sa culture, ses produits**. Paris: Maisonneuve, 563p, 1984.

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

QUAGGIO, J.A., PIZZA, J.R., C. de T. **Fruteiras tropicais**. In: Ferreira, M.E, Cruz, M.C., Raij, B.van; Abreu, C.A. de (eds.) **Micronutrientes e elementos óxicos na agricultura**. Jaboticabal: Legis Summa Ltda. p.:43-70, 2001.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JUNIOR, A. **Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Pêra**. Pesq. agropec. Bras., Brasília, v.38, n.5, p. 627-634, 2003.

QUEIROGA, et.al. **Efeito de doses de ácido bórico na produção e qualidade de frutos de melão Harper**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, VOL. 5, Nº 5, 2010.

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.

RAMOS, M.J.M. et al. **Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 3, p. 692-699, set. 2010.

RAGOZO, C.R.A.; LEONEL, S.; CROCCI, A.J. **Adubação verde em pomar cítrico**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, p.69-72, 2006.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

RAZZAQUE, A.H.M., HANAFI, M.M. **Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat**. Cirad/EDP Sciences. *Fruits*, 56 (1): 45-49, 2001.

REINHARDT, D. H. R.; SOUZA, L. F. da S.; CUNHA, G. A. P. **Exigências edafoclimáticas**. In: REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL, J. R. S. (Ed.) **Abacaxi produção**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência Tecnológica. p. 9. (Frutas do Brasil, 7), 2000.

RODRIGUES, A.E.C., PETZOLD, R.B. **Efeito da adubação NPK e de calcário dolomítico sobre a produção de frutos do abacaxizeiro cv. Pérola**. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 9, Campinas: SBF, p. 41-46, 1987.

SHELP, B.J. **Boron mobility and nutrition in broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*)**. Annals of Botany, London, v.61, p.83-91, 1988.

SHELP, B.J., PENNER, R., ZHU, Z. **Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) cultivar response to boron deficiency**. Canadian Journal of Plant Science, p.883-888, 1992.

SHELP, B.J. **Physiology and biochemistry of boron in plants**. In: **Boron and its role in crop production**. U.C. Gupta (ed) CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 53-85, 1993.

SPIRONELLO, A., QUAGGIO, J.A., TEIXEIRA, L.A.J., FURLANI, R., SIGRIST, J.M.M. **Pineapple yield and fruit quality effect by NPK fertilization**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal- SP, 26 (1):155-159, 2004.

SIEBENEICHLER, S. C; MONNERAT, P. H. e SILVA, J. A. da. **Deficiência de boro na cultura do abacaxi “Pérola”**. Acta Amazonica. Manaus - AM: v. 38(4), 651-656, 2008.

SIEBENEICHLER, S. C; MONNERAT, P. H; CARVALHO, A.J. C; SILVA, J. A. da. **Boro em abacaxizeiro ‘pérola’ no norte fluminense –teores, distribuição e aracterísticas do fruto**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p.787-793, Setembro 2008.

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.

SILVA, S.; TASSARA, H. Abacaxi. In: SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel. p.25-27, 2001.

SILVA, A. P. *et al.* **Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi –FERTCALC-ABACAXI**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, p. 1269-1280, 2009.

SILVA, S. S; ARAÚJO NETO S. E.de; FREITAS, H. J. de; FERREIRA, R. L. F. **Economical profitability of the Organic Multiple Crop of the Corn and Pineapple**. Revista Brasileira de Agroecologia, vol. 4. n.2. .nov.2009.

SILVA, Johnny Santos da. **“Agricultura familiar e cooperativismo no Maranhão”**. In: Revista IDEAS – **Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**. Rio de Janeiro – RJ, v. 6, n.1, p. 50-84, 2012.

SIMÃO, S. O abacaxizeiro. In: SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, p.249-288, 1998.

SOARES, M, R; ALLEONI, L, R, F; CASAGRANDE, J, C. **Parâmetros termodinâmicos da reação de adsorção de boro em solos tropicais altamente intemperizados**. Quím. Nova [online]. 2005, vol.28, n.6, pp. 1014-1022. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000600016>.

SOUZA, L.F. da S. **Exigências edáficas e nutricionais**. In: Cunha, G.A.P. da, Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. (orgs.). O abacaxizeiro, Cultivo, agroindústria e economia. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de Tecnologia, p.67-82, 1999a.

SOUZA, L.F. da S. **Correção da acidez e adubação**. In: Cunha, G.A.P. da; Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. (orgs.). O abacaxizeiro, Cultivo, agroindústria e economia. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de Tecnologia, p.169-202, 1999b.

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

STANGOULIS JCR, REID RJ, BROWN PH, GRAHAM RD.**Kinetic analysis of boron transport in Chara**. Planta 213: 142–146, 2001b.

SUGARA Icohols. Disponível em: <www.gnc.com/health_notes/Food_Guide/Sugar_Alcohols.Htm>. Acesso em: 12 abril 2002.

TAY, T.H. **Effects of N and K on the growth, mean fruit weight and fruit quality of pineapple.** *Mardi Res. Bull.* 3 (1):1-14,1975.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Nutrição Mineral.** In: Taiz, L., Zeiger, E. (eds.) Trad. Santarém, R.E. et al. *Fisiologia Vegetal.* 3a ed. Porto Alegre: Artmed, p. 95- 113, 2004.

TEIXEIRA, L.A.J.; SPIRONELLO, A.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M.. **Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro.** *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal,* v.24, n.1, p. 219-224, 2002.

TEIXEIRA, A. Z; SILVA,N; CANTERI,N.H. **Estudo comparativo das características físico-químicas do abacaxi de Turiaçu e do. Abacaxi Pérola.**In: Anais; CONAITEC, CONGRESSO AGROPECUÁRIO, INDUSTRIAL E TECNOLÓGICO DO PARANÁ, Paraná, PR, vol 1, 2012.

TOMÉ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo.** Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 247p, 1997.

WANDERLEY, N. **Raízes históricas do campesinato brasileiro.** In: TEDESCO (Org) *Agricultura familiar: realidade e perspectivas.* Passo Fundo- RS: UFP, 405 p, 2001.

WÓJCIK, P.; CIESLINSKI, G.; MIKA, A. **Apple yield and fruit quality as influenced by boron applications.** *Journal of Plant Nutrition, New York,* v.22, n.9, p. 1365-1377, 1999a.

WÓJCIK, P.; MIKA, A.; CIESLINSKI, G. **Effect of boron fertilization on the storage ability of apples (*Malus domestica* Borth.).** *Acta Horticulturae, The Haghe,* v.485, p.393-98, 1999b.

WÓJCIK, P. and WOJCIK, M., **Effect of boron fertilization on sweet cherry tree yield and fruit quality.** *J. Plant Nutri.,* , 29, 1755–1766, 2006.

XUAN, H.; STREIF, J.;PFEFFER, H.; DANNEL, F.; RÖMHELD,V.; BANGERTH, F. **Effect of pre-harvest boron application on the incidence of CA-storage related disorders in “Conference” pears.** *Journal of Horticultural Sciencie & Biotechnology, Kent,* v.76, n.2, p. 133-137, 2001.

XUAN, H., STREIF, J., SAQUET, A. A. and BANGERTH, F., **Boron application affects respiration and energy status of ‘conference’ pears during CA-storage.** *Acta Hortic,* 2003, 628, 167–174, 2003

VELOSO, C.A.C., OEIRAS, A.H.L., CARVALHO, E.J.M., SOUZA, F.R.S. de. **Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste Paraense.** *Revista Brasileira de Fruticultura,* 23 (2):396-402, 2001.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. de; Costa, H. **‘Vitória’: new pineapple cultivar resistant to fusariosis.** *Acta Horticulturae,* n. 822, 51-56, 2009.

VIANA, M, M; AGUIAR,J.R.A ; ARAUJO, J.R.G. ; CHAVES ,A, M, S; SILVA, A, G, P:
Efeitos da indução floral nas características físico-químicas de abacaxi cv. Turiacu, XXII
Congresso Brasileiro de Fruticultura-Bento Gonçalves-22 a 26 de outubro-2012.

ZENEBON,O., PASCUET, N.S. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos** –
Instituto Adolfo Lutz. Brasília: MS, 2005.