

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

HERNANDES DE OLIVEIRA FEITOSA

**CRESCIMENTO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO CV.
VITÓRIA SOB DOSES CRESCENTES DE MICRONUTRIENTES EM DOIS TIPOS
DE COBERTURAS DO SOLO**

FORTALEZA
2010

Hernandes de Oliveira Feitosa

**CRESCIMENTO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO CV.
VITÓRIA SOB DOSES CRESCENTES DE MICRONUTRIENTES EM DOIS
TIPOS DE COBERTURAS DO SOLO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr Claudivan Feitosa de Lacerda.

FORTALEZA

2010

F336c

Feitosa, Hernandes de Oliveira

Crescimento e extração de nutrientes pelo abacaxizeiro cv. Vitória sob doses crescentes de micronutrientes em dois tipos coberturas de solo / Hernandes de Oliveira Feitosa, 2010.

108f. ;il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2010.

1. Abacaxi 2. Plantas nutrição 3. Análise foliar I. Lacerda, Claudivan Feitosa de (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola III. Título

CDD 630

HERNANDES DE OLIVEIRA FEITOSA

**CRESCIMENTO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO CV.
VITÓRIA SOB DOSES CRESCENTES DE MICRONUTRIENTES EM DOIS
TIPOS COBERTURAS DO SOLO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: 22 de Fevereiro de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dra. Albanise Barbosa Marinho (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

A minha família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por mais uma graça concedida

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade. Em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola.

Ao professor Claudivan Feitosa de Lacerda, pela amizade, atenção, confiança, orientação e oportunidade desenvolvimento na realização deste trabalho.

Ao professores Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, Dra. Albanise Barbosa Marinho e Dr. Raimundo Nonato Távora Costa pela atenção, sugestões prestadas no decorrer do deste trabalho.

Aos professores Adunias dos Santos Teixeira, Francisco Marcus Bezerra, Luis de França Camboim Neto, (UFC/DENA) e ao professor Raimundo Nonato de Assis Junior (UFC/Departamento de Ciências do Solo), pela disponibilidade e sugestões dadas.

Aos produtores Antonio Dimas e Luis Carlos pela disponibilidade de suas dependências e apoio para a conclusão desta pesquisa. Também aos seus funcionários pelo apoio de campo prestado.

Ao Técnico José Jesus pela assistência técnica e auxílio durante o período experimental.

Aos orientados do professor Claudivan, os alunos Aiala Amorim, Antonia Leila, Francisco Leandro, Francisco Luciano, Ricardo, Gabriel, Jardelson e Flávio Batista pelo apoio durante a execução deste trabalho.

A todos os colegas do curso pela amizade, convivência e auxílio.

A minha namorada Sebastiana Bezerra dos Santos pelo apoio e compreensão.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pelo apoio.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro durante o curso.

Ao Banco do Nordeste pelo financiamento do projeto.

Ao laboratório Biolab Tecnologia Vegetal Ltda pela concessão das mudas do abacaxizeiro vitória.

A todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho, meu muito obrigado.

RESUMO

FEITOSA, Hernandes de Oliveira, Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2010. **Crescimento e extração de nutrientes pelo abacaxizeiro cv. Vitória sob doses crescentes de micronutrientes em dois tipos coberturas do solo.** Orientador: Claudivan Feitosa de Lacerda. Conselheiros: Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, Albanise Barbosa Marinho, Raimundo Nonato Távora.

A adubação foliar nos últimos anos vem se tornando bastante expressiva, devido ao suprimento de micronutrientes, principalmente, em culturas de alto valor econômico como o abacaxizeiro. Avaliou-se o desempenho vegetativo e a absorção de micronutrientes pelo abacaxizeiro Vitória, sob doses crescentes de micronutrientes aplicados via solo e adubação foliar cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba e plástico nas condições climáticas do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, CE. Foram conduzidos em campo dois experimentos, um em solo coberto com plástico preto e outro com bagana, tomado por um delineamento em blocos casualizados em parcelas subdividida, com quatro níveis de adubação com FTE-12, quatro níveis de adubação foliar, e quatro épocas com cinco repetições. O abacaxizeiro Vitória foi cultivado em fileiras duplas no espaçamento de 0,9 m x 0,4m x 0,3 m. Os tratamentos utilizados nas parcelas foram: 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de FTE-12 e nas subparcelas foram: T1(Sem adubação), T2 (9 adubações foliares usando um total de 540,75 g ha⁻¹ de Fe, 394,17 g ha⁻¹ de Mn, 182,7 g ha⁻¹ de Zn, 150,57 g ha⁻¹ de Cu e 100,8 g ha⁻¹ de B); T3 (9 adubações foliares usando um total de 1081,5 g ha⁻¹ de Fe, 788,34 g ha⁻¹ de Mn, 365,4 g de Zn, 301,14 g de Cu e 201,6 g de B) e T4 (9 adubações foliares usando um total de 2163,0 g ha⁻¹ de Fe, 1182,51 g ha⁻¹ de Mn, 548,1 g ha⁻¹ de Zn, 451,71 g ha⁻¹ de Cu e 302,4 g ha⁻¹ de B) da solução nutritiva, tomando como padrão a solução nutritiva de Murashige e Skoog modificada (1962), nas épocas de 0, 90, 180 e 270 dias após plantio (DAP). Em ambos os experimentos foram avaliados altura da planta, área foliar, massa seca da planta, peso seco da raiz, relação raiz /parte aérea, taxas de crescimento absoluto, relativa e de assimilação líquida e os teores de Fe, Zn, Mn, e B nas folhas. Os resultados demonstraram que as doses de micronutrientes influenciaram de forma positiva o desempenho vegetativo das plantas ao longo do tempo, sendo que a maior dose de adubação tanto com FTE-12 quanto com adubação foliar apresentou melhor desenvolvimento aos 270 DAP, porém, não chegando ao ponto de máximo. As doses máximas permitiram maiores valores para altura da planta, área foliar, massa seca da planta, peso seco da raiz, taxas de crescimento absoluto, relativa e de assimilação líquida e os teores de Fe, Zn, Mn, e B nas folhas, porém, não chegando a um ponto de máximo, indicando que a cultura responde a doses maiores dos nutrientes.

Palavras-chave: *Ananas comosus*, bagana de carnaúba, cobertura plástica, micronutrientes.

ABSTRACT

FEITOSA, Hernandes de Oliveira, Universidade Federal do Ceará. (2010).

Growth and nutrient absorption by the 'Vitória' pineapple cultivar under escalating micronutrient levels under two types of soil covers. Adviser: Claudivan Feitosa de Lacerda. Committee members: Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, Albanise Barbosa Marinho, Raimundo Nonato Távora.

Foliar fertilizing has become very significant, in recent years, due to the necessity of supplying crops with micronutrients, especially crops of high economic value such as pineapple. We evaluated the vegetative performance and micronutrient absorption by the Victoria (cv) pineapple, under escalating levels of nutrients applied through foliar fertilizing and soil fertilizing and cultivated in soil covered either with waxless carnauba chaff or plastic in the climatic conditions in the Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, state of Ceará, Brazil . We conducted two field experiments, one in soil covered with black plastic and the other in soil covered with carnauba chaff, arranged in a randomized block design in split-split plot with four levels of fertilization with FTE-12, four levels of foliar fertilization and four time intervals with five replications. The Vitória (cv) pineapple was grown in double rows spaced 0.9 m x 0.4 m x 0.3 m. The treatments applied in the plots were 0, 60, 120 and 180 kg of FTE-12 per hectare, and the treatments applied in the subplots were: T1 (no fertilization), T2 (9 foliar fertilizations using a total of 540,75 g ha⁻¹ of Fe, 394,17 g ha⁻¹ of Mn, 182,7 g ha⁻¹ of Zn, 150,57 g ha⁻¹ of Cu e 100,8 g ha⁻¹ of B), T3 (9 foliar fertilizations using a total of 1081,5 g ha⁻¹ of Fe, 788,34 g ha⁻¹ of Mn, 365,4 g of Zn, 301,14 g of Cu e 201,6 g of B) and T4 (9 foliar fertilizations using a total of 2163,0 g ha⁻¹ of Fe, 1182,51 g ha⁻¹ of Mn, 548,1 g ha⁻¹ of Zn, 451,71 g ha⁻¹ of Cu e 302,4 g ha⁻¹ of B) in the nutrient solution, taking as standard the modified Murashige and Skoog nutrient solution (1962), applied right after planting (0 days) and then 90 days, 180 days and 270 days after planting (DAP). Plant height, leaf area, plant dry matter, root dry weight, root/shoot ratio, absolute growth rate, relative growth rate, liquid assimilation rate and the leaf concentrations of Fe, Zn, Mn , and B were all evaluated in both experiments. The results showed that the applications of micronutrients did influence positively the vegetative of the plants over time, so that the highest dose of fertilizer either with FTE-12 or with foliar fertilization showed the best development at the 270th day after planting, without, however, reaching a point of maximum. In other words, the maximal doses granted higher values for the monitored plant growth variables, but did not reach a maximum point, indicating that the culture could respond positively to even higher doses of micronutrients.

Keywords: *Ananas comosus*, carnaúba chaff, plastic cover, micronutrients.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1	Representação esquemática das diferentes partes morfológicas do abacaxizeiro. Fonte: Adaptado a partir de Cunha e Cabral (1999).....	19
FIGURA 2	Estimativa da evolução do consumo de micronutrientes no Brasil (Adaptado de Yamada, 2004).....	25
FIGURA 3	Localização da área experimental. Distrito Irrigado do Baixo Acaraú, CE	34
FIGURA 4	Mudas em processo de aclimação.....	35
FIGURA 5	Linhas de irrigação com gotejadores auto compensantes, instaladas sobre o canteiro.....	36
FIGURA 6	Preparo da área experimental	37
FIGURA 7	Adubação orgânica	38
FIGURA 8	Confecção dos canteiros	38
FIGURA 9	Instalação do mulch.....	39
FIGURA 10	Abertura das covas.....	39
FIGURA 11	Adubação com FTE 12	39
FIGURA 12	Disposição das mudas no canteiro.....	39
FIGURA 13	Experimento de cobertura de solo com plástico aos 180 dias de plantio.....	41
FIGURA 14	Experimento de cobertura de solo com bagana aos 180 dias de plantio	41
FIGURA 15	Croqui da área experimental	42
FIGURA 16	Superfície de resposta da altura do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	48
FIGURA 17	Superfície de resposta da área foliar do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	50
FIGURA 18	Superfície de resposta da fitomassa seca da planta do abacaxizeiro	

	Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	53
FIGURA 19	Superfície de resposta do peso seco da raiz do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar	55
FIGURA 20	Superfície de resposta da relação raiz/parte aérea do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar	56
FIGURA 21	Valores médio da TCA com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE	58
FIGURA 22	Valores médio da TCR com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE	59
FIGURA 23	Valores médio da TAL com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE	60
FIGURA 24	Teores de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE	62
FIGURA 25	Teores de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE	63
FIGURA 26	Teores de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE	64
FIGURA 27	Teores de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE	65
FIGURA 28	Extração de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado	

	com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE.....	66
FIGURA 29	Extração de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE.....	67
FIGURA 30	Extração de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE.....	68
FIGURA 31	Extração de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto, Acaraú, CE.....	69
FIGURA 32	Superfície de resposta da altura do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	72
FIGURA 33	Superfície de resposta da área foliar do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	74
FIGURA 34	Superfície de resposta da fitomassa seca da planta do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	77
FIGURA 35	Superfície de resposta do peso seco da raiz do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE 12 e adubação foliar.....	79
FIGURA 36	Relação raiz/parte aérea do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba em função de diferentes doses de FTE 12, no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, CE, 2009.....	80
FIGURA 37	Valores médio da TCA com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.....	82

FIGURA 38	Valores médios da TCR com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	83
FIGURA 39	Valores médio da TAL com aplicação de FTE 12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.....	84
FIGURA 40	Teores de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	86
FIGURA 41	Teores de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	87
FIGURA 42	Teores de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.....	87
FIGURA 43	Teores de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	88
FIGURA 44	Extração de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	90
FIGURA 45	Extração de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú, CE	91
FIGURA 46	Extração de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú,CE	92
FIGURA 47	Extração de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE 12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana, Acaraú,CE	93

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1	Valores médios dos dados climáticos durante o período experimental, no Município de Acaraú,CE, 2009	33
TABELA 2	Atributos químicos do solo da área experimental	37
TABELA 3	Quantidade dos nutrientes aplicados via fertirrigação por mês durante a fase vegetativa.....	40
TABELA 4	Concentração inicial por tratamento dos compostos na solução nutritiva nas duas primeiras adubações foliares	43
TABELA 5	Resumo da análise da variância para os dados médios de altura e área foliar do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta, Acaraú, CE, 2009.....	46
TABELA 6	Resumo da análise da variância para os dados de fitomassa seca da planta, Peso seco da raiz e relação raiz parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta, Acaraú,CE,2009	51
TABELA 7	Resumo da análise da variância para os dados de taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009	57
TABELA 8	Resumo da análise da variância para dos teores médios de Fe, Zn, Mn e B no abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009	61
TABELA 9	Resumo da análise da variância para os valores de Fe, Zn, Mn e B extraídos pelo abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de	

adubação foliar e três épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009	65
TABELA 10 Resumo da análise da variância para os dados de altura e área foliar do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta, Acaraú, CE, 2009	70
TABELA 11 Resumo da análise da variância para os dados de peso seco da parte aérea da planta, peso seco da raiz e a relação raiz parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta. Acaraú, CE, 2009	75
TABELA 12 Resumo da análise da variância para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009	81
TABELA 13 Resumo da análise da variância para os teores médios de Fe, Zn, Mn e B na parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009.....	85
TABELA 14 Resumo da análise da variância para os valores médios de Fe, Zn, Mn e B extraídos pelo abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação, Acaraú, CE, 2009.....	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 A cultura do abacaxi	18
2.1.1 Importância econômica e social	18
2.1.2 Classificação botânica, Morfologia e ciclo do abacaxizeiro	19
2.1.3 Condições climáticas e edáficas	21
2.1.4 Desempenho vegetativo.....	22
2.1.5 Propagação de mudas	23
2.1.6 Cultivares.....	23
2.2 Micronutrientes	24
2.3 Formas de aplicação dos nutrientes	28
2.4 Coberturas de solo	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Localização do experimental	33
3.2 Obtenção das mudas e sistema de irrigação	34
3.3 Coleta de amostras	36
3.4 Plantio e Condução da cultura	39
3.5 Tratamentos e delineamento experimental	41
3.6 Coletas, variáveis analisadas	43
3.7 Análises estatísticas	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Experimento de cobertura do solo com plástico	46
4.1.1 Análise de crescimento da cultura	46
4.1.2 Teores e extração de micronutrientes	60
4.2 Experimento de cobertura de solo com bagana de carnaúba	70
4.2.1 Análise de crescimento da cultura	70
4.2.2 Teores e extração dos nutrientes.....	84
5 CONCLUSÕES	94
6 REFERÊNCIA	95

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a agricultura tem apresentado grandes avanços no que diz respeito à eficiência e competitividade, porém é necessário o aprimoramento de técnicas que venham a facilitar o manejo da agricultura e maximizar o uso dos recursos disponíveis. A região Nordeste, devido a incentivos fiscais governamentais na área de fruticultura, tem oferecido melhores condições de financiamento, aumentando o volume de investimento nesta atividade. Neste contexto, dentre as fruteiras, a abacaxicultura irrigada vem se destacando por apresentar grande potencial comercial.

O abacaxizeiro é uma fruteira tipicamente tropical, sendo considerada uma planta rústica, com características morfológicas, anatômicas e fisiológicas que lhe permitem sobreviver em condições adversas. Seu ciclo apresenta variação de 12 a 30 meses, sendo uma das frutas mais promissoras na fruticultura brasileira por sua adaptabilidade.

As duas cultivares de abacaxi mais explorados no Brasil são o Smooth Cayenne, destinado principalmente à indústria, e a cultivar Pérola, destinado ao consumo “in natura”. Reconhecidamente e adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões produtoras, essas cultivares apresentam, porém, o inconveniente de serem altamente susceptíveis à fusariose doença de maior importância para a cultura no Brasil. Neste sentido, com intuito de minimizar os custos na exploração dessa cultura, através de cultivares resistentes a essa doença, foi criada a cultivar Vitória, visando melhorar a produtividade, reduzir os custos de produção, uma vez que a fusariose é responsável 3,5% do custo de produção e, atender às diferentes exigências do mercado.

A cultivar Vitória apresenta características agrônômicas semelhantes ou superiores em relação às cultivares Pérola e Smooth Cayenne, usadas como referência. As plantas têm como vantagem a ausência de acúleos nas folhas, o que facilita os tratos culturais, sendo as recomendações técnicas de cultivo as mesmas atualmente em uso pelos produtores de 'Pérola' e 'Smooth Cayenne'. Possui praticamente o mesmo porte da 'Pérola' com plantas vigorosas.

Entretanto, são bastante escassos para as condições edafoclimáticas no Estado do Ceará, trabalhos referentes ao desenvolvimento vegetativo e extração de micronutrientes na cultura do abacaxizeiro, principalmente para a cv. Vitória, pois o desenvolvimento vegetativo é resultante da interação de vários fatores do ambiente físico, associados às complexas respostas fisiológicas do seu metabolismo.

A adubação foliar nos últimos anos vem se tornando bastante expressiva, devido ao suprimento de micronutrientes, principalmente, em culturas de exploração econômica como o abacaxizeiro. Há vários outros fatores que contribuem para o interesse no uso da prática da adubação foliar, como o cultivo continuado de certas áreas que resulta no aparecimento de deficiências minerais que muitas vezes são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares. Entretanto, a expansão do uso da adubação foliar para um número cada vez maior de culturas, vem demonstrando que existem culturas que podem ser mantidas em relação a determinados nutrientes, notadamente os micronutrientes, quase que exclusivamente por via foliar.

O uso de coberturas de solo também tem se intensificado nos últimos anos a fim de proteger o solo, reduzindo a evaporação da água, e mantendo a umidade do solo, diminuindo o surgimento de plantas invasoras, melhorando a distribuição de nutrientes, regulação da temperatura do solo e diminuir a lixiviação. Contudo, a cobertura vegetal ainda proporciona o aumento da matéria orgânica do solo, modificando as propriedades física, química e biológica do solo.

No início do uso de coberturas do solo, utilizavam-se diversos materiais vegetais que eram obtidos na própria propriedade como trabalhos com palha de milho, feijão e soja nos quais demonstraram bons resultados. Porém com o aumento de área plantada e a escassez desses materiais vegetais, o produtor começou a procurar materiais opcionais, por isso foram feitos estudos com outros materiais como leguminosas, gramíneas, bagana de carnaúba e o plástico que recentemente vem se destacando bastante.

Assim, buscou-se avaliar o desempenho vegetativo e absorção de micronutrientes pelo abacaxizeiro “Vitória”, sob doses crescentes de micronutrientes aplicados via solo e por adubação foliar cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba e plástico preto nas condições climáticas do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do abacaxi

2.1.1 Importância econômica e social

O abacaxizeiro é a terceira fruteira mais cultivada no mundo e exibe um mercado que movimentava anualmente cerca de US\$ 1 bilhão de dólares. É cultivado em mais de 50 países, sendo Indonésia, Filipinas, Brasil, Malásia, Índia e China os principais produtores mundiais (FAO, 2006). No Brasil, a área plantada em 2007 foi de 72 mil ha, nos quais foram colhidos 1,8 milhões de frutos sendo os estados do Pará, Paraíba, Minas Gerais, Bahia, Amazonas e São Paulo os principais produtores. (IBGE, 2009).

Na região nordeste a abacaxicultura sempre se destacou, não só devido a qualidade deste fruto ser bastante apreciado em todo o mundo, mas principalmente, pela alta rentabilidade da cultura e pela importância social de seu cultivo como atividade que requer intensiva mão-de-obra rural contribuindo para a geração de empregos. (CUNHA et al., 1994).

Estudos realizados pelo Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembléia Legislativa do Estado do Ceará (2008); relata que a produção de frutas no Ceará passou de cerca de 459 milhões (em 1999) para quase 900 milhões (em 2006). Por sua vez, o valor bruto da produção aumentou, mais de quatro vezes (330,7%), enquanto o valor das exportações deu um salto de 2.457,7%. O número de empregos diretos mais que duplicou no mesmo período (incremento em torno de 105%). No entanto, a cultura do abacaxizeiro em 2007 gerou 1.172 empregos diretos numa área de 1.389 ha, sendo uma das culturas que mais gera emprego.

Na abacaxicultura irrigada, assentada em bases tecnológicas melhor estabelecidas, tais perspectivas sociais tornam-se mais evidentes, na medida em que a irrigação pode viabilizar a sua expansão para áreas não tradicionais, ampliando sobremaneira as alternativas de ocupação de mão-de-obra, mormente em regiões semi áridas, onde são reduzidas as alternativas de trabalho. Esses reflexos positivos podem

também ser estendidos à mão-de-obra ocupada pelas indústrias de beneficiamento e transformação de produtos do abacaxi, tanto para o mercado interno como para o de exportação. (CUNHA et al., 1994).

2.1.2 Classificação botânica, Morfologia e ciclo do abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr.) é uma monocotiledônea herbácea perene, de hábito terrestre, pertencente à família das Bromeliaceae, que integra o gênero *Ananas*, o de maior valor econômico, dentre as existentes na família. (CUNHA; CABRAL, 1999).

A estrutura geral de uma planta de abacaxizeiro é composta, conforme Cunha e Cabral (1999), das seguintes partes morfológicas: sistema radicular; gema axilar; haste ou talo; folhas do tipo A, B, C, D, E e F; pedúnculo; mudas do tipo filhote, rebentão ou filhote-rebentão; infrutescência (sorose) e frutos simples do tipo baga (Figura 1).

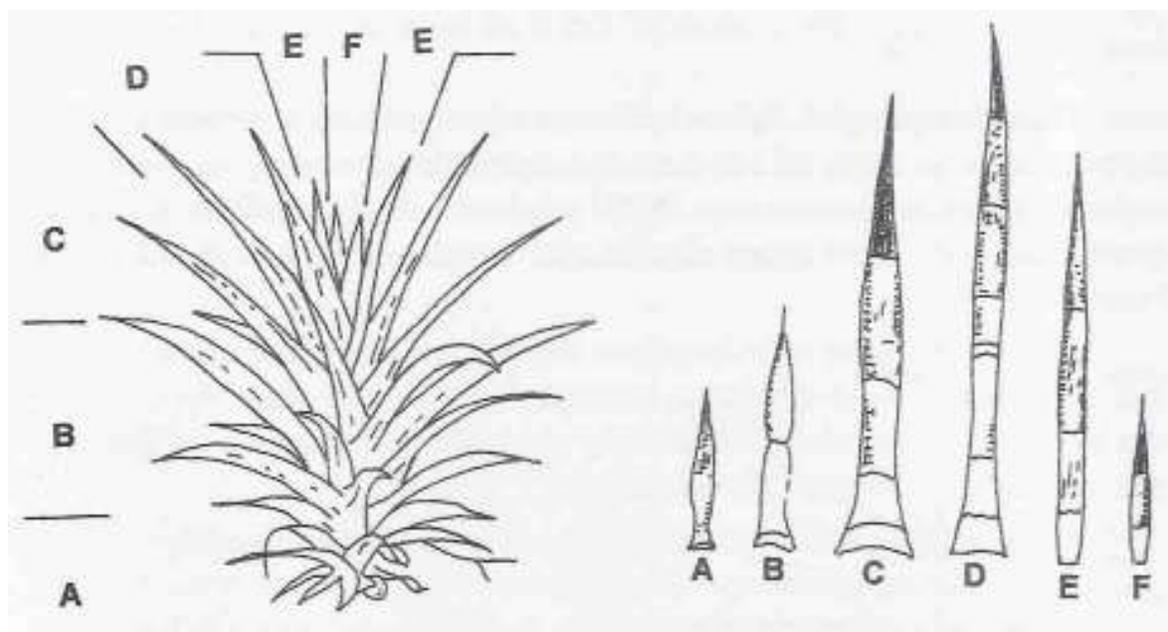


Figura 1 - Representação esquemática das diferentes partes morfológicas do abacaxizeiro.

Fonte: Adaptado a partir de Cunha e Cabral (1999).

Segundo Ting (1985), o abacaxizeiro, é uma Bromeliaceae que atua como uma planta CAM variável, comercialmente importante, que tem sido extensivamente estudado em condições agrícolas. Dependendo das condições ambientais como radiação, temperatura e disponibilidade de água, essa planta mostra-se fotossinteticamente como C3 ou CAM. Assim, como muitas plantas CAM, altas temperaturas de dia e baixas temperaturas noturnas favorecem a acumulação de ácido no metabolismo CAM, pois alta disponibilidade de água tende a favorecer a fotossíntese C3.

Portanto, sob irrigação por gotejamento no Hawai, o abacaxi maximiza a fotossíntese C3 e minimiza o metabolismo, onde a maior produtividade do abacaxi irrigado ocorre quando a temperatura e umidade recebida resultar na maximização na fotossíntese num metabolismo C3 e CAM, onde atividade CAM é próxima do máximo em cerca de 60% do carbono total assimilado, com temperaturas mais favoráveis de 30° C e entre 22 e 24° C à noite. (TING, 1985).

O ciclo cultural do abacaxizeiro está dividido em três fases distintas: a fase de crescimento vegetativo, que vai do plantio ao tratamento de indução floral ou da iniciação floral natural, e que tem duração variável, mas corresponde ao período de 8 a 12 meses; a segunda fase, denominada reprodutiva ou, de formação do fruto, tem duração entre 5 e 6 meses e, é bastante estável independente da região; e a terceira fase, propagativa, ou de formação de mudas (filhotes e rebentões), que se sobrepõe, parcialmente, à segunda fase. Em geral, o primeiro ciclo da cultura, em regiões tropicais, varia de 13 a 18 meses. (REINHARDT et al., 2000).

Segundo Almeida et al., (2002), o ciclo pode ser influenciado pelo material propagativo utilizado, pelas condições ambientais e, pelo manejo da cultura, variando seu ciclo de 16 a 36 meses, aproximadamente.

Estudos realizados em São Paulo mostraram que o peso da muda refletiu decisivamente sobre o ciclo da planta, sendo que os rebentões de 700 a 800 g floresceram antes que as mudas com 300 a 400 g. (GIACOMELLI et al., 1984; CUNHA, 1999).

2.1.3 Condições climáticas e edáficas

Os fatores climáticos entre eles, temperatura, precipitação, umidade relativa e luminosidade, exercem efeitos marcantes sobre o crescimento e a produção do abacaxizeiro no que concerne aos aspectos quantitativos, qualitativos e duração do período de maturação. Devido às diferenças climáticas, podem ocorrer variações no seu desempenho vegetativo e, conseqüentemente, na composição química dos frutos, até mesmo dentro de um mesmo grupo de cultivares. (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

O crescimento e o desenvolvimento do abacaxizeiro são bastante influenciados pela temperatura, sendo a faixa ótima para o crescimento de raízes e de folhas compreendida entre 22 e 32 °C. Todavia, por ser uma planta tropical o abacaxizeiro pode suportar temperaturas mais elevadas, em torno de 40°C, no entanto, acima desta faixa surgem problemas de queima das folhas e dos frutos. Temperaturas baixas prejudicam o alongamento das raízes e das folhas e retardam o crescimento. (MALÉZIEUX et al., 2003).

Segundo Velloso et al., (2001), a temperatura pode influenciar no desenvolvimento e no florescimento da planta, pois com a diminuição da temperatura, principalmente a noturna, retarda o crescimento induzindo o florescimento. Apesar do abacaxizeiro ser uma planta rústica, porém, necessita de 1.000 a 1.500 mm anuais de chuva para que possibilite maior eficiência no uso da água, satisfazendo suas exigências hídricas, fazendo-se necessário em algumas regiões o uso de irrigação, principalmente em regiões semi áridas. (OLIVEIRA et al., 2002).

Os mesmos autores relatam que fatores como a umidade relativa do ar e a luminosidade têm influência direta sobre o ciclo cultural do abacaxizeiro, pois, interferem, a exemplo da temperatura, no desenvolvimento da planta e conseqüentemente na qualidade do fruto. Assim, a umidade relativa do ar ideal para o abacaxizeiro situa-se em torno de 70% e a quantidade ideal de iluminação para a cultura oscila de 2.500 e 3.000 horas ano⁻¹.

Segundo a Embrapa (2005), o solo para plantio do abacaxi deve ser de textura média ou arenosa, bem drenado, de preferência plano ou com pouca declividade, profundidade do lençol freático superior a 90 cm e pH na faixa de 4,5 as 5,5. O mesmo não

pode estar sujeito ao encharcamento, sendo utilizado solo argiloso também desde que apresentem boa aeração e drenagem.

2.1.4 Desempenho vegetativo

No Brasil, os trabalhos concernentes ao estudo da fenologia do abacaxizeiro tiveram início na década de 1970 com os ensaios realizados por França (1976) e Iuchi (1978), com as cultivares Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente. Em linhas gerais, os dados de França (1976) mostraram que o acúmulo máximo de matéria seca pela planta ocorreu entre sete e dez meses após o plantio. Por ocasião do aparecimento dos órgãos reprodutivos aos quatorze meses, foi verificado, com exceção das raízes, diminuição dos teores de nutrientes com a idade nos demais órgãos.

Ao avaliar o desenvolvimento e a produção do abacaxizeiro Smooth Cayenne em Latossolo do Triângulo Mineiro, Couto (1991) observou variações na matéria seca da parte aérea a partir de seis meses após o plantio e constatou que o seu acúmulo esteve estreitamente relacionado às pequenas variações apresentadas pelo caule. A avaliação do estado nutricional na folha e no caule revelou, de maneira geral, diminuição nos teores de N, P, Ca e Mg aos doze meses após o plantio, em relação aos teores iniciais.

Em estudos comparativos quanto à fenologia das cultivares Pérola e Smooth Cayenne nas condições edafoclimáticas do Recôncavo Baiano, Reinhardt e Medina (1992), observaram padrão sigmóide de crescimento, para ambas as cultivares individualizados por três fases distintas de crescimento. As plantas da cultivar Pérola foram maiores, apresentaram maior comprimento e largura das folhas, e maiores rendimentos de matéria seca e fresca. Por outro lado, a cultivar Smooth Cayenne exibiu maior número de folhas, maiores rendimentos de matéria fresca e seca do caule e da raiz, coroas mais pesada e frutos com maior diâmetro.

2.1.5 Propagação de mudas

Na cultura do abacaxizeiro, a qualidade da muda é bastante importante, pois influencia no estado sanitário, desenvolvimento, produção e rendimento das plantações. A obtenção e a utilização do material de plantio com vigor e sanidade superiores podem ser considerados fatores decisivos para se alcançar o sucesso econômico no cultivo dessa fruteira. (REINHARDT, 1998).

Segundo Reinhardt et al., (1996), a pequena oferta de mudas de boa qualidade é um dos fatores que mais limitam a expansão da abacaxicultura. As mudas obtidas em laboratório por meio de técnicas de cultura de tecidos, de excelente sanidade, são mais caras e de uso mais restrito, porém, importantes para a multiplicação rápida de novas variedades geradas em programas de melhoramento genético. Assim, essa técnica oferece a segurança desejada em relação ao controle da fusariose, doença eminentemente brasileira e sem maior relevância em outros países como Tailândia e Filipinas. No entanto, apesar dessas vantagens, dois aspectos devem ser considerados com respeito à produção das mudas por meio de cultura de tecidos: o custo elevado e o surgimento de variações somaclonais. Efetivamente, o alto custo de produção ainda não permite que uma grande parte dos agricultores tenha acesso às mudas produzidas “in vitro”. O preço de uma muda é aproximadamente R\$ 1,00 que representa quase o valor de venda de um fruto por parte do agricultor.

2.1.6 Cultivares

A produção mundial de abacaxi está baseada nas cultivares Smooth Cayenne, Pérola, Queen, Singapore Spanish, Espanõla Roja e Perolera. Contudo, estima-se que cerca de 70% da produção mundial provém da cultivar Smooth Cayenne, sendo considerada, atualmente, a rainha das cultivares de abacaxi, por possuir características favoráveis à industrialização e a exportação como fruta fresca. (ROHRBACH et al., 2003).

O amplo predomínio de plantios de Smooth Cayenne nos principais países produtores do mundo, o uso de poucas variedades para plantios comerciais e a substituição de variedades locais por Smooth Cayenne vêm provocando o desaparecimento de variedades de interesse local ou regional. (CABRAL, 2000).

A fusariose é a doença mais importante do abacaxizeiro no Brasil, estando presente nas principais regiões produtoras de abacaxi do País, provocando perdas elevadas na produção de frutos. Essa fusariose constitui séria ameaça à abacaxicultura mundial, sendo que tanto a cultivar Smooth Cayenne quanto a cultivar Pérola, são bastante susceptíveis a essa doença. (MATOS, 1999).

Tendo em vista reduzir as perdas provocadas pela fusariose, foi introduzido a cultivar Imperial, um híbrido resultante do cruzamento das cultivares Perolera e Smooth Cayenne, indicado para regiões onde a fusariose é fator limitante à produção (OLIVEIRA et al., 2002), e mais recentemente o cultivar Vitória (cruzamento dos cultivares Primavera e Smooth Cayenne). Entretanto, por ser ainda recente, as características morfológicas são ainda desconhecidas e as recomendações técnicas limitam-se às adotadas para os demais cultivares. (EMBRAPA-CNPMF, 2003).

2.2 Micronutrientes

O consumo de micronutrientes vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos no Brasil (YAMADA, 2004), sendo este aumento indicado como um dos prováveis responsáveis pela melhoria na produtividade de diversas culturas observada neste período. A Figura 2 demonstra o consumo de Zn, Mn, Cu e B em toneladas de 1990 a 2003, pois a partir do ano 2000 esse consumo intensificou-se, estando isso relacionado a expansão da agricultura, difusão de informações, aumento das pesquisas públicas e privadas, pois o mesmo autor relata que apesar do enorme crescimento em volume de consumo, existe ainda uma enorme carência de informações que dêem suporte ao uso adequado de micronutrientes, com calibração e resposta ao seu uso em larga escala. Como não há um grande entendimento do comportamento dos micronutrientes no solo e nas plantas, são

comuns generalizações de doses de caráter preventivo, pois o entendimento da relação clima x solo x planta muitas vezes não é considerado.

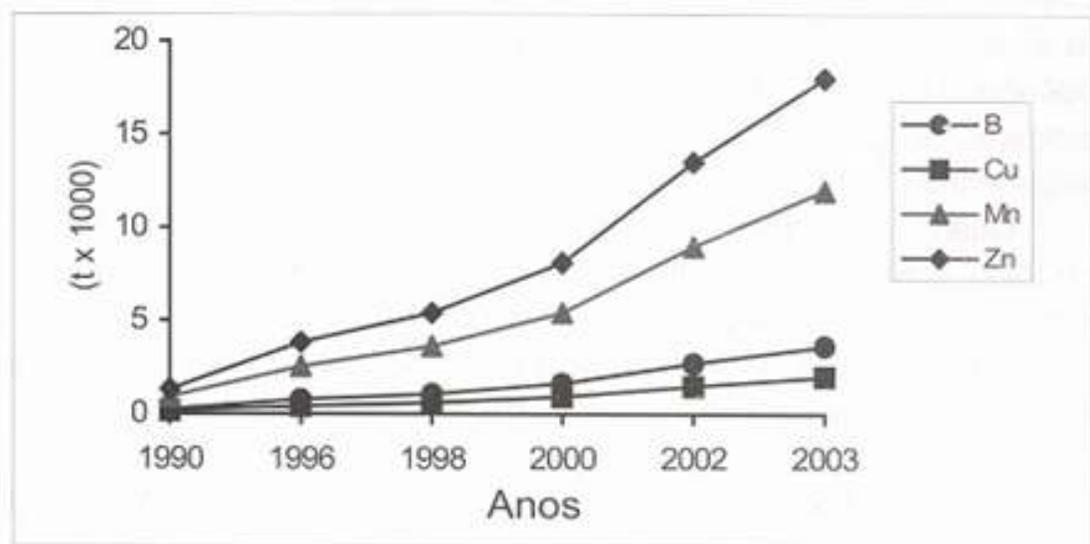


Figura 2 – Estimativa da evolução do consumo de micronutrientes no Brasil (Adaptado de Yamada, 2004).

Em geral, pouco se conhece sobre o efeito da adubação com micronutrientes nas culturas tropicais (QUAGGI; PIZZA JR, 2001). Atualmente, parece estar havendo certa conscientização por parte dos agricultores quanto ao uso de micronutrientes, mas de maneira empírica, pois na abacaxicultura pouco se conhece a respeito.

As possibilidades de ocorrência de carência de micronutrientes são maiores em áreas com solos esgotados (que sofreram redução acentuada dos teores de matéria orgânica e de nutrientes em formas disponíveis) ou solos com pH alto. No entanto, isso vem ocorrendo em solos do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, devido ao uso contínuo e conseqüente redução da matéria orgânica, reduzindo a disponibilidade dos micronutrientes à medida que o pH do solo se eleva (exceção para o molibdênio), tornando-se críticos valores de pH próximos ou acima de 7,0. Sob tais condições deve haver maior preocupação quanto à aplicação dos mesmos. (SOUZA, 2007).

A carência de micronutrientes pode ocorrer pela sua falta em quantidade suficiente no solo, de modo que a planta não consegue absorvê-lo nas quantidades necessárias. Esta deficiência pode ser denominada de absoluta e raramente ocorre por não

se encontrarem no solo na forma disponível para as plantas, por estar retido em algum componente do solo ou indisponível pela presença de outros elementos, caracterizando neste caso, a deficiência induzida. Como exemplo destas situações tem-se o bloqueio que sofre o B pelo Ca e a clorose férrica induzida pela presença de bicarbonato. (DECHEN; NACHTIGALL, 1999).

Outro fator importante que afeta a disponibilidade de micronutrientes é a textura do solo. Assim, solos de textura arenosa apresentam com maior frequência, baixa disponibilidade de B, Cu, Mn, Mo e Zn, devido ao fato de que estes elementos são lixiviados com facilidade nestes solos. A temperatura também afeta a disponibilidade de micronutrientes pelas plantas, já que em temperaturas elevadas do solo a absorção de micronutrientes é favorecida e, em temperaturas baixas reduzem a taxa de mineralização da matéria orgânica do solo, reduzindo a disponibilidade de micronutrientes presentes nestes materiais orgânicos. (DECHEN; NACHTIGALL, 1999).

Nas condições edafoclimáticas da região nordeste, são reduzidos os estudos com micronutrientes na cultura do abacaxi. As informações limitam-se aos dados gerados por Lacerda e Choairy (1999a), que recomendaram incluir B, Cu e Zn nas adubações em solos de Tabuleiros Costeiros. Ainda, Choairy et al., (1986), observaram aumento na produtividade e no número de frutos classificados como adequados para consumo *in natura* com a aplicação de 0,92 kg ha⁻¹ de B.

As quantidades de Fe e Mn extraídas pela cultura são bem superiores às dos demais nutrientes e são bastante divergentes entre os autores. No geral, a ordem de acumulação dos demais micronutrientes na cultura do abacaxizeiro é Mn > Fe > Zn > B > Cu. (PAULA et al., 1998). O boro é um nutriente cuja deficiência causa a inibição ou paralisação do crescimento dos tecidos meristemáticos da parte aérea e das raízes. Este menor crescimento meristemático está relacionado à necessidade de boro para a síntese de bases nitrogenadas, como a uracila, componente essencial do RNA que, por sua vez, é indispensável para a formação de ribossomos que tem 50% de ácido ribonucléico. (MALAVOLTA, 1997). A disponibilidade de B para as plantas em solos arenosos é muito variável, sendo que 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).

Em abacaxizeiro, a deficiência de B acarreta uma deterioração do sistema vascular da planta, que pode levar à morte do meristema apical. As folhas das plantas deficientes ficam mais espessas, apresentam aspecto coriáceo e as mais novas podem ser retorcidas. O fruto é anormal, em forma e tamanho, com a presença de tecidos corticosos entre os frutinhos e com rachaduras na superfície externa. (SIEBENEICHLER, 2002a).

Paula et al, (1985), encontraram acumulação de micronutrientes para a cultivar Smooth Cayenne com densidade de 50.000 plantas por hectare de 225 g ha⁻¹ de Zn; 197 g ha⁻¹ de Cu; 4.793 g ha⁻¹ de Fe e 6.351 g ha⁻¹ de Mn. Também, Souza (1999) e Malavolta (1982) relatam que 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.

Magalhães et al., (1978a), em trabalho que envolveu a condução de onze experimentos sobre a adubação do abacaxizeiro 'Pérola' na região produtora de Coração de Maria, na Bahia, verificaram que, mesmo sem atingir diferenças significativas, a omissão conjunta de zinco, cobre, boro e molibdênio, determinou em oito daqueles ensaios, reduções na produtividade e no peso médio do fruto do abacaxi.

Su (1975) menciona que os micronutrientes que têm maior significação prática para a cultura do abacaxi, em diferentes partes do mundo, são ferro, o zinco, o cobre e o boro. Segundo o autor, quando o solo não é fortemente ácido e tem manganês em excesso, como algumas áreas do Havaí, é certa a ocorrência de clorose em virtude da deficiência de ferro. Situação similar ocorre também na Austrália.

Segundo Ros e Aita (1996), em muitas áreas do nordeste do Brasil o uso intensivo do solo, sem um manejo adequado, tem provocado acentuada redução no teor de matéria orgânica, favorecendo, portanto, o processo erosivo. Esses autores citam que o nitrogênio é o nutriente mais afetado por esse processo, pois tem provocado sérias limitações na produtividade das culturas, especialmente em solos arenosos, porque sua principal fonte é a matéria orgânica que se encontra na camada superficial do solo.

O solo da região do Baixo Acaraú caracteriza-se por apresentar elevada capacidade de infiltração e baixa capacidade de retenção de água, o que o pré-dispõe a uma elevada perda de água por percolação, reduzindo assim o potencial da eficiência de irrigação. A consequência ambiental disso é a percolação para o lençol freático de

nutrientes, além da própria ascensão do lençol, conforme verificado por Chaves et al.,(2006).

2.3 Formas de aplicação dos nutrientes

A adubação foliar, que nos últimos tempos vem se tornando bastante expressiva, devido ao suprimento de micronutrientes, principalmente na cultura do abacaxi, contudo ainda há poucos estudos com estes nutrientes nesta cultura.

Segundo Maeda (2005), há vários fatores que contribuíram para o interesse e uso da prática da adubação foliar. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais que muitas vezes são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas pela lavagem ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes em falta, muitas vezes é bem maior do que a obtida com a aplicação tradicional.

A adubação foliar, de maneira geral, não pode substituir totalmente o fornecimento de nutrientes ao solo, para a absorção através das raízes, pela grande quantidade de macronutrientes requerida pelas plantas. Entretanto, a expansão do uso da adubação foliar a um número cada vez maior de culturas, vem demonstrando que há culturas que podem ser mantidas, em relação a determinados nutrientes, quase que exclusivamente por via foliar. (CAMARGO; SILVA, 1975).

A arquitetura do abacaxizeiro e suas características morfológicas e anatômicas favorecem a absorção foliar de nutrientes. Normalmente, as adubações foliares têm sido utilizadas para fertilização suplementar do NK aplicados ao solo; aplicações em épocas de baixas precipitações hídricas; e para adubação com micronutrientes. (SOUZA, 1999).

Em muitas culturas perenes, o uso de adubo na cova vem sendo recomendado com a finalidade de suprir as plantas de nutrientes, no seu estágio inicial de crescimento e

também criar uma reserva a curto e médio prazo. O uso de esterco de frango ou bovino na cova ou sulco de plantio também pode ser considerado como uma fonte de micronutrientes na cova, como fonte de Zn e B em culturas de café e citros, vem sendo recomendado. (MOTA, et al., 2007).

Pace (1991) estudou a melhor forma de aplicação e eficiência de absorção dos nutrientes N e K em quatro aplicações, na condução da cultura do abacaxi “Pérola”, comparando aplicação destes nutrientes via adubação foliar, adubação axilar e adubação no solo, em um experimento realizado no município de Itaguaí-RJ. Verificou que a adubação de N e K por via foliar comportou-se de forma semelhante aos métodos de adubação axilar e no solo, evidenciando uma boa capacidade de absorção foliar por estas plantas.

Choairy et al., (1990) compararam a adubação líquida de N e K com adubação tradicional (axilar) sob forma sólida na cultura do abacaxi na cultivar Smooth Cayenne sobre um Podzólico Vermelho-Amarelo localizado no município de Sapé-PB, e observaram efeitos semelhantes quanto as adubações por via sólida ou líquida de N e K em relação à produção de matéria seca, número e peso de frutos produzidos.

De Datta (1978) relata que a adubação foliar é muito mais útil para os micronutrientes do que para os macronutrientes, devido à possibilidade de suprimento integral via aplicação foliar. Além disso, em muitos casos a adubação foliar pode ter um efeito muito mais rápido e eficiente quando comparado com a aplicação no solo, daí o seu uso quando aparecem sintomas de deficiência na planta, sendo assim, considerada como de caráter de emergência.

A aplicação de Fe^{++} no solo tem baixíssima eficiência devido à rápida oxidação para Fe^{+++} . Ao contrário da aplicação no solo, a pulverização do Fe^{++} na folha determina uma rápida absorção, principalmente, quando este é aplicado com quelato. (MOTA et al., 2007). Entretanto, como a solução aplicada na folha deverá ser de baixa concentração e também ocorre contínua demanda da planta, uma ou mais aplicações podem não ser suficientes para a correção da carência nutricional via adubação foliar, sendo necessários estudos para diferentes casos e culturas. (GETTIER et al., 1985).

Randhawa et al., (1978) indicaram que quatro aplicações de $FeSO_4$ (0,5%) foram menos efetivas do que seis aplicações, no aumento de produtividade para a cultura do arroz em solos alcalinos.

A fertirrigação prevê a aplicação de micronutrientes em formas hidrossolúveis, diluídos na água de irrigação. Embora os sistemas de fertirrigação sejam onerosos e sofisticados, o seu uso em pequenas escalas tem apresentado respostas positivas, como no cultivo do morango irrigado. (MOTA et al., 2007).

2.4 Coberturas de solo

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal responsável pela troca e armazenamento de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar na superfície do solo que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. Pelo fato da absorção e da perda de energia ocorrer na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais.

THOMAS et al., (1973), relacionam a dinâmica do nitrogênio do solo, em plantio direto, à relação C/N do material que é depositado na superfície. Assim, plantas cuja relação C/N é superior a 50, proporcionam imobilização do nitrogênio por longos períodos. Por outro lado, deve ser considerado que com o passar do tempo pode haver um equilíbrio entre mineralização - imobilização - disponibilidade - perdas, uma vez que a produção microbiana pode adaptar-se e se estabilizar. Em condições tropicais as perdas de nitrato tendem a ser mais intensas, e nesse caso, a combinação de culturas com diferentes exigências em nitrogênio e diferentes sistemas radiculares torna-se fundamental no manejo da adubação mineral.

De acordo com Prevedello (1996), a superfície do solo protegida pela cobertura não sofrerá o impacto direto das gotas de chuva e sua conseqüente desagregação. Tanto a qualidade quanto a quantidade dos resíduos vegetais exercem influência na infiltração. As coberturas são capazes de modificar o regime térmico dos solos, tanto para aumentar quanto para diminuir sua temperatura, e essas coberturas podem ser constituídas de materiais de diferentes espessuras e propriedades térmicas.

Ainda o mesmo autor, relata que materiais com grande quantidade de ar originam coberturas com temperaturas mais amenas no solo. Por isso, as coberturas com material vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo. A temperatura do solo é afetada pela cobertura principalmente em regiões quentes em que o seu uso resulta em solos com temperaturas mais amenas, inclusive reduzindo a variação da temperatura do solo.

Segundo Oliveira (2005), trabalhando com palhada de Gliricídia (leguminosa) na cultura da alface, verificou que cerca de 50% dos nutrientes são liberados no primeiro ciclo de cultivo aos 35 dias de plantio, de forma que o produtor poderá fazer plantio continuado para aproveitar a liberação dos nutrientes, obtendo menor custo de produção.

Nesse sentido, Silveira e Cunha (2002) verificaram que pode ocorrer acúmulo de micronutrientes na camada superficial dos solos cobertos com resíduo vegetal, como em áreas de plantio direto em sucessão à aveia preta, a qual é considerada eficiente recicladora de nutrientes.(BORKERT et al., 2003).

O uso de plásticos de polietileno para cobrir o solo, chamado mulching, está ganhando importância por dificultar as perdas de água devido à evaporação. O “mulching” plástico tem contribuído para aumentar o crescimento e rendimento de várias espécies vegetais. Este crescimento e incrementos no rendimento são atribuídos às mudanças de temperatura do solo e do ar com a utilização do “mulching” como cobertura do solo, ao balanço de água no solo e a disponibilidade de nutrientes, se comparado com o solo sem cobertura (HAYNES, 1987). Além disso, aumenta o controle de plantas daninhas.

A temperatura do solo pode variar em função do tipo de “mulching” plástico utilizado na cobertura do solo. Geralmente a cobertura do solo com “mulching” transparente apresenta maior temperatura que os opacos, seguido pelo “mulching” preto e “mulching” branco. (HAYNES, 1987).

A causa dessa variação na temperatura do solo ocorre devido a mudanças nos componentes do balanço de radiação, como o albedo e os fluxos de calor sensível, latente e do solo (LIAKATAS et al., 1986). No entanto, os plásticos reduzem substancialmente a evaporação de água na superfície do solo, especialmente sob sistemas de irrigação por gotejamento e, associado com a redução na evaporação, em geral, há um aumento na

transpiração da vegetação causada pela transferência de calor sensível e radiação da superfície do plástico para vegetação adjacente.

Normalmente, a evapotranspiração da cultura (ETc) sob plástico é aproximadamente 5 a 30% menor que o cultivo de vegetais sem cobertura do solo. Embora a taxa de transpiração sob “mulching” possa aumentar em média de 10 a 30% na estação de maior demanda hídrica, se comparado ao solo sem “mulching”, o coeficiente de cultivo diminui em média de 10 a 30% devido a redução de 50 a 80% da evaporação do solo molhado. Geralmente, as taxas de crescimento das culturas e o rendimento aumentam com o uso de “mulch” de plástico. (ALLEN et al., 2007).

A fertilidade do solo também é influenciada pelo uso do “mulching” plástico, pois este impede que precipitações excessivas infiltrem diretamente na superfície do solo e provoque lixiviação de nutrientes da zona radicular. (LAMONT JUNIOR, 1993).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi instalado em abril de 2009 em uma área de 0,348 ha localizada no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, na região norte do estado do Ceará, no Município de Acaraú. De acordo com a classificação de Köppen a área está sob influência do clima Aw' (tropical chuvoso) com latitude de 3°07'13'' S e longitude de 40°05'13'' W. A Tabela 1 mostra os dados climáticos da região durante o período de avaliação.

Tabela 1 - Valores médios dos dados climáticos durante o período experimental, no Município de Acaraú, CE 2009

	Temp. max	Temp. min	UR	Vel. vento	Radiação	Precipitação
	°C	°C	%	m s⁻¹	KJ m²	mm
Abr	25,75	24,87	88,44	1,61	16233,43	280,3
Mai	25,58	24,76	88,75	1,86	16595,88	190,2
Jun	26,42	25,39	81,41	2,36	18351,85	125,6
Jul	31,20	21,60	79,52	2,91	18646,97	0,0
Ago	26,26	25,07	77,42	3,59	21172,46	2,4
Set	27,64	26,37	70,20	4,44	23374,38	-
Out	27,37	26,05	71,86	3,96	24242,47	-
Nov	27,93	26,63	69,74	4,40	22896,34	-
Dez	28,27	26,76	68,45	3,89	20339,15	0,6
Média	27,38	25,28	77,31	3,22	20205,87	-
Total	-	-	-	-	-	599,1

O solo da área experimental caracteriza-se por apresentar elevada capacidade de infiltração e baixa capacidade de retenção de água, o que o pré-dispõe a uma elevada perda de água por percolação, reduzindo assim o potencial da eficiência de irrigação. O

solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico, de textura arenosa. (EMBRAPA, 2006). A figura 3 mostra a localização da área experimental, no lote C70 Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú.



Figura 3 - Localização da área experimental. Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, CE.

3.2 Obtenção das mudas e sistema de irrigação

As mudas micropropagadas de abacaxi cv. Vitória foram provenientes do laboratório Biolab Tecnologia Vegetal Ltda localizado no município de Goiânia, estado de Pernambuco. Ao chegarem à área experimental, em novembro de 2008, as mudas foram transferidas para sacos plásticos de polietileno preto tendo como substrato areia (adicionada de 800 g de fosfato para cada 1 m³ de areia). Após a transferência, as mudas passaram cerca de 6 meses em sombrite para ocorrer o processo de aclimação. Nessa etapa as mudas foram irrigadas duas vezes por semana com água do canal de irrigação apresentando CE 0,44 dS m⁻¹ e pH de 3,8 sendo classificada como C₂S₁. A Figura 4 mostra as mudas do abacaxizeiro cultivar vitória aos quatro meses de aclimação.



Figura 4 - Mudas em processo de aclimação.

O sistema de irrigação foi instalado em março de 2009 tendo como fonte de alimentação hídrica o canal terciário do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. O método de irrigação adotado foi do tipo localizado, sendo o sistema por gotejamento constituído de conjunto motobomba de 3,5 cv; cabeçal de controle, constituído por filtro de disco, tubo de Venturi, tomada de pressão e registros; tubulações, linha principal, linha de derivação, nesta contém um cavalete com hidrômetro e válvula anti-vacúo e 29 linhas laterais, sendo uma linha por fileira dupla de plantas; fita gotejadora, com espaçamento de 0,3 m entre os gotejadores e vazão de $1,5 \text{ L h}^{-1}$. Na figura abaixo, observa-se a distribuição das fitas gotejadoras em cima dos canteiros.



Figura 5 - Linhas de irrigação com gotejadores autocompensantes, instaladas sobre o canteiro.

3.3 Coleta de amostras e preparo do Solo

Concomitante ao período de aclimatação preparava-se a área do experimento a qual já tinha sido inicialmente desmatada como mostra a figura 6. Para determinação da fertilidade do solo foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 0,20 m. Foram coletadas 20 amostras simples, percorrendo toda área experimental, em seguida as amostras foram misturadas para coleta de uma amostra composta, obedecendo às recomendações do Manual de adubação e calagem para o estado do Ceará. (FERNANDES, 1993).



Figura 6 – Preparo da área experimental.

A amostra foi enviada ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Ceará para determinação dos principais atributos químicos do solo da área experimental, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo da área experimental

Elemento	Unidade	Camada 0 – 0,20 m
Fósforo (assimilável)	mg/kg	1,00
Potássio	cmol _c /kg	0,08
Cálcio + Magnésio	cmol _c /kg	1,07
Cálcio	cmol _c /kg	0,77
Magnésio	cmol _c /kg	0,30
Alumínio	cmol _c /kg	0,75
Sódio	cmol _c /kg	0,02
pH	-	5,8
Densidade do solo	kg/m ⁻³	1590
Densidade das partículas	kg/m ⁻³	2680
Matéria Orgânica	g/kg	0,05
CE	dS/m	0,15
Fé	mg/kg	20
Cu	mg/kg	19
Zn	mg/kg	15
Mn	mg/kg	43
B	mg/kg	18

Em abril/2009 foi feita aração seguida de gradagem cruzada, coleta de raízes expostas ao solo e, uma adubação orgânica (Figura 7) com esterco misto a base de esterco bovino + esterco caprino, em dose equivalente a 2,0 kg de esterco por 1,2 m² como fonte de N. Em seguida foi realizada a confecção dos canteiros, que foram feitos pelo implemento agrícola “rottcanteirador” (Figura 8), os quais mediam 1,20 m de largura com 0,25 m de altura. A área total foi dividida em duas subáreas para instalação de dois experimentos, sendo colocado o plástico preto de polietileno (Figura 9) de 1,5 m de largura e espessura de 100 micra sobre o canteiro e em seguida abertura das covas (Figura 10). A adubação convencional foi feita na cova apenas com FTE-12 de acordo com os tratamentos e fosfato na dose de 250 kg ha⁻¹ (Figura 11) e, em seguida foi realizado o plantio (Figura 12). No experimento com bagana foi feita a distribuição das linhas de irrigação, marcação da área e a abertura das covas, adubação, plantio das mudas e logo após a distribuição da bagana sobre os canteiros com camada de apenas 5 cm de altura em torno de 0,6 kg m⁻², devido ao tamanho da planta.



Figura 7 - Adubação orgânica.



Figura 8 - Confecção dos canteiros.



Figura 9 - Instalação do mulch.



Figura 10 - Abertura das covas.



Figura 11 - Adubação com FTE-12.



Figura 12 - Disposição das mudas no canteiro.

3.4 Plantio e Condução da cultura

O plantio foi realizado em 17/04/2009 com fileiras duplas num espaçamento de 0,90 x 0,40 x 0,30 m, numa área de 38,4 m de largura e 88,0 m de comprimento, totalizando 14.080 plantas em 0,348 ha. Cada fileira dupla tinha 22 plantas, sendo que cada subparcela continha quatro linhas duplas, sendo as duas linhas centrais a área útil.

A aplicação dos macronutrientes foi realizada via fertirrigação três vezes por semana, com exceção do MAP, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio que foram aplicados uma vez por semana apenas durante a fase vegetativa da cultura. As dosagens aplicadas em cada fertirrigação foram usadas de acordo com a recomendação dos produtores da região, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade dos nutrientes aplicados via fertirrigação por mês durante a fase vegetativa

Meses	Uréia (kg ha⁻¹)	Sulf. Potássio (kg ha⁻¹)	Ac. fosfórico (kg ha⁻¹)	MAP (kg ha⁻¹)	Nit. Cálcio (kg ha⁻¹)	Sulf. Magnésio (kg ha⁻¹)
1	32,0	17,0	7,0			
2	32,0	17,0	7,0			
3	32,0	25,0	7,0			
4	44,0	25,0	7,0	10,0		
5	44,0	25,0	10,0	10,0		
6	66,0	74,0	10,0	10,0	5,0	
7	66,0	74,0	10,0	10,0	5,0	
8	106,0	140,0	10,0	20,0	5,0	12,0
9	106,0	140,0	10,0	20,0	5,0	12,0

O manejo da irrigação foi realizado em base a sensores de umidade do solo (TOPDEA) instalados aos 15 e 25 cm de profundidade do solo e, como os sensores possuem aproximadamente 10 cm de comprimento o primeiro representou a faixa de solo de 5 a 15 cm, enquanto que o segundo a faixa de 15 a 25 cm objetivando repor o armazenamento de água no solo, indicando assim quanto irrigar.

As Figuras 13 e 14 demonstram uma visão geral das plantas nos dois experimentos aos seis meses de plantio.



Figura 13 – Experimento de cobertura de solo com plástico aos seis meses de plantio.

Figura 14 – Experimento de cobertura de solo com bagana aos seis meses de plantio.

O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente e sempre que necessário. Foi realizado o controle preventivo da podridão do olho do abacaxizeiro a base do fungicida Aliette. Aos seis meses, as plantas sofreram ataque de cochonilha branca na qual foi controlado com Methyl parathion 600 CE.

3.5 Tratamentos e delineamento experimental

Foram instalados dois experimentos com mulching, sendo um com plástico preto de polietileno e outro com bagana de carnaúba como coberturas de solo. O delineamento estatístico empregado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro níveis de FTE-12 (Parcelas), quatro níveis de adubação foliar (subparcelas), quatro épocas de coleta a cada noventa dias (subsubparcelas) e cinco repetições (Figura 15). Cada bloco foi formado por quatro parcelas com 9,5 m de largura

por 36,0 m de comprimento em que foram distribuídas as quatro doses de FTE-12 e, dentro da mesma continha quatro subparcelas.

As parcelas constaram de quatro níveis de adubação convencional com FTE-12: T1 (sem adubação); T2 (60 kg ha⁻¹); T3 (120 kg ha⁻¹) e T4 (180 kg ha⁻¹) por ocasião do plantio, e quatro níveis de adubação foliar com micronutrientes: T1 (Sem adubação), T2 (9 adubações foliares usando um total de 540,75 g ha⁻¹ de Fe, 394,17 g ha⁻¹ de Mn, 182,7 g ha⁻¹ de Zn, 150,57 g ha⁻¹ de Cu e 100,8 g ha⁻¹ de B); T3 (9 adubações foliares usando um total de 1081,5 g ha⁻¹ de Fe, 788,34 g ha⁻¹ de Mn, 365,4 g de Zn, 301,14 g de Cu e 201,6 g de B) e T4 (9 adubações foliares usando um total de 2163,0 g ha⁻¹ de Fe, 1182,51 g ha⁻¹ de Mn, 548,1 g ha⁻¹ de Zn, 451,71 g ha⁻¹ de Cu e 302,4 g ha⁻¹ de B) da solução nutritiva, tomando como padrão a solução nutritiva de Murashige e Skoog modificada (1962).

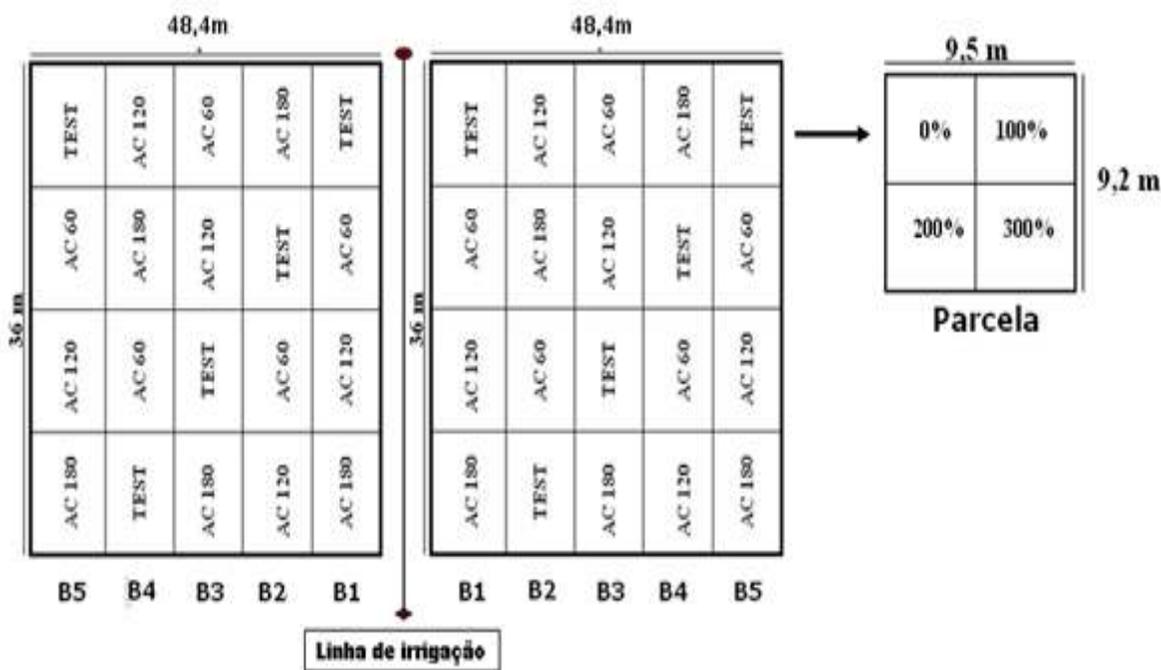


Figura 15 - Croqui da área experimental.

Foram realizadas nove aplicações de soluções via adubação foliar, com intervalo de 28 dias. Nas duas primeiras aplicações foi utilizada a solução inicial 10 vezes mais concentrada que a solução padrão, e que apresentava as seguintes concentrações de acordo com a tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 - Concentração inicial por tratamento dos compostos na solução nutritiva nas duas primeiras adubações foliares

Compostos	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
H ₃ BO ₃	0,0062%	0,0124%	0,0248%
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,0062%	0,0124%	0,0248%
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,0086%	0,0172%	0,0344%
MnSO ₄ .4H ₂ O	0,0169%	0,0338%	0,0676%
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,00278%	0,00556%	0,01112%

Utilizou-se ainda uréia a 2% a partir da terceira aplicação, com o objetivo de favorecer a absorção dos micronutrientes. Essas concentrações iniciais foram duplicadas nas três aplicações seguintes, triplicadas por outras três aplicações e quadruplicadas na última. O volume de solução em cada aplicação foi de 463L ha⁻¹.

As soluções estoque foram preparadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal no Departamento de Bioquímica da UFC, sendo uma solução contendo Fe-EDTA (S1) e outra com os demais micronutrientes (S2). A S1 foi preparada utilizando-se Na₂EDTA 2H₂O (3,73g L⁻¹) e FeSO₄.7H₂O (2,78 g L⁻¹) e a S2 foi preparada utilizando-se H₃BO₃ (6,2 g L⁻¹), MnSO₄.4H₂O (16,90 g L⁻¹), ZnSO₄.7H₂O (8,6 g L⁻¹) e CuSO₄.5H₂O (6,2 g L⁻¹).

3.6 Coletas e variáveis analisadas

As plantas foram coletadas numa frequência trimestral sendo a primeira amostragem realizada quando as mudas foram para o campo sendo coletadas trinta mudas, e em seguida a cada três meses foi realizada coleta, constituindo de quatro plantas/subparcela na segunda amostragem e, na terceira e quarta coletas foram coletadas apenas duas plantas/subparcela, num período de nove meses.

Na análise de crescimento foram utilizadas as medições como altura da planta através de réguas, área foliar pelo medidor de área foliar (LI-3000, Li-Cor, Lincoln, USA), matéria seca da parte aérea matéria seca do sistema radicular e relação raiz/parte aérea; A

partir da fitomassa seca determinaram-se a taxa de crescimento absoluto (TCA), a de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL), como seguem:

$$TCA = \frac{(p_2 - p_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$TCR = \frac{(Ln p_2 - Ln p_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$TAL = \frac{(p_2 - p_1)}{(t_2 - t_1)} * \frac{(Ln A_2 - Ln A_1)}{(A_2 - A_1)}$$

Em que, P representa a massa seca da planta, A é a área foliar total, t é o intervalo de tempo entre duas amostragens, e 1 e 2 referem-se a duas amostragens sucessivas.

Após a secagem das plantas, por cerca de quatro dias, em estufa com circulação forçada de ar, com a temperatura de 60°, o material foi moído em moinho tipo Willey, e acondicionado em sacos de papel para análises dos teores totais de B, Fe, Mn e Zn, seguindo-se os métodos descritos por Malavolta et al., (1997), através da digestão nítrico-perclórica e espectrofotometria de absorção atômica. O extrato para Zn, Mn e Fe foi obtido através da digestão de 0,5 g do material vegetal seco, em 6 mL da mistura de ácido nítrico (NHO₃) + ácido perclórico (HClO₄) na proporção 2:1 (v/v), deixado-se o material em repouso nos tubos de digestão durante uma noite. Decorrido o repouso, os tubos foram colocados no bloco digestor e aquecido gradativamente até 12°C e permanecendo nessa temperatura até o total desaparecimento dos vapores castanhos. Após a eliminação dos vapores castanhos elevou-se a temperatura para 250°C, mantendo-a constante até o aparecimento de vapores brancos e o extrato apresentar-se incolor. Após atingir a temperatura ambiente, o homogenato foi transferido para balão volumétrico, sendo o volume completado para 50 mL com água destilada. Os teores de Zn, Mn e Fe foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

A metodologia utilizada na determinação do B foi à colorimétrica, pela azometina H. O teor de B foi expresso em mg kg⁻¹ na matéria seca das diferentes porções da folha. Os teores de B na porção clorofilada e na folha inteira consistiram da média ponderada dos teores encontrados nas respectivas partes da folha.

Os totais extraídos de cada nutriente foram obtidos multiplicando-se os teores pela produção de matéria parte aérea, sendo expressos em g ha^{-1} .

3.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade através do software Assistat e a análise de regressão para os dados em que ocorreram efeitos significativos. Nos casos em que a interação entre os tratamentos foi significativa, procedeu-se a obtenção da superfície de resposta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento de cobertura do solo com plástico

4.1.1 Análise de crescimento da cultura

O resultado da análise de variância contido na Tabela 5 demonstra significância estatística em níveis de 1 e 5% de probabilidade, para as variáveis altura e área foliar do abacaxizeiro Vitória. Isso mostra a resposta da cultura não só às doses de micronutrientes aplicadas mas, também às diferentes formas de aplicação. Ainda, observa-se que os coeficientes de variação foram baixos para estudo em campo.

Tabela 5 - Resumo da análise da variância para os dados de altura e área foliar do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		Altura (cm)	Área foliar (cm ²)
FTE-12 (A)	3	15174,07928**	275175425,063**
Resíduo (A)	16	8,54389	21586,57871
AF (B)	3	786,06427**	6953778,25438**
Int. (AxB)	9	264,31491**	2188708,37918**
Resíduo (B)	48	0,79339	3593,67743
Época (C)	3	63,93635**	672873,05765**
Int. (A x C)	9	12,77864 **	123026.33768**
Int. (B x C)	9	22,68220 **	45381,6656**
Int.(A x B x C)	27	7,36940**	8564,94576 *
Resíduo (C)	192	2,78320	4672,82719
CV% (A)	-	10,80	5,51
CV% (B)	-	3,29	2,25
CV% (C)	-	6,16	2,56

** significativo em nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

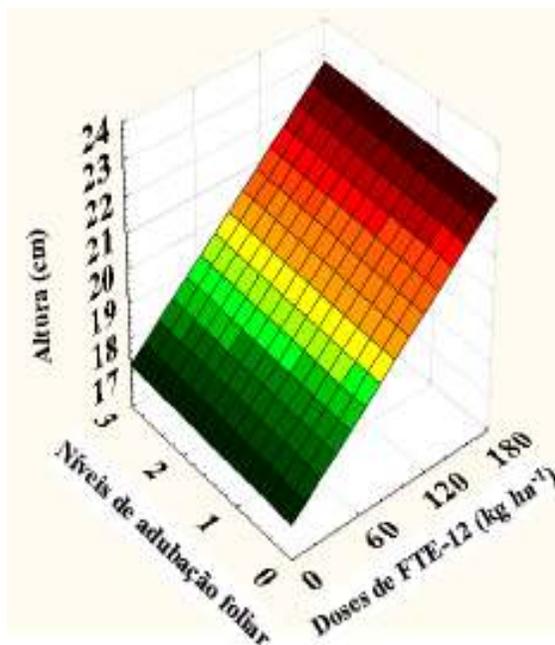
*significativo em nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Observa-se na Figura 16 que em todas as épocas a altura da planta cresceu linearmente com maiores valores nas maiores doses tanto de FTE-12 quanto nos níveis de adubação foliar. A representação gráfica da função de resposta da altura do abacaxizeiro corresponde às três épocas de avaliação, dos 90 aos 270 dias após plantio (DAP), porém, as

plantas também foram avaliadas na época do transplante, apresentando altura média de 15 cm. Comparando à altura das plantas aos 270 DAP em relação à altura no plantio, ocorreu aumento de 220%, evidenciando-se respostas significativas tanto a adubação com FTE-12 quanto adubação foliar, porém, não chegando a um ponto de máximo em nenhum dos tratamentos.

Barroso et al., (2003), encontraram crescimento linear aos 90 DAP para a cv. Smooth Cayenne, apesar das plantas apresentarem um crescimento lento. Rodrigues (2005), em estudo com abacaxizeiro nas condições da Região da Mata Paraibana também encontrou comportamento linear para altura das plantas nas cultivares Pérola e Smooth Cayenne, embora a Pérola apresentou-se superior em relação a cultivar Smooth Cayenne, sendo registrados incrementos mensais de 8,0 e 6,3 cm para os respectivos cultivares. O maior crescimento da cultivar Pérola está de acordo com as proposições de Reinhardt et al., (2002), de que as plantas da cultivar Smooth Cayenne são, em geral, de menor porte, o que se constitui em vantagem comparativa quando se refere às práticas de manejo e colheita.

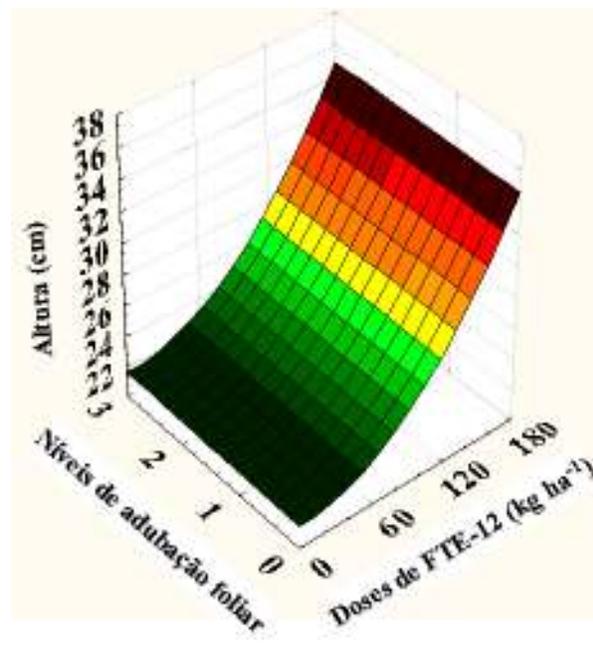
Os relatos encontrados na literatura descrevem que uma planta adulta, crescendo em condições climáticas ideais e sem deficiência hídrica, atinge de 100 a 120 cm de altura. Em condições de sequeiro, Reinhardt e Medina (1992) obtiveram altura de plantas da ordem de 81 a 93,5 cm e 97 cm, respectivamente.



$$Z = 16,99 + 0,031FTE + 0,079$$

$$(R^2 = 0,62)$$

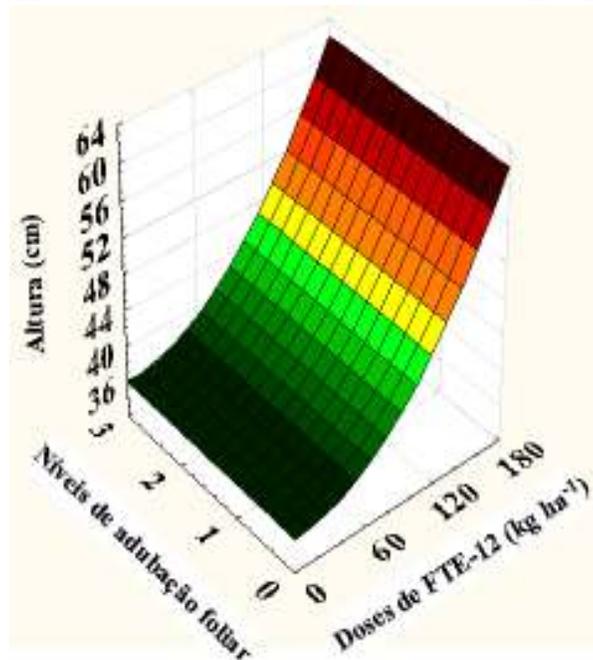
90 DAP



$$Z = 21,40 - 0,00029FTE + 0,00241FTE^2 + 0,071AF$$

$$(R^2 = 0,92)$$

180 DAP



$$Z = 35,78 - 0,000134FTE + 0,000811FTE^2 + 0,0421AF$$

$$(R^2 = 0,92)$$

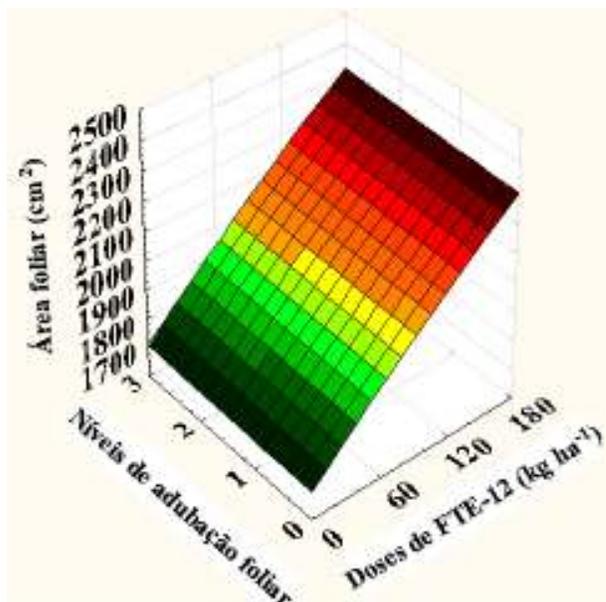
270 DAP

Figura 16 - Superfície de resposta da altura do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A área foliar do abacaxizeiro Vitória (Figura 17), foi influenciada pela interação entre as dosagens de FTE-12 e os níveis de adubação foliar nas épocas de avaliação. Observa-se que quanto maior a dosagem dos dois fatores de adubação maiores foram os valores de área foliar, sendo que dos 90 aos 180 DAP o fator adubação foliar foi mais expressivo e, aos 270 DAP a maior dose de FTE-12 apresentou maior valor médio.

Assim, comparando a área foliar máxima obtida aos 270 DAP com as demais épocas (90 e 180 DAP), verifica-se um aumento de 85,5 e 62 % respectivamente, evidenciando que as plantas apresentaram um grande crescimento da área foliar a partir dos 90 DAP, nas maiores doses.

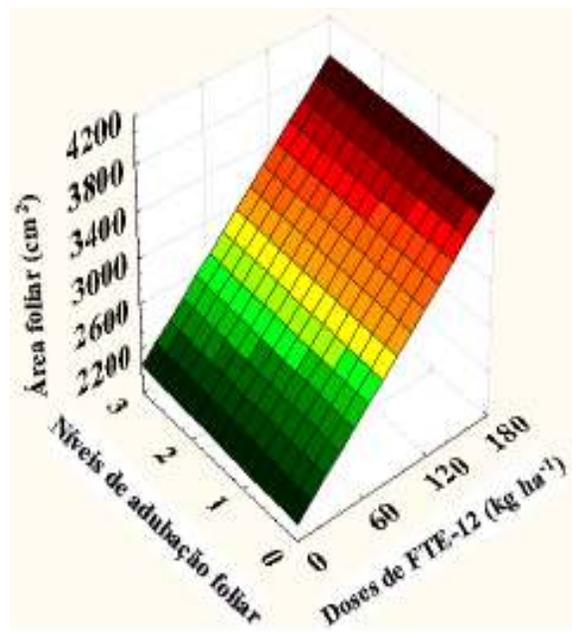
Estes resultados estão de acordo com Bregonci (2007) que fez a exposição das mudas micropropagadas às condições naturais de clima em diferentes idades de retirada da casa de vegetação (0, 1, 2, 3, e 4 meses) e a testemunha que permaneceu por 5 meses adubadas com solução nutritiva de Hoagland, observando que as diferenças na área foliar das plantas do abacaxizeiro cv. Gold começaram a aparecer já aos 90 dias de retirada da casa de vegetação, porém apresentando maior área foliar aos 150 dias de avaliação, nas mudas que ficaram na casa de vegetação por cinco meses. Já Reboledo Martinez et al., (2005), em experimento com 3 cultivares (Champaka, Oro e Smooth Cayenne) sob cultivo com e sem cobertura plástica do solo, encontraram curvas de crescimento linear de área foliar, para todas as cultivares e ambientes, até ao décimo mês de plantio, semelhantes às deste trabalho.



$$Z = 1692,51 + 3,81FTE - 0,00247FTE^2 + 5,052AF$$

$$(R^2 = 0,90)$$

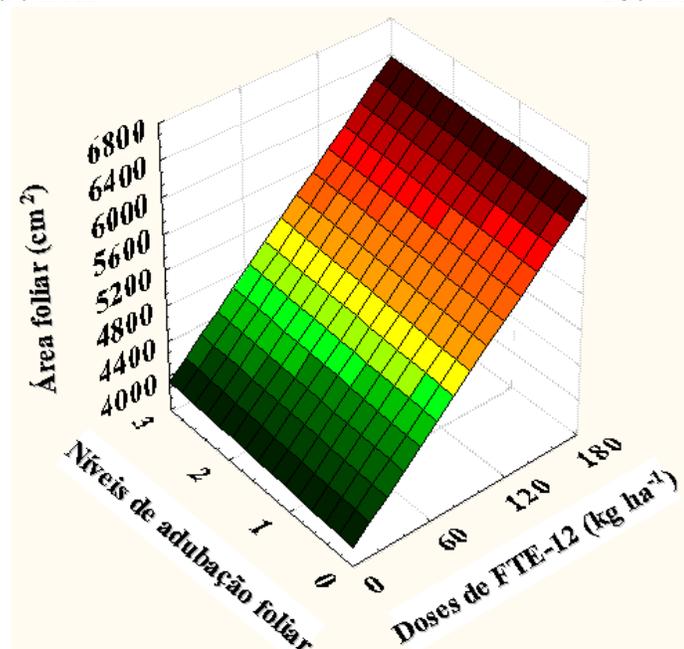
90 DAP



$$Z = 1950,11 + 10,10FTE + 32,3AF$$

$$(R^2 = 0,95)$$

180 DAP



$$Z = 3815,18 + 13,535FTE + 41,014AF$$

$$(R^2 = 0,95)$$

270 DAP

Figura 17 - Superfície de resposta da área foliar do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

Observa-se na Tabela 6, a análise de variância aos níveis de 1 e 5% de probabilidade para fitomassa seca da parte aérea da planta, peso seco da raiz e a relação raiz/parte aérea, mostrando que ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, sendo influenciados pelas formas de adubação e doses de adubação.

Tabela 6 - Resumo da análise da variância para os dados de fitomassa seca da planta, peso seco da raiz e relação raiz parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Peso seco da parte aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco da raiz (g)	Relação raiz/parte aérea
FTE-12 (A)	3	21576,71519**	2575,68018**	0,56025**
Resíduo (A)	16	38,67722	12,34017	0,00571
AF (B)	3	2089,00787**	233,03404**	0,01244**
Int. (AxB)	9	700,93886**	51,73514**	0,01158**
Resíduo (B)	48	52,61368	7,31606	0,00279
Época (C)	3	392,73727**	19,87841**	0,00839*
Int. (A x C)	9	56,42789**	4,42970*	0,00129*
Int. (B x C)	9	180,69915**	9,76139*	0,01005**
Int.(A x B x C)	27	29,781*	4,81603*	0,00301*
Resíduo (C)	192	16,84353	4,33938	0,00283
CV% (A)	-	21,26	28,46	26,19
CV% (B)	-	24,80	29,61	18,30
CV% (C)	-	14,03	22,81	18,46

** significativo em nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

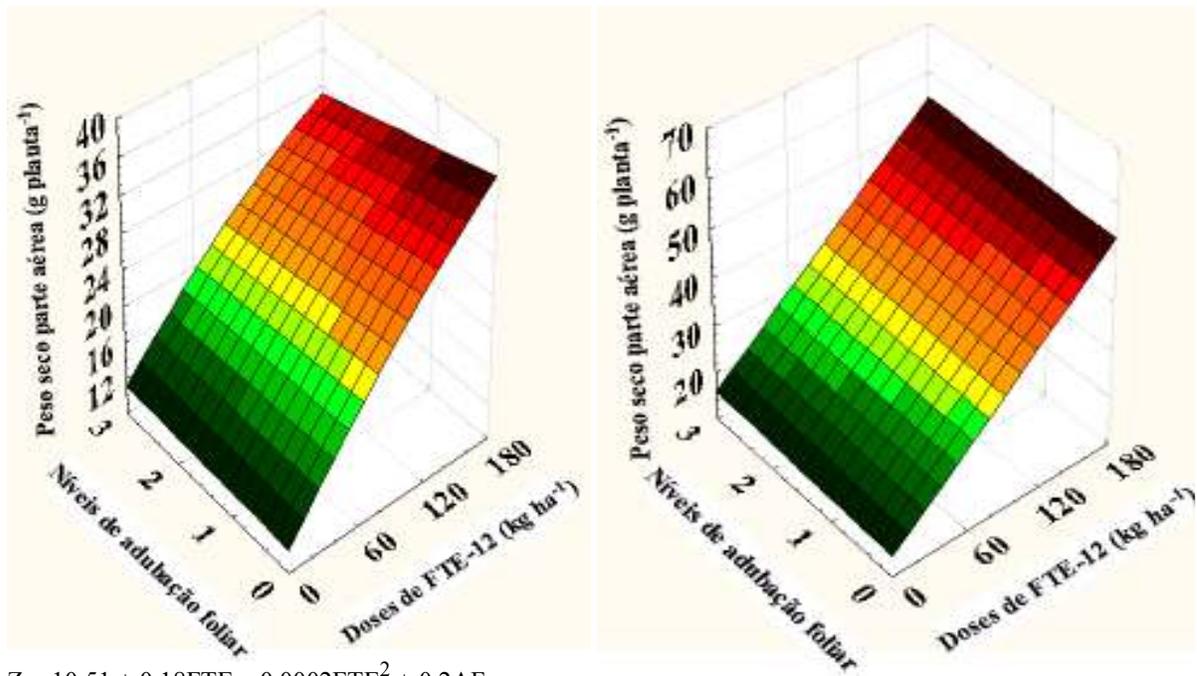
* significativo em nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Na Figura 18, tem-se a superfície de resposta, do acúmulo de matéria seca total em função dos níveis da adução com FTE-12 e da adubação foliar, em diferentes épocas de avaliação. Os valores da variável dependente peso seco da parte aérea da planta tenderam a crescer com o aumento das doses ao longo do desenvolvimento da planta em um comportamento linear positivo. Esse crescimento apresentou taxas menores nas dosagens mais baixas, onde aos 270 DAP houve um incremento de 459% de massa seca comparado ao plantio (9,6 g planta⁻¹) na maior dose de FTE-12 e, de 22% comparando a maior e menor dose também aos 270 DAP.

Portanto, a resposta da planta ao acúmulo de matéria seca, evidencia uma maior expressão da adubação com FTE-12, mostrando a necessidade do uso da aplicação de micronutriente não só via solo, mas, via foliar também. De acordo com Malézieux et al., (2003), independente da cultivar de abacaxi, os maiores ganhos em massa seca são obtidos pelas

folhas, resultante da sua habilidade em manter a capacidade fotossintética prolongada por um longo período de tempo.

Também, de acordo com Melo et al., (2006), observou-se um crescimento linear na cv. Pérola em cultivo irrigado e adubado com FTE. Denota-se que acúmulo de massa seca pelo abacaxizeiro está associado ao índice de área foliar e a habilidade das folhas em manter a capacidade fotossintética por longo período (MALÉZIEUX, 2003).



$$Z = 10,51 + 0,18FTE - 0,0002FTE^2 + 0,2AF - 0,011FTE*AF$$

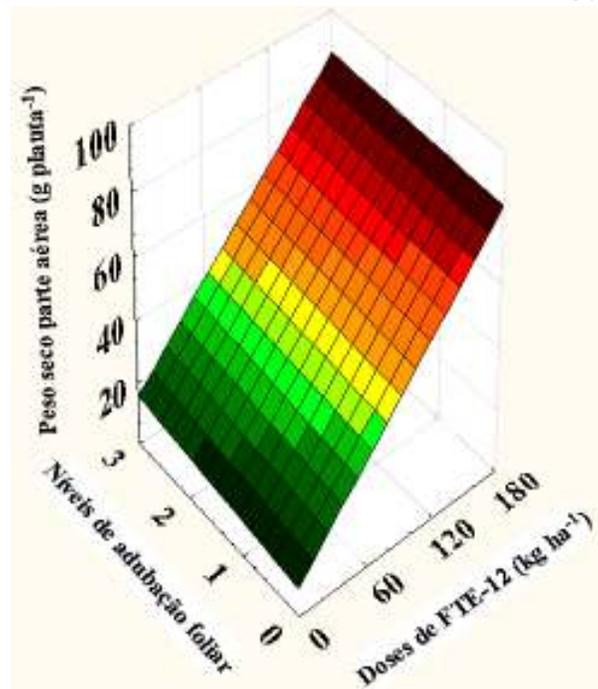
$$(R^2 = 0,77)$$

$$Z = 14,17 + 0,215FTE + 0,611AF$$

$$(R^2 = 0,83)$$

90 DAP

180 DAP



$$Z = 8,89 + 0,415FTE + 2,29AF - 0,0072FTE*AF$$

$$(R^2 = 0,87)$$

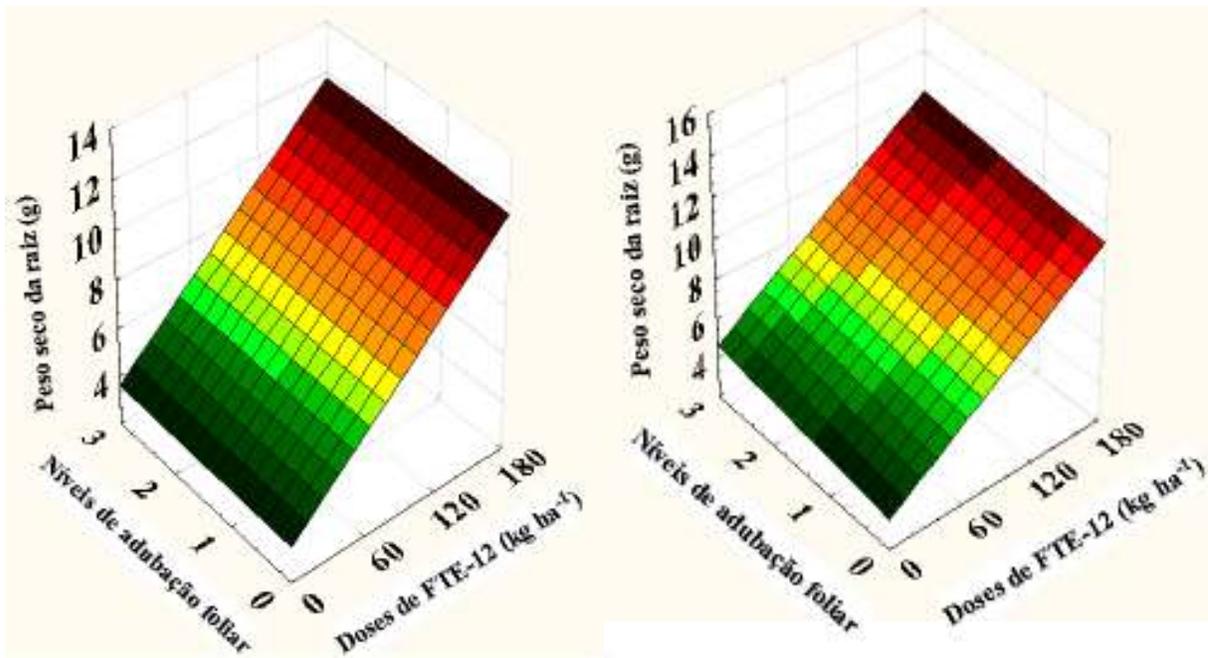
270 DAP

Figura 18 – Superfície de resposta do peso seco da parte aérea da planta do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

Verifica-se na Figura 19, a resposta de acúmulo de matéria seca sistema radicular, mostrando que há inferência estatística nas dosagens de micronutrientes, entre os fatores de aplicação e no tempo. Observa-se que o sistema radicular do abacaxizeiro vitória apresentou um incremento positivo, não só ao longo do tempo, mas, entre as formas de aplicação e suas dosagens, onde á medida que aumentou a dose, maior a matéria seca da raiz, não encontrando um ponto máximo, indicado que a cultura poderá responder a níveis maiores de adubação nas condições locais do experimento.

Observa-se ainda que, o maior crescimento em massa seca do sistema radicular, foi no intervalo do plantio aos 90 DAP comparado com as demais épocas, estando de acordo com Py et al., (1984), onde relata que a quantidade das raízes produzidas pelo abacaxizeiro, após o plantio, depende do tipo e do vigor da muda, chegando a 15 – 20 cm de profundidade, alongando-se durante os primeiros meses pois só a partir do quarto ou quinto mês haverá emissões de novas raízes.

Desse modo, é provável que os resultados encontrados, estejam associados ao melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas nas maiores doses, juntamente com a maior temperatura na superfície do solo através do plástico promovendo um aumento da massa do sistema radicular. Essa observação está de acordo com Cunha (1999), onde este afirma que além da adubação a elevação da temperatura no meio enraizante provoca aumento de peso do sistema radicular e conseqüentemente da planta. Esses valores também estão de acordo com Barreiro Neto et al., (2002), que encontraram 5,36g de massa seca da raiz aos 150 dias após transplântio.



$$Z = 3,48 + 0,145FTE + 0,044AF$$

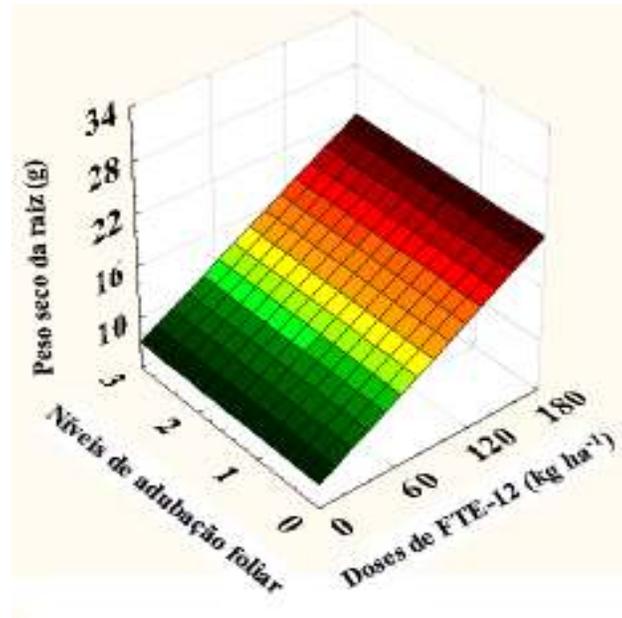
$$(R^2 = 0,82)$$

90 DAP

$$Z = 3,52 + 0,041FTE + 0,37AF$$

$$(R^2 = 0,82)$$

180 DAP



$$Z = 6,77 + 0,084FTE + 0,096AF$$

$$(R^2 = 0,87)$$

270 DAP

Figura 19 - Superfície de resposta do peso seco da raiz do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A razão raiz/parte aérea mostrada na Figura 20 decresceu ao longo do período experimental. No plantio as plantas apresentaram uma relação raiz/parte aérea de (0,40) e, aos 270 DAP (0,17) representando um decréscimo de 135%, e mostrando que o desenvolvimento da parte aérea foi bastante superior ao crescimento radicular.

Ainda observa-se que, essa relação foi menor à medida que aumentou a dosagem nas formas de adubação (FTE-12 e Adubação foliar), principalmente aos 270 DAP onde planta apresentou maior crescimento de biomassa.

Para Moreira (2001) e Barboza et al., (2006), o período de aclimação do abacaxizeiro é considerado crítico por causa da lentidão do crescimento do sistema radicular e da parte aérea.

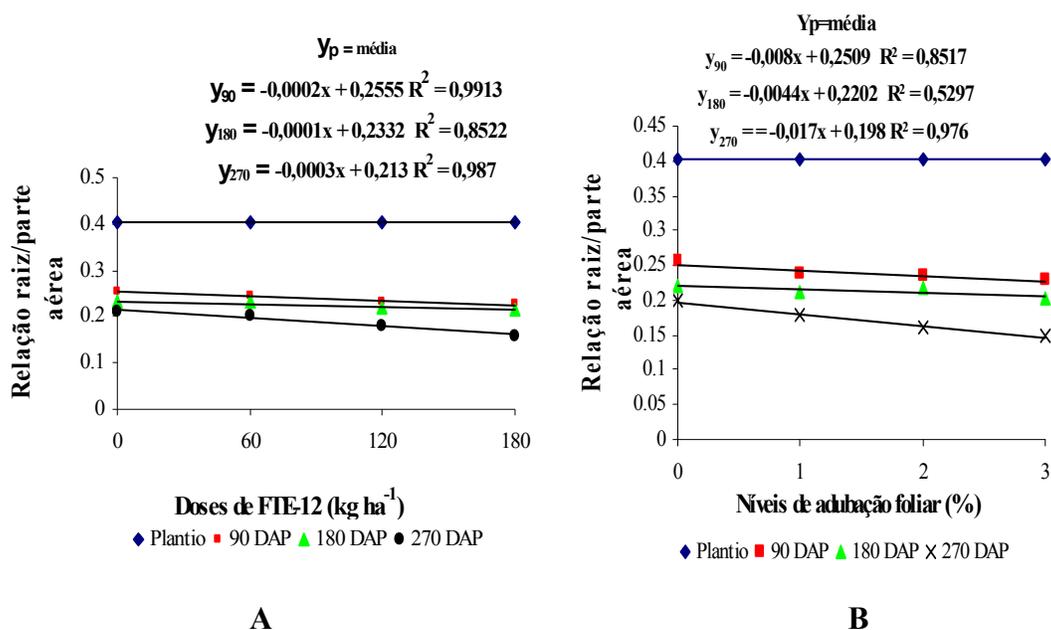


Figura 20 - Relação raiz/parte aérea do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico adubado com FTE-12 (A) e níveis de adubação foliar (B), no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, CE, 2009.

A análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão da planta é uma função do tamanho inicial, isto é, o aumento da matéria seca está relacionado à matéria seca no início do período de observação. (BENINCASA, 1988).

Verifica-se na Tabela 7, na análise de variância estatística aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, para taxa de crescimento absoluta, taxa de crescimento relativo e taxa de

assimilação líquida, mostrando que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos e suas interações.

Tabela 7 - Resumo da análise da variância para os dados de taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		TCA (g dia ⁻¹)	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	TAL (g m ² dia ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	62,54**	0.4738**	11170.88**
Resíduo (A)	16	2,72	0.003428	92.00482
AF (B)	3	12,85**	0.014008**	205.1143 ^{ns}
Int. (AxB)	9	25,04**	0.06571**	1399.152**
Resíduo (B)	48	1,695	0.00246	73.55969
Época (C)	2	1,504 ^{ns}	0.004546 ^{ns}	43.4557 ^{ns}
Int. (A x C)	6	12,470**	0.012069**	288.2033**
Int. (B x C)	6	7,796**	0.009017**	274.0903**
Int.(A x B xC)	18	11,767**	0.01668**	356.038**
Resíduo (C)	128	1,045	0,00163	44.48949
CV% (A)	-	36,65	31,89	36,35
CV% (B)	-	28,95	27,02	37,44
CV% (C)	-	22,73	22,02	29,12

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

^{ns} não significativo

A TCA representa a velocidade de crescimento da planta, e a interação entre os níveis de adubação com FTE e adubação foliar em diferentes épocas de avaliação de crescimento sendo significativa a 1 e 5% de probabilidade, ajustando-se ao modelo de regressão linear (Figura 21). O maior valor da TCA ocorreu nos maiores níveis de adubação via solo e foliar aos 270 DAP, confirmando o comportamento diferenciado na acumulação de matéria seca na cultura do abacaxizeiro entre as diferentes doses, seja de FTE-12 ou adubação foliar. Avaliando o aumento da TCA nas maiores doses aos 270 DAP, houve incremento de 50% na adubação com FTE e de 33% com adubação foliar, em relação à menor dose.

Morais *et al.*, (2008), encontraram TCA máxima de $0,007 \text{ g dia}^{-1}$ na cultura do melão, em solo coberto com plástico preto de polietileno, reforçando o relato de Praela e Ribeiro (2002), de que tanto as temperaturas diurnas como as noturnas afetam o desenvolvimento e o crescimento vegetativo, e que os dados somente perdem sua confiabilidade sob condições de extremo ou prolongado estresse hídrico.

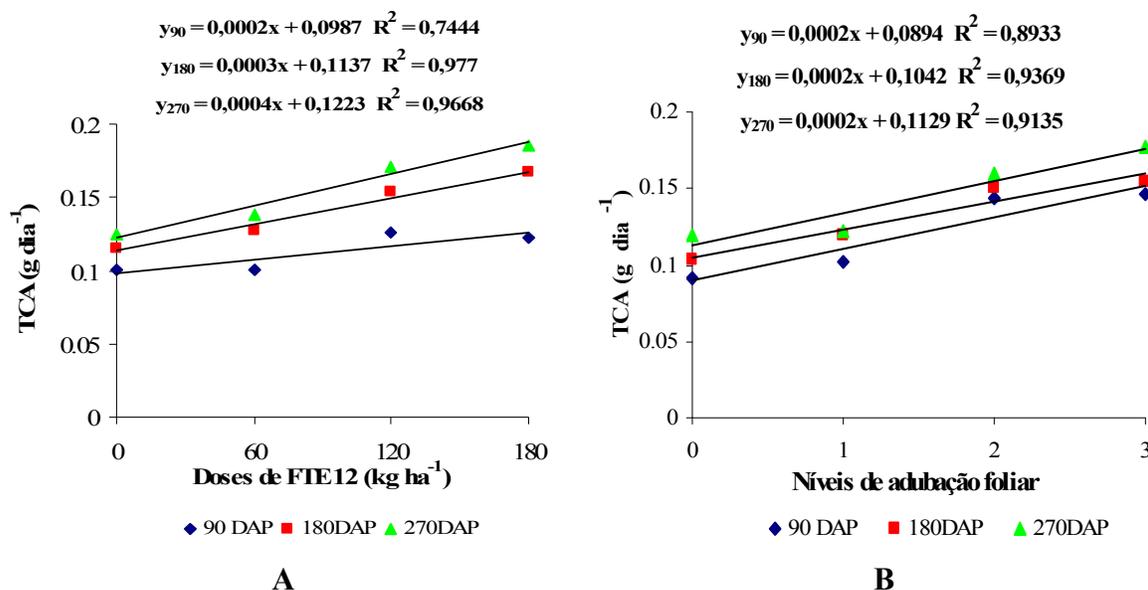


Figura 21 – Valores médio da TCA com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE.

As curvas da taxa de crescimento relativo (TCR) em razão de diferentes doses de FTE-12 e adubação foliar, em três épocas de avaliação na cultura do abacaxizeiro vitória, são representadas na Figura 22. Observa-se comportamento de crescimento linear, apresentando inferência estatística onde nas maiores doses obtiveram as maiores taxas de crescimento, como mostra a Figura 22A e 22B com coeficientes de determinação acima de 0,95.

A TCR é conceituada como um índice de eficiência, já que representa a capacidade da planta em produzir material novo; de acordo com a Figura 22, pode-se deduzir que as duas formas de adubação com micronutrientes (via solo e adubação foliar) influenciaram positivamente essa variável. Observa-se que ao longo do tempo de avaliação a TCR foi crescente, porém, lentamente, apresentando um aumento de 13,75% na menor dose e, de 15,55% na maior durante o período de avaliação.

Em relação ao tempo, a tendência geral da TCR foi reduzir com o desenvolvimento do ciclo das culturas, porém, isso não foi observado, devido às avaliações serem realizadas durante a fase inicial do abacaxizeiro. Assim, percebe-se uma fase inicial de crescimento lento no acúmulo de biomassa seca, pois as plantas apresentaram aumento no incremento de massa seca, mas com taxas menores ao longo de tempo.

De acordo com Radford (1967) e Chiariello et al., (1991) a TCR é o índice mais apropriado para comparar efeitos de diferentes manejos agrônômicos, por ser relativo e não depender de pressuposições matemáticas.

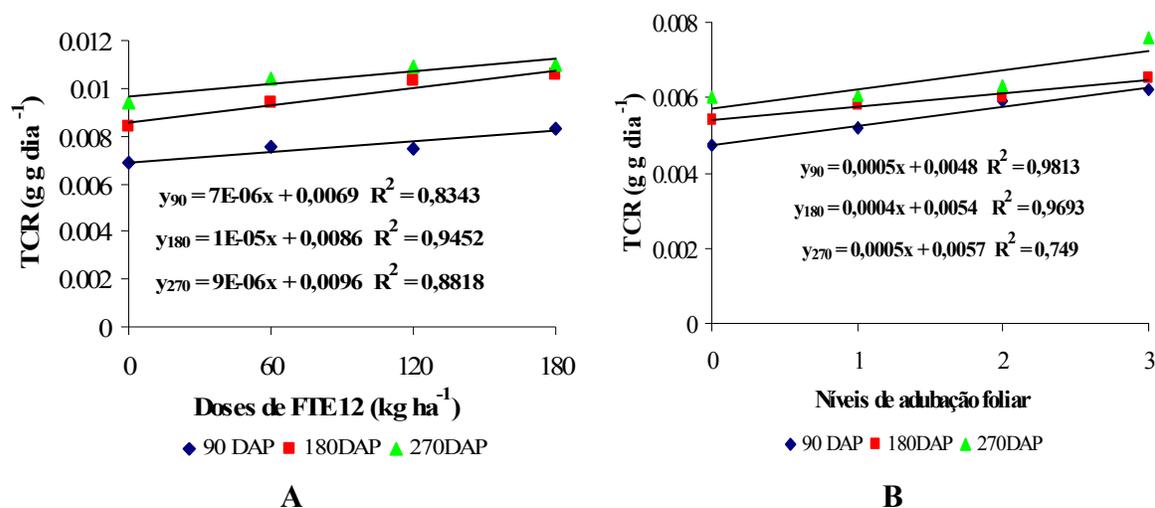


Figura 22 – Valores médios da TCR com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE.

Portanto, há a hipótese de um aumento de eficiência no acúmulo de material, justamente quando há translocação de fotoassimilados durante a fase produtiva e, esse comportamento de TCR é amplamente reportado na literatura, como em Benincasa (1988), Rodrigues (1990) e Moreira (1993).

Os resultados referentes à taxa assimilatória líquida (TAL), encontram-se expostos na Figura 23. Pela análise, constata-se um comportamento linear semelhante entre os tratamentos em todas as épocas de avaliação, apresentando coeficientes de determinação acima de 0,92, com valores superiores nas maiores dosagens tanto na adubação com FTE-12 (A) como na adubação foliar (B). O tratamento sem adubação mostra os menores valores de TAL, em todo o período de avaliação.

Verifica-se um aumento na TAL de 14,28% e 62% com 180 kg ha⁻¹ de FTE e com nível 3 da adubação foliar aos 90 DAP, comparado a menor dose. Já aos 270 DAP, esse acréscimo foi de 31% e 87% para FTE e adubação foliar, respectivamente.

Tendo em vista que TAL expressa o balanço entre a fotossíntese e a respiração (WATSON, 1952), em plantas C3 considera-se as perdas por fotorespiração, onde em condições desfavoráveis que leva a planta a gastar mais energia para o seu desenvolvimento prejudicando a assimilação de CO₂ pelas folhas.

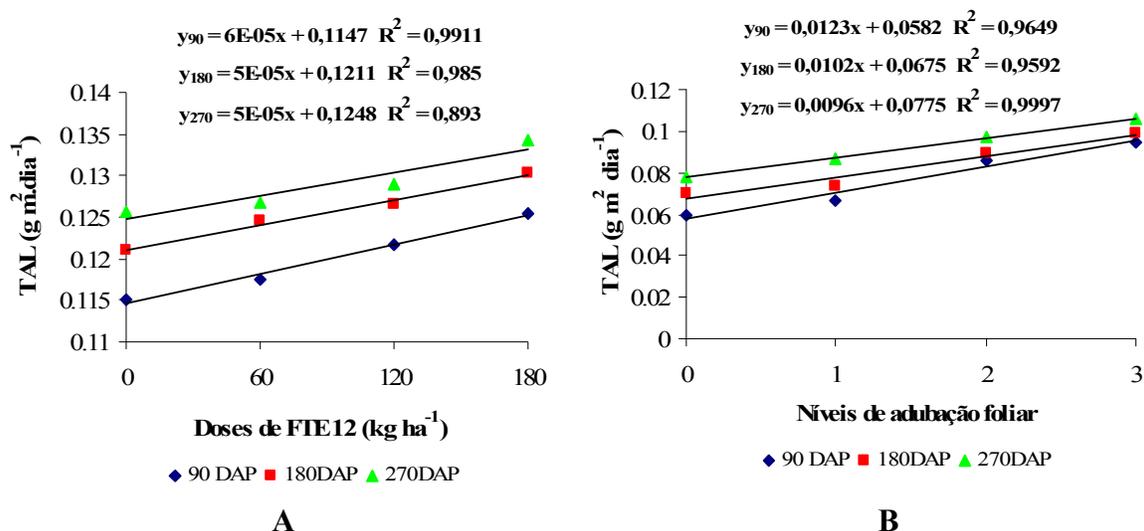


Figura 23 – Valores médios da TAL com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com plástico, Acaraú, CE.

De acordo com Andrade et al., (2001), trabalhando com capim-elefante cv. Napier, encontraram valores baixo da TAL de 3,57 g cm² dia⁻¹ aos 123 dias, porem, no abacaxizeiro foi encontrado valores bem mais baixos, podendo está relacionado ao seu comportamento fisiológico.

4.1.2 Teores e Extração dos micronutrientes

Na Tabela 8 pode-se observar que a adubação com micronutrientes tanto via solo quanto foliar ao longo do tempo, influenciaram significativamente a 1 e 5 % de

probabilidade os teores de Ferro, Zinco, Manganês e Boro. Já quanto à fonte de variação para a interação entre os fatores de adubação x épocas não há diferença estatística pelo teste F a 5%.

Tabela 8 - Resumo da análise da variância para dos teores de Fe, Zn, Mn e B no abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	145505,76200**	121321,717**	4795862,576**	62183,33173**
Resíduo (A)	8	553,18499	536,62160	30109,5112	425,9471
AF (B)	3	7801,36435**	8565,93267**	320745,2710**	4345,6034**
Int. (Ax B)	9	3895,39052**	2186,0335 **	116235,0432**	3366,2100**
Resíduo (B)	24	363,42432	362,44929	23002,02947	345,5640
Época (C)	2	2394,75820**	2167,96289**	89778,7636**	1119,7458**
Int. (A x C)	6	677,06503*	948,59422*	49203,1639**	1368,0754**
Int. (B x C)	6	481,13694 ^{ns}	380,73551 ^{ns}	14824,1713 ^{ns}	681,1106**
Int.(Ax BxC)	18	476,40796 ^{ns}	424,93726 ^{ns}	12696,4795 ^{ns}	348,7455 ^{ns}
Resíduo (C)	64	295,79973	312,75833	13267,8369	247,6731
CV% (A)	-	31,55	29,74	43,94	37,78
CV% (B)	-	25,58	24,44	47,14	34,03
CV% (C)	-	23,07	22,70	35,80	28,81

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

Na Figura 24, tem-se a representação gráfica do teor de Fe na parte aérea do abacaxizeiro adubado via solo (A), e via foliar (B). Verifica-se um comportamento crescente do teor de Fe à medida que aumentou as dosagens de micronutrientes ao longo do tempo. Aos 180 DAP, a dose de 180 kg ha⁻¹ de FTE-12 e nível 3 de adubação foliar proporcionaram aumento percentuais de 157,3 e 145 em relação à menor dose, respectivamente.

Franco e Prado (2008), em estudo com cultura da goiabeira cv. Paluma, adubado com solução nutritiva completa, encontraram teores médios nas folhas de 30; 103; 112 e 23 mg kg⁻¹ de B, Fe, Mn e Zn, respectivamente, enquanto Natale *et al.*, (1996) consideram teores adequados de 20 - 25; 20 - 40; 60 - 90; 40 - 80 e 25 - 35 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, na folha diagnóstica. Já, Salvador *et al.*, (1999), em estudo com mudas de goiabeira, em solução hidropônica, encontraram teores de 43; 98; 117 e 23 mg kg⁻¹ de B, Fe, Mn e Zn, respectivamente, na folha diagnóstica no tratamento completo.

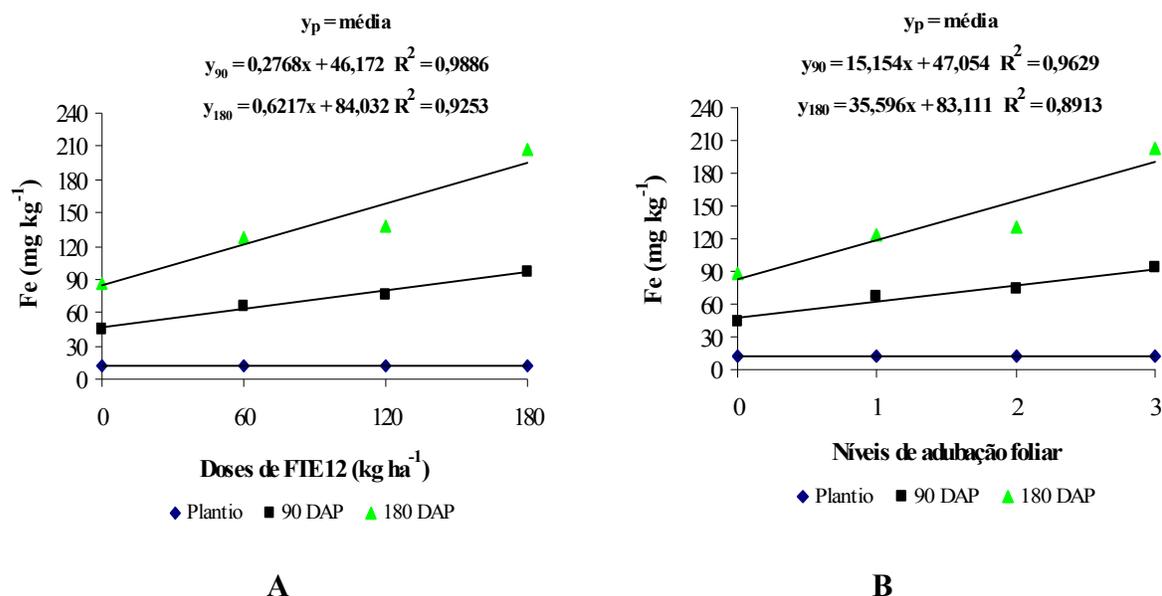


Figura 24 - Teor de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

Analisando a influência da adubação com micronutrientes na forma sólida (via solo) e líquida (foliar) no teor de zinco na parte aérea do abacaxizeiro vitória, percebe-se que houve influência ao longo do tempo (FIGURA 25). Nota-se um comportamento linear do teor deste elemento, onde as maiores dosagens proporcionaram maior acúmulo de Zn nas folhas.

Para adubação com 180 kg ha^{-1} FTE-12 (A) aos 180 DAP, esse acúmulo foi de 150 e 650,3 % respectivamente, na mesma dose comparada aos 90 DAP e ao transplântio. Quanto aos níveis de adubação foliar esses percentuais foram de 123,5 e 673,4 % para o maior nível de adubação foliar aos 180 DAP comparado aos 90 DAP e ao transplântio.

Galvão e Mesquita Filho (1981) estudaram o efeito de fontes de zinco para a cultura de milho em solos argilosos e concluíram que tanto o sulfato de zinco como o óxido de zinco ou as fritas têm a mesma eficiência quanto à produção de matéria seca, desde que aplicados corretamente. Os referidos autores verificaram também que o teor de zinco no solo aumentou em função do aumento das doses aplicadas (0, 1,25, 2,5, 5,0 e $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$), independentemente das fontes utilizadas (sulfato, óxido ou FTE) encontrando teores de 35 e $36,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de Zn respectivamente da massa seca do milho.

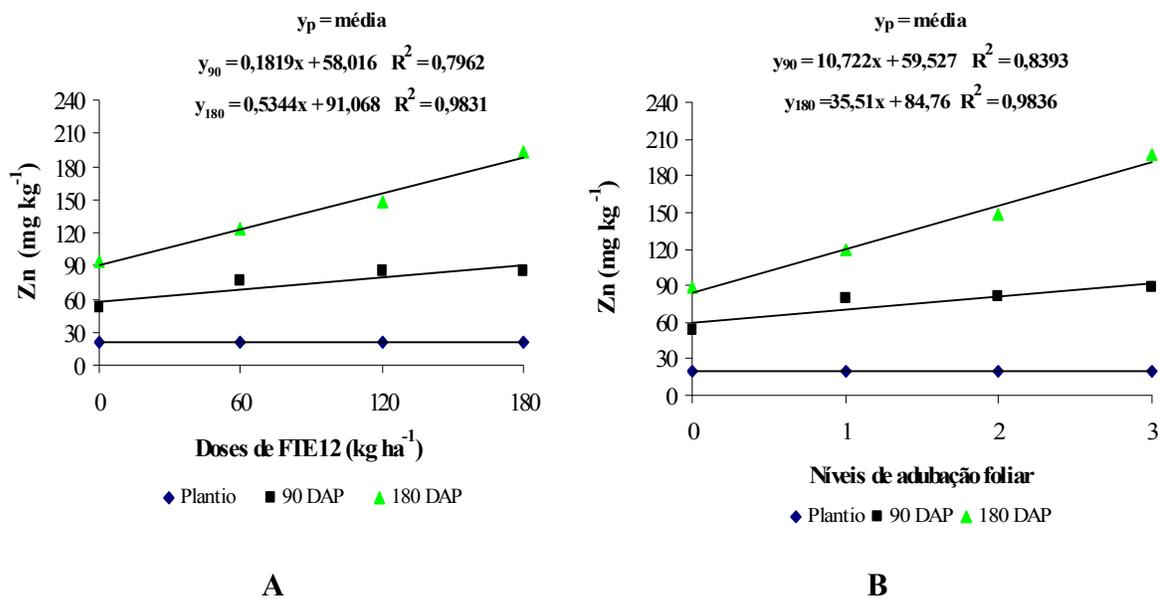


Figura 25 - Teor de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

Na Figura 26, tem-se o teor de Mn acumulado na parte aérea do abacaxizeiro. Verifica-se que este acúmulo foi linear entres os níveis de adubação até os 270 DAP, dos 90 aos 180 DAP, porém os maiores incrementos foram observados aos 180 DAP tanto na adubação via solo quanto via foliar.

Segundo Furlani (2004), as concentrações de Mn nas plantas variam entre 5 e 1500 mg kg⁻¹ de massa seca da planta, dependendo da parte da planta e da espécie, considerando-se concentrações entre 20 e 700 mg kg⁻¹ como adequadas para um crescimento normal das plantas.

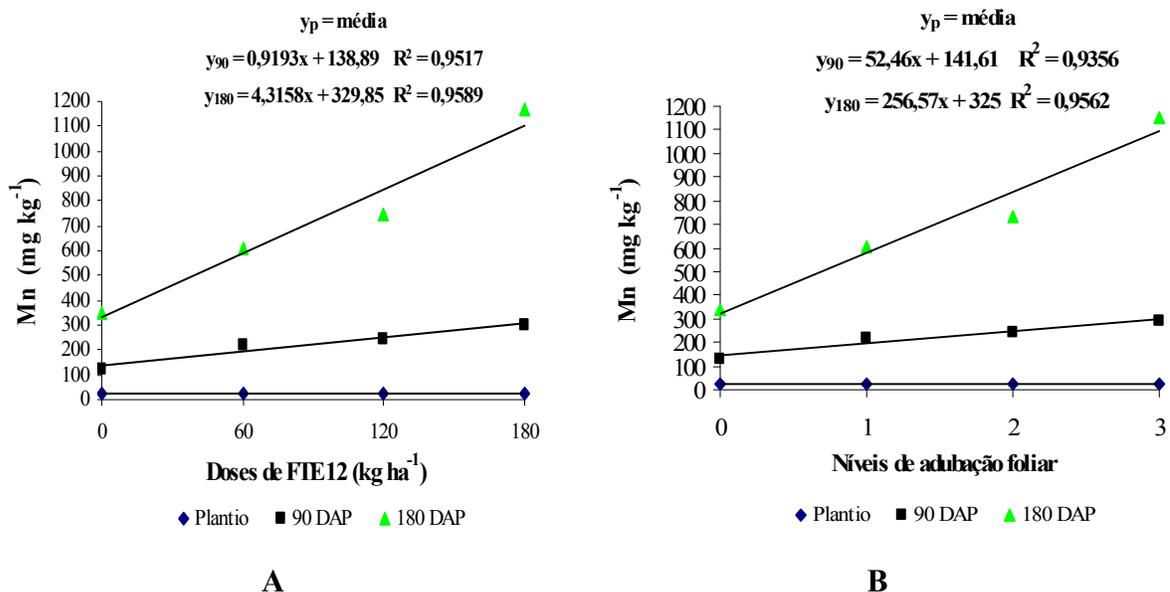


Figura 26 - Teor de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

Os teores médios de B na parte aérea do abacaxizeiro vitória adubados via solo (Figura 27A) e foliar (Figura 27B), apresentaram crescimento linear durante o período de avaliação. Os maiores acúmulos deste micronutriente foram aos 180 DAP tanto na maior dose de FTE-12 quanto no maior nível de adubação foliar.

Salvador et al., (2003), em experimento conduzido em solução nutritiva com Boro, na cultura da goiabeira, observaram que a aplicação de $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ de boro resultou em teor de 92 mg kg^{-1} na folhas, causando toxidez. Ainda os mesmos autores, relatam que as dose $1,5$ e $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ de B causaram diferenças significativas nos teores foliares de boro, originando uma resposta linear com o uso do nutriente e um considerável acréscimo na altura das plantas de goiabeira.

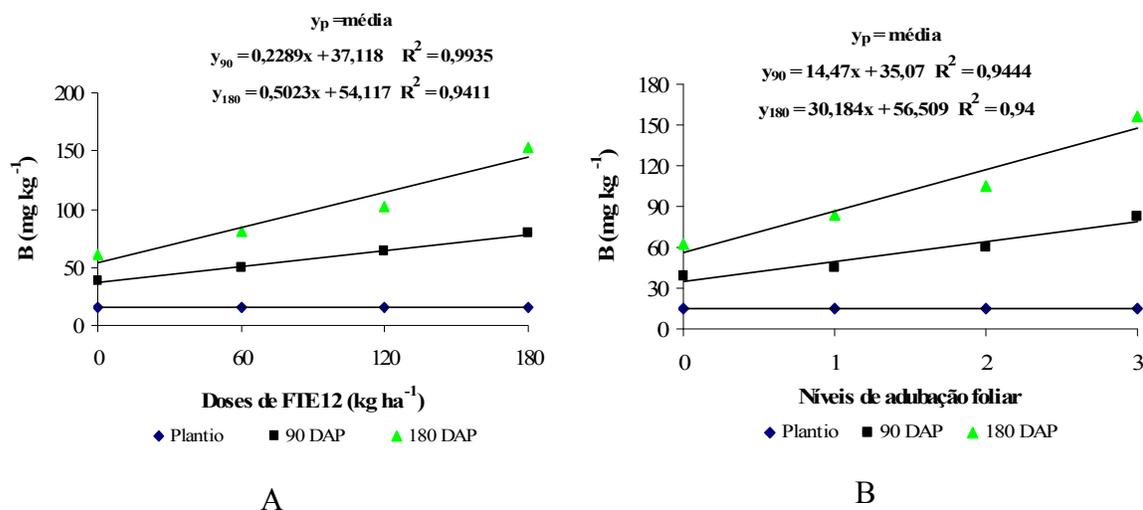


Figura 27 - Teor de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

O resumo da análise de variância dos totais extraídos de Fe, Zn, Mn e B, estão apresentados na Tabela 9. A análise mostrou que tanto o fator FTE-12 quanto a adubação foliar no tempo, influenciaram significativamente no acúmulo destes nutrientes na parte aérea do abacaxizeiro Vitória em nível de significância de 1 e 5%. No entanto, as interações desses fatores no tempo não apresentaram diferença significativa.

Tabela 9 - Resumo da análise da variância para os valores de Fe, Zn, Mn e B extraídos pelo abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com plástico preto sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Fe (g ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	B (g ha ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	23280,1750**	19410,8561**	767313,4607**	9949,0146**
Resíduo (A)	8	88,50655	85,85674	4817,36644	68,14942
AF (B)	3	1248,17826**	1370,50515**	51317,5976**	695,2741**
Int. (AxB)	9	623,24247**	349,75421**	18597,0077**	538,5764**
Resíduo (B)	24	58,14598	57,99003	3680,20787	55,2884
Época (C)	2	383,14903**	346,86294**	14364,1516**	179,1536**
Int. (A x C)	6	108,32691**	151,77012*	7872,26205**	218,8851**
Int. (B x C)	6	76,97939 ^{ns}	60,91571 ^{ns}	2371,79185 ^{ns}	108,9742**
Int.(A x B x C)	18	77,98197 ^{ns}	67,98777 ^{ns}	2031,37262 ^{ns}	103,7959 ^{ns}
Resíduo (C)	64	47,32643	50,03975	2122,78756	39,6264
CV% (A)	-	31,55	29,74	43,94	37,78
CV% (B)	-	25,58	24,44	47,14	34,03
CV% (C)	-	23,07	22,70	35,80	28,81

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

^{ns} não significativo ($p \geq .05$)

Foi observado na Figura 28, um acréscimo na extração de Fe na parte aérea do abacaxizeiro cv. Vitória tanto adubado via solo (A) como via foliar (B). Verifica-se que o teor inicial (plantio), de Fe foi de 4,83 g ha⁻¹, valor considerado baixo segundo Furlani (1994). Já na segunda avaliação, todos os tratamentos apresentaram extração média dentro da faixa adequada para os vegetais (10 a 80 mg kg⁻¹) de massa seca.

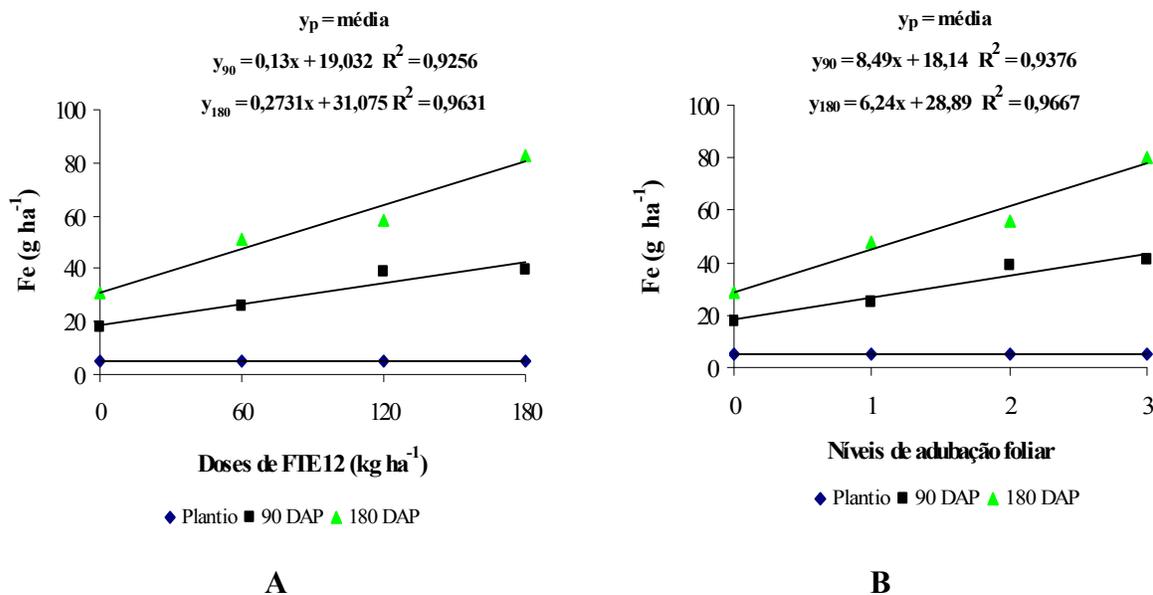


Figura 28 - Extração de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

A extração de Zn na parte aérea do abacaxizeiro está representada na Figura 29. Verifica-se que o modelo linear representou bem os resultados, apresentando coeficientes de determinação acima de 0,98 na adubação via solo e foliar. Já aos 180 DAP o total extraído pela cultura foi superior ao tratamento 1 em 200% na adubação via solo e 153,8% via foliar.

Carvalho et al., (2008), estudando mudas de abacaxizeiro cv. Imperial adubado com 10 mmol L⁻¹ de Zn, encontraram 138,6 micrograma de Zn nas folhas do abacaxizeiro aos 105 dias de experimento. Ao contrário de Galvão (1996) comparou diferentes formas de aplicação de Zn constatou que o uso de 1,2 kg ha⁻¹, aplicado a lanço, não diferiu da adubação foliar (solução de sulfato de zinco a 1%).

Malavolta et al., (1987), ao avaliarem a eficiência relativa das fontes de zinco para o milho, observaram que em solos arenosos as plantas responderam diferentemente às fontes utilizadas (óxido de zinco, sulfato de zinco e fritas FTE BR-12), sendo que a

aplicação de altas doses de sulfato de zinco (maior que $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$) provocou fitotoxidez à cultura e reduziu a produção de matéria seca, enquanto as outras fontes estudadas não mostraram tendência para toxidez.

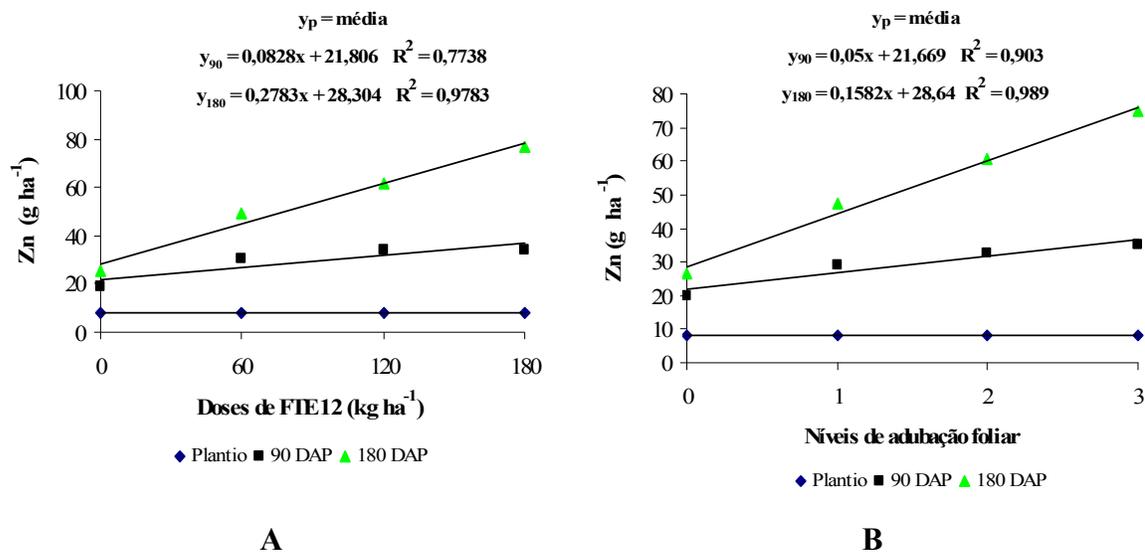


Figura 29 – Extração de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

Ao analisarmos a aplicação de Mn foliar e via solo, observamos na Figura 30, um efeito linear para ambas as formas de aplicação. No caso da aplicação via solo, observa-se que na maior dose ocorreu uma extração de Mn de $466,8 \text{ g ha}^{-1}$ aos 180 DAP e para via foliar extração de Mn de $456,5 \text{ g ha}^{-1}$. Verifica-se também, que o acréscimo na extração de Mn foi maior no intervalo de 90 e 180 DAP, comparado ao intervalo do plantio e 90 DAP, sendo proporcional ao aumento das dosagens.

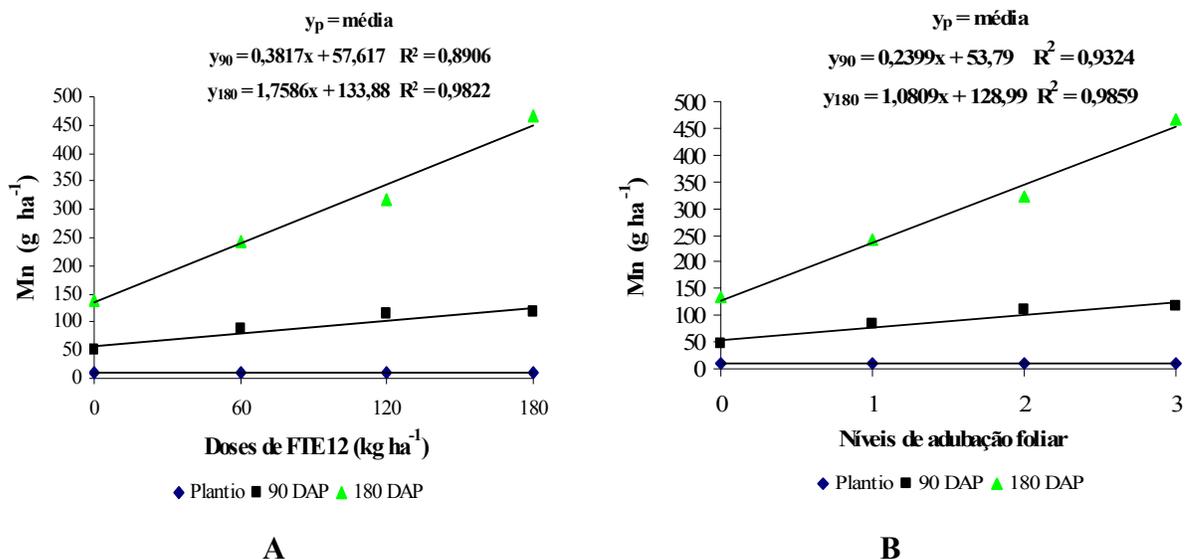


Figura 30 - Extração de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

Na Figura 31 verifica-se um comportamento linear na extração de B no abacaxizeiro cv. Vitória adubado via solo e foliar e, seus respectivos coeficientes de determinação. Esses acréscimos foram na ordem de 125 e 132,7% na maior dose via solo e via foliar, respectivamente, aos 180 DAP a menor dose. Ainda observa-se que, na segunda avaliação a adubação a extração foi mais expressiva, apresentando valores mais elevados comparado à adubação no solo na mesma época.

Yamada e Lopes (1998) citam que a imobilidade do boro nas plantas é comprovada pela ocorrência de teores mais altos de boro em folhas velhas, quando comparadas a folhas mais jovens, principalmente em situações de deficiência do elemento na planta. Assim, os referidos autores sugerem que a aplicação de boro deve ser efetuada também no solo para que seja plenamente extraído pela planta, uma vez que, se aplicado via foliar, não será retranslocado do local de aplicação e não suprirá as exigências dos tecidos a serem formados (tecidos jovens).

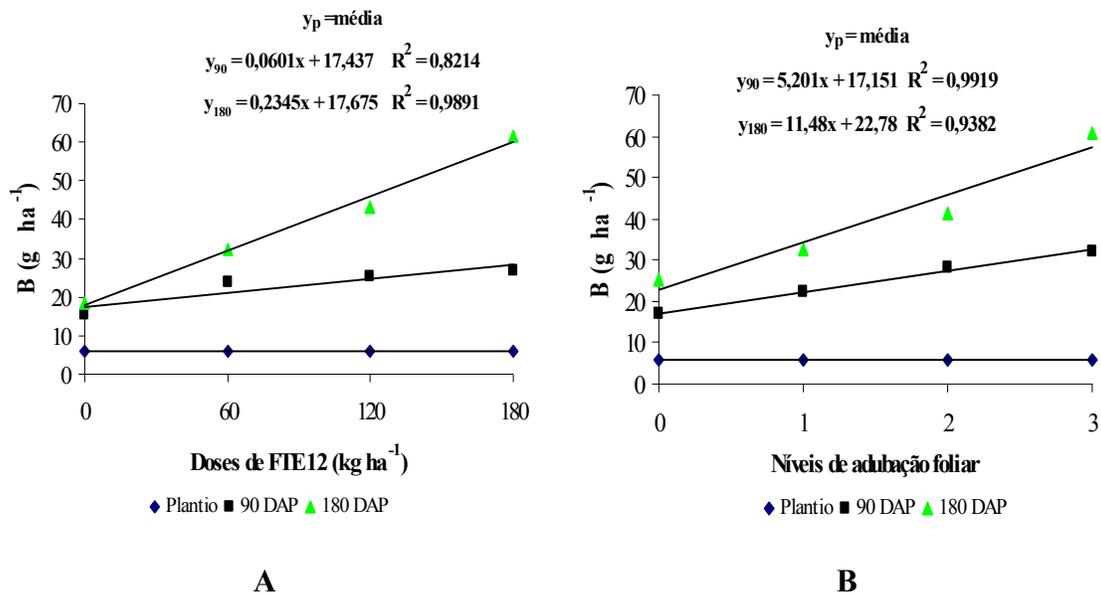


Figura 31 - Extração de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com plástico preto. Acaraú, CE.

4.2 Experimento de cobertura de solo com bagana

4.2.1 Análise de crescimento da cultura

O resumo das análises da variância para os dados de altura e área foliar podem ser observados na Tabela 10. Pelos resultados verificou-se que houve efeitos significativos, da adubação com FTE-12, da adubação foliar e do tempo de coleta, além, da interação entre os fatores para as variáveis estudadas. O efeito significativo para a interação A x B x C revela dependência entre estes fatores.

Tabela 10 - Resumo da análise da variância para os dados de altura e área foliar do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		Altura (cm)	Área foliar (cm ²)
FTE-12 (A)	3	6763,17399**	152648946,106**
Resíduo (A)	16	4,80639	4962,63519
AF (B)	3	550,48759**	4710661,64632**
Int. (AxB)	9	170,74965**	1367122,61082**
Resíduo (B)	48	0,57650	2853,70488
Época (C)	3	32.08584**	457946,76692**
Int. (A x C)	9	6,67744**	67875,44258**
Int. (B x C)	9	15,91297**	43203,10846**
Int.(A x B x C)	27	4,97932**	7441,81319**
Resíduo (C)	192	1,84484	2111,35558
CV% (A)	-	9,47	3,13
CV% (B)	-	3,28	2,38
CV% (C)	-	5,87	2,04

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

A superfície de resposta apresentada na Figura 32 mostra que os níveis de adubação com FTE e adubação foliar resultaram em incrementos lineares na altura do abacaxizeiro Vitória. Observa-se que na dose (180 kg ha^{-1} de FTE e no nível 3 de adubação foliar), houve um aumento na altura de 146% aos 270 DAP, em relação à menor dose aplicada.

Epsteini e Bloon (2005) encontraram aumento linear na altura do milho adubado via foliar com Zn. Isso ocorreu porque o zinco atua na formação de triptofano, que

é precursor do ácido indol acético, fitohormônio promotor do crescimento. Já Marchezan et al., (2001) em experimento de campo com a cultura do arroz adubado com 70g ha^{-1} Zn, 70g ha^{-1} Mn, 40g ha^{-1} Fe, 50g ha^{-1} B, $12,5\text{g ha}^{-1}$ Cu e 4g ha^{-1} Mo, via foliar, encontraram altura de 73 cm.

De acordo com Neves et al., (2004), trabalhando com aplicação de micronutrientes separados e em conjunto através da solução nutritiva de Hoagland em casa de vegetação com a cultura do umbuzeiro, observaram que o tratamento com todos os micronutrientes aplicados as plantas encontraram valores de altura de 120,5 cm comparado aos tratamentos que foram aplicados os nutrientes isolados.

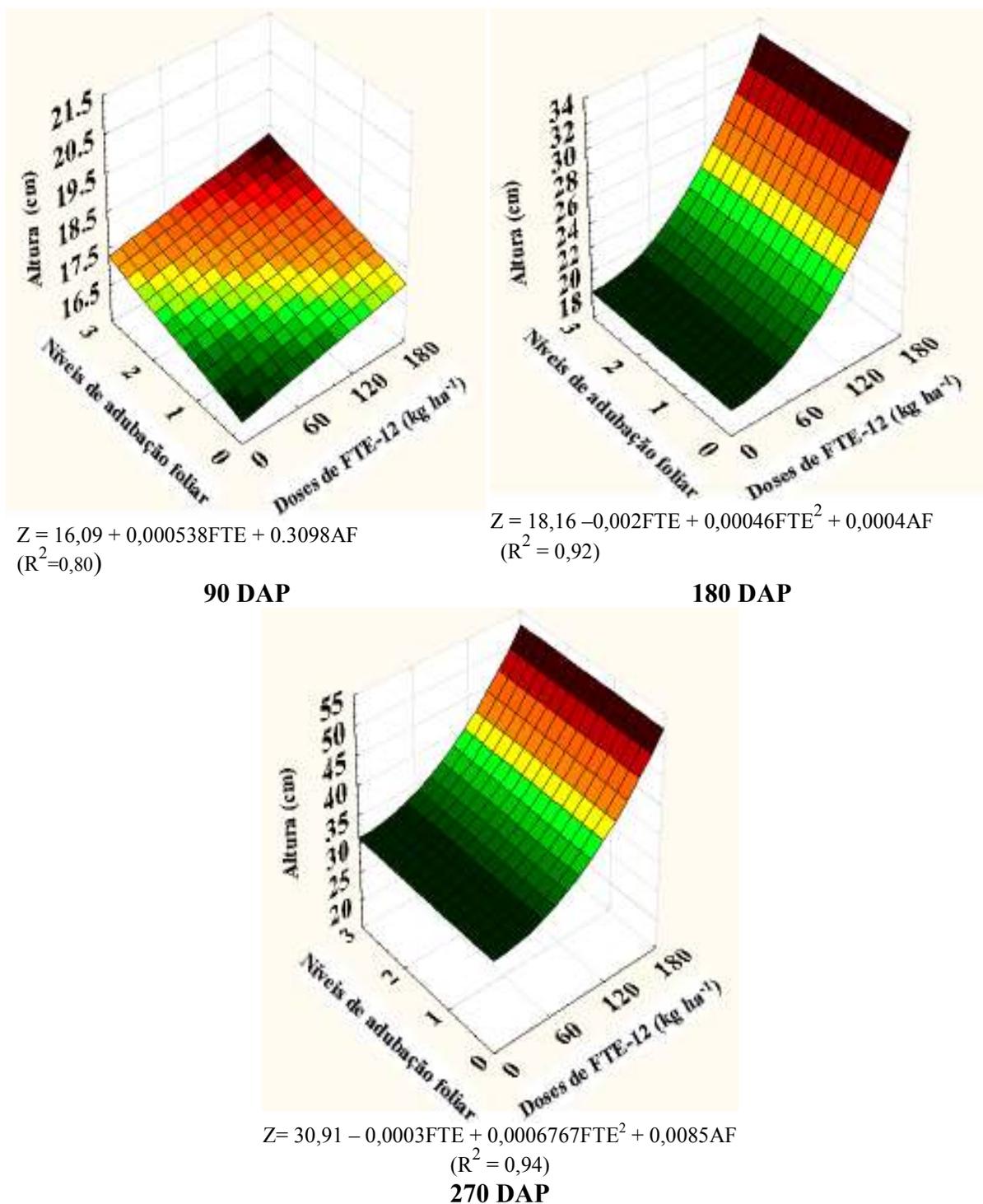


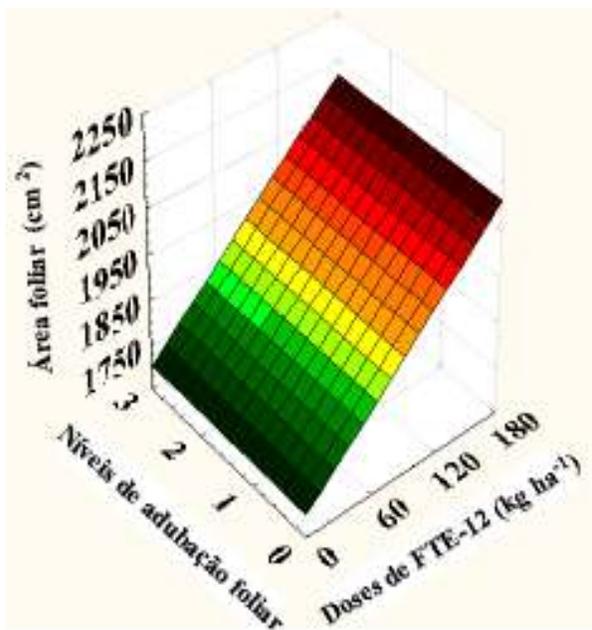
Figura 32 - Superfície de resposta da altura do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A Figura 33 mostra a resposta da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória, em função de níveis de FTE-12 e adubação foliar em diferentes épocas. Observa-se que o incremento nas doses de adubação provocaram resposta linear positiva no crescimento

foliar. Os níveis de adubação foram mais expressivos aos 90 DAP onde as plantas apresentaram um aumento de 283% de área foliar na maior dose comparado ao transplântio onde apresentavam área foliar de 625 cm².

Observa-se ainda que, aos 180 e 270 DAP, o tratamento sem adubação foliar comportou-se com menores valores, comparado ao tratamento sem FTE-12 e com adubação foliar, mostrando a influencia da adubação foliar no desempenho da aérea foliar.

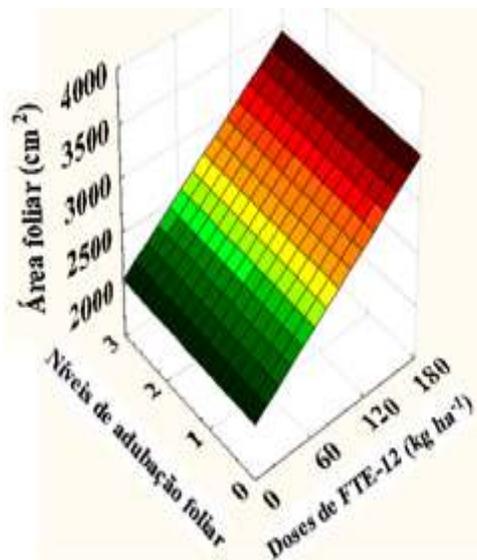
De acordo com Melo et al., (2002), em estudo de campo com pimentão cv. Magda no município de Piracicaba – SP, encontraram área foliar de 20,9 dm² aos 45 dias de transplântio, utilizando uma dosagem de 20 kg ha⁻¹ de Boro.



$$Z = 1699,98 + 2,304FTE + 0,931AF$$

$$(R^2 = 0,90)$$

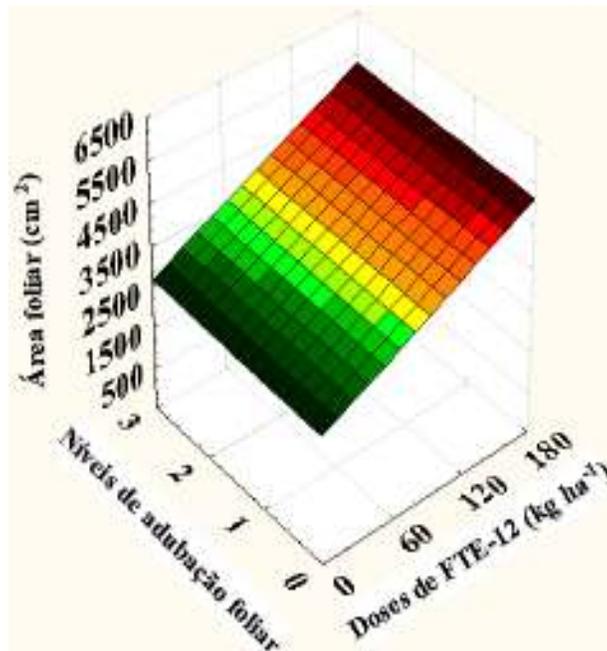
90 DAP



$$Z = 2016,02 + 7,73FTE + 10,6AF$$

$$(R^2 = 0,94)$$

180 DAP



$$Z = 2574,03 + 14,42FTE + 35,4AF$$

$$(R^2 = 0,94)$$

270 DAP

Figura 33 - Superfície de resposta da área foliar do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A Tabela 11 mostra a análise de variância para as variáveis massa seca da planta, peso seco da raiz e sua relação. Observa-se efeitos significativos dos fatores e das interações entre eles para essas variáveis, exceto para a interação tripla sobre a relação raiz/parte aérea. O efeito significativo para a interação entre FTE-12 e adubação foliar revela a importância da aplicação de micronutrientes sob as duas formas no incremento de matéria seca na planta e, conseqüentemente, na produtividade.

Tabela 11 - Resumo da análise da variância para os dados de peso seco da parte aérea da planta, peso seco da raiz e a relação raiz parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de coleta. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Peso seco da parte aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco da raiz (g)	Relação raiz/parte aérea
FTE-12 (A)	3	15536,65761**	1833,24525**	0,49644**
Resíduo (A)	16	15,98383	9,49949	0,00470
AF (B)	3	1909,07682**	239,92897**	0,00963*
Int. (AxB)	9	585,75643**	56,48035**	0,00860**
Resíduo (B)	48	40,42679	5,73393	0,00241
Época (C)	3	238,57083**	26,67702**	0,00289*
Int. (A x C)	9	36,70252*	4,82276ns	0,00172ns
Int. (B x C)	9	141,18778 **	6,92710*	0,00814**
Int.(A xB x C)	27	27,07797*	1,48306*	0,001826ns
Resíduo (C)	192	15,41823	3,04459	0,00274
CV% (A)	-	15,10	37,59	23,69
CV% (B)	-	24,02	29,20	16,94
CV% (C)	-	14,83	21,28	18,07

** significativo em nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo em nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

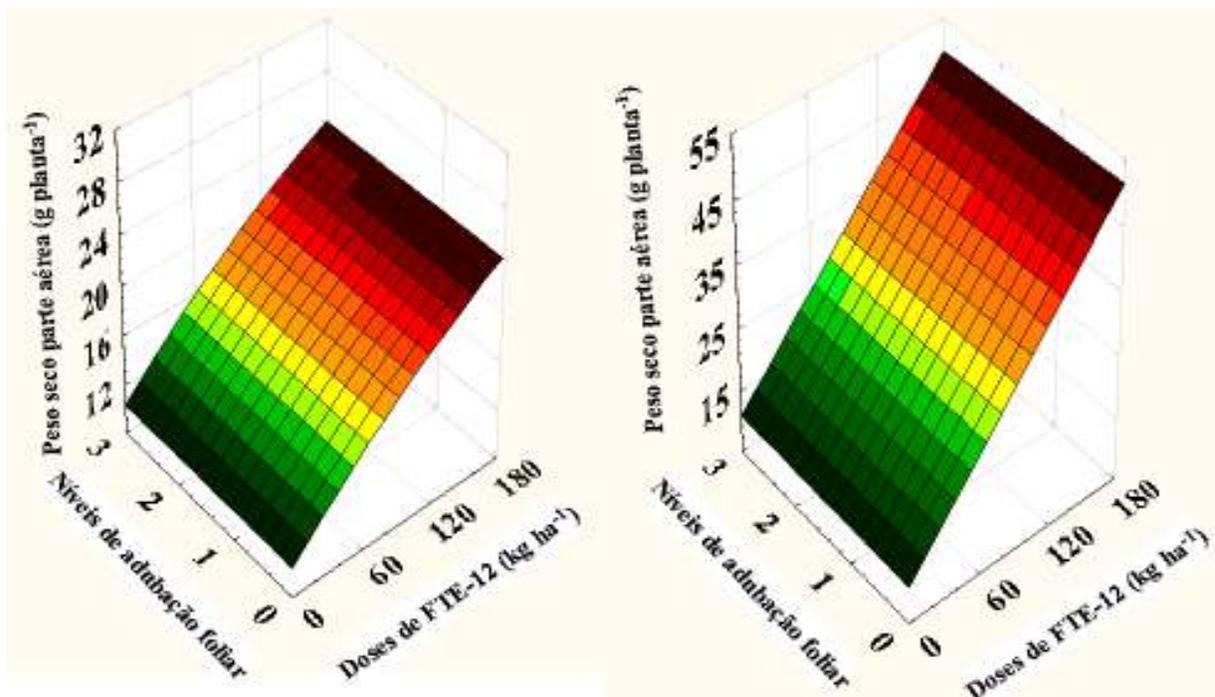
* ns - não significativo (p >= .05)

As doses de micronutrientes, aplicadas na fundação e via foliar resultou em efeitos lineares positivos sobre a produção de fitomassa seca da parte aérea da planta (Figura 34), sendo que as melhores respostas foram encontradas nas maiores doses. A superfície de resposta prediz que a fitomassa seca apresentou um comportamento linear, porém, as doses de adubação foliar foram mais limitantes no acúmulo de biomassa seca. Isso pode está associado à maior absorção de nutrientes pelas plantas nos tratamentos com maiores doses, convertendo em carboidrato, pois aos 270 DAP na maior dose dos dois

fatores de adubação a planta obteve um incremento de matéria seca superior a 34% em relação ao menor nível de adubação e de 213% comparado ao plantio (9,6 g planta⁻¹).

Costa (2008), encontrou máxima produção de matéria seca no milho de 12 g planta⁻¹ em dose de Zn próximas a 4,0 mg kg⁻¹, mas a dose de 2,0 mg kg⁻¹ já promoveu produção próxima do máximo.

Também, Fageria (2000) verificou produção máxima de matéria seca de milho com a aplicação de 20 mg de Zn por kg de solo, com aumento de 14% em relação à testemunha (sem adubação) e, Prado et al., (2008) estudaram formas de aplicação de zinco na cultura do milho e verificaram que as aplicações de zinco via solo (incorporado e localizado), e foliar, foram semelhantes no desenvolvimento inicial da cultura; porém observou que a aplicação de zinco independente do modo de aplicação promoveu incremento na altura e na produção de massa do milho em relação ao tratamento sem adubação.



$$Z = 10,32 + 0,10 \text{ FTE} - 0,00013 \text{ FTE}^2 + 0,000093 \text{ AF} - 0,0004 \text{ FTE} * \text{AF}$$

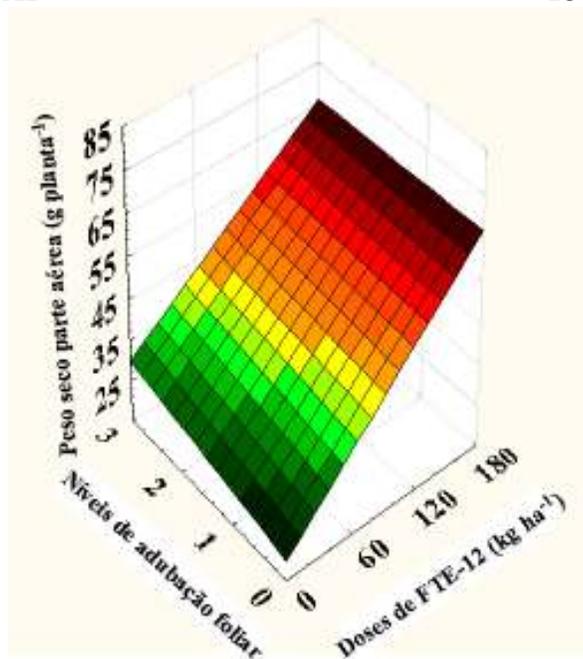
(R² = 0,76)

90 DAP

$$Z = 10,77 + 0,225 \text{ FTE} + 0,042 \text{ AF} - 0,0029 \text{ FTE} * \text{AF}$$

(R² = 0,88)

180 DAP



$$Z = 19,73 + 0,261 \text{ FTE} + 3,39 \text{ AF} - 0,02 \text{ FTE} * \text{AF}$$

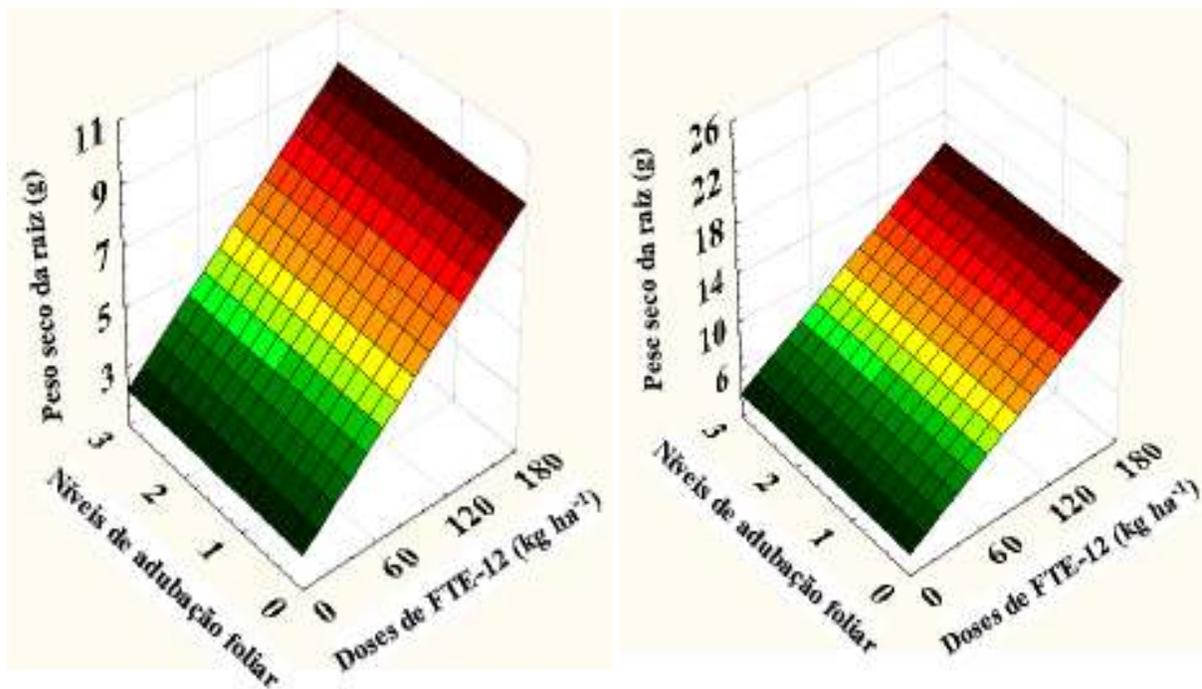
(R² = 0,80)

270 DAP

Figura 34 - Superfície de resposta do peso seco da parte aérea da planta do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A partir das superfícies de respostas obtidas pode-se prever que o peso seco da raiz do abacaxizeiro Vitória apresentou comportamento linear com o aumento das doses de micronutrientes aplicados na fundação e via foliar (Figura 35). Verifica-se que aos 90 e 180 DAP, o fator FTE-12 apresentou menor desenvolvimento do sistema radicular nas menores doses, pois na maior dose seu desempenho foi superior em 58% e 50% respectivamente. Já aos 270 DAP os dois fatores apresentaram mesmo comportamento sendo superior em 319, 60 e 26% em relação ao plantio, 90 e 180 DAP.

Neves et al., (2004), trabalhando com aplicação de micronutrientes separado e em conjunto através da solução nutritiva de Hoagland em casa de vegetação com a cultura do umbuzeiro, observaram que o tratamento com todos os micronutrientes aplicados, as plantas apresentaram maior peso seco da raiz de $13,6\text{g planta}^{-1}$, aos 75 dias de instalação do experimento comparado aos tratamentos que foram aplicados os nutrientes isolados.



$$Z = 2,15 + 0,0391FTE + 0,028AF$$

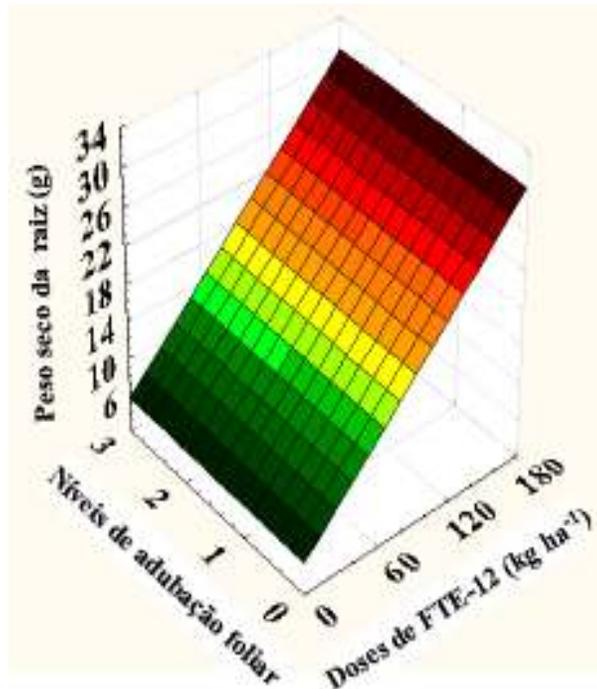
$$(R^2 = 0,84)$$

90 DAP

$$Z = 3,83 + 0,0645FTE + 0,037AF$$

$$(R^2 = 0,88)$$

180 DAP



$$Z = 5,37 + 0,133FTE + 0,090AF$$

$$(R^2 = 0,86)$$

270 DAP

Figura 35 - Superfície de resposta do peso seco da raiz do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, em função de doses de micronutrientes aplicados via solo com FTE-12 e adubação foliar.

A relação raiz/parte aérea mostrada na Figura 36, apresentou comportamento linear negativo aos 90 e aos 180 DAP, com R^2 0,9198 e 0,9031 respectivamente, para as diferentes dosagens de FTE-12. Já na última época (270 DAP) essa relação comportou-se ainda linear, havendo uma diminuição da relação raiz/parte aérea com o aumento das doses em todas as épocas. O T4 (180 kg h⁻¹ e nível 3 de adubação foliar), apresentou menor valor médio (0,26) aos 180 DAP um percentual de redução de 65% em relação á testemunha (T1), mostrando menor desempenho do sistema radicular, já o tratamento sem adubação com FTE-12 essa relação apresentou maior valor.

A Figura 36 (B) mostra que a relação raiz/parte aérea em função dos vários níveis de adubação foliar, em quatro épocas de avaliação, apresentou comportamento de forma linear negativa, com exceção da época de plantio, apresentando coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,90 mostrando boa relação com o modelo obtido. Ainda, observa-se que houve um decréscimo dessa relação proporcional com os níveis de adubação, porém, aos 270 DAP a maior dose obteve seu decréscimo mais acentuado com relação ás demais dosagens e épocas.

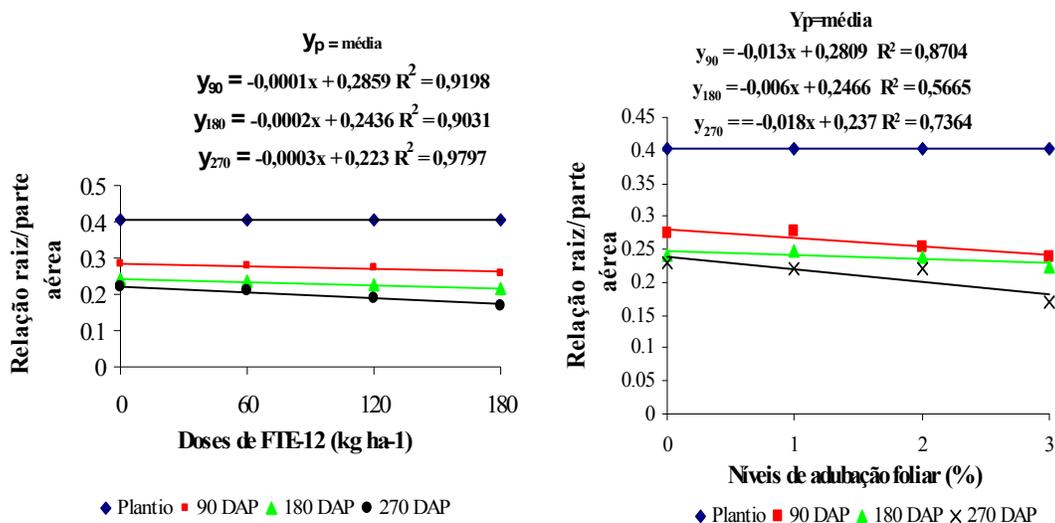


Figura 36 - Relação raiz/parte aérea do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba adubado com FTE-12 (A) e níveis de adubação foliar (B), no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, CE, 2009.

A análise estatística da Tabela 12 refere-se à taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e a taxa assimilação líquida (TAL). Observa-se que não houve diferença estatística entre as variáveis no tempo, porém, foram influenciadas pelas formas e níveis de adubação.

Tabela 12 - Resumo da análise da variância para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e quatro épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		TCA (g dia ⁻¹)	TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)	TAL (g m ² dia ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	45.00903**	0.39982**	90.97827**
Resíduo (A)	16	1.540288	0.002616	0.787605
AF (B)	3	12.11735**	0.015058**	2.490139*
Int. (AxB)	9	19.51023**	0.060944**	1.290139**
Resíduo (B)	48	1.35778	0.00211	0.694951
Época (C)	2	0.923 ^{ns}	0.001814 ^{ns}	0.522952 ^{ns}
Int. (A x C)	6	7.45022**	0.011263**	2.868812**
Int. (B x C)	6	4.629597**	8.186**	1.948902**
Int.(A x B x C)	18	10.51748**	0.01627**	0.003812**
Resíduo (C)	128	0.659045	0.000834	0.260447
CV% (A)	-	31,93	29,98	40,44
CV% (B)	-	29,97	26,92	37,98
CV% (C)	-	20,88	16,92	23,25

** significativo em nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo em nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

*ns - não significativo ($p \geq .05$)

Observa-se na Figura 37, que de acordo com o modelo matemático, o abacaxizeiro Vitória apresentou TCA linear proporcional as dosagens, pois, as maiores doses tanto de FTE-12 (A), como adubação foliar (B), obtiveram maior incremento de matéria seca em relação ao tratamento sem adubação.

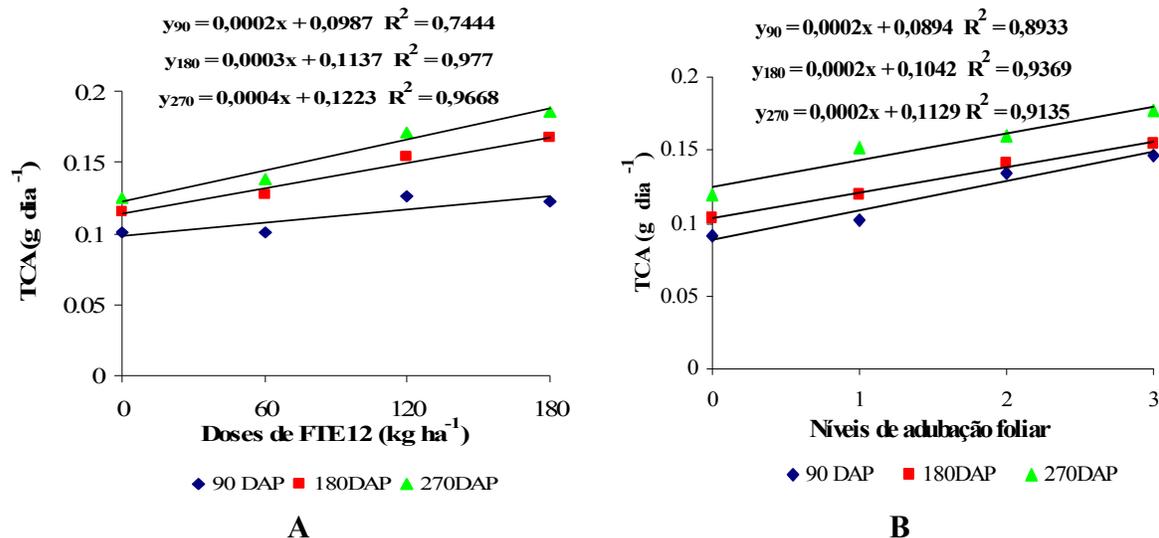


Figura 37 – Valores médios da TCA com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.

Quanto às épocas, verifica-se que a taxa de crescimento não sofreu influência significativa ao longo do tempo, mostrando ajuste no desempenho da cultura as condições edafoclimáticas. Segundo Andrade et al., (2001), essa variação pode ocorrer entre e dentre as espécies, pois encontraram diferentes taxas de crescimento absoluta no feijoeiro cultivar Ouro Negro e BRS MG talismã, porém, as duas cultivares tiveram crescimento positivo e em seguida decresceu, o que não foi observado no abacaxizeiro vitória.

Os resultados referentes à taxa de crescimento relativo (TCR), para o abacaxizeiro, mostraram que houve um aumento ao longo das épocas de avaliações e nas diferentes doses e nas formas de aplicações (Figura 38). Observa-se que a maior TCR foi de $0,0107 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 270 DAP na dose de 180 kg ha^{-1} de FTE-12, já para adubação foliar foi de $0,0075 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ com 300%, indicando que a planta poderá responder a valores maiores de adubação, porém, essa taxa foi bastante inferior comparado ao crescimento de outras culturas como a cana, onde Oliveira et al., (2005), encontraram TCR máxima de $0,09 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 135 DAP na cultivar RB72454. Deve-se ressaltar que a cana é uma planta C4, enquanto o abacaxizeiro apresenta comportamento CAM e C3, os quais apresentam menores taxas de assimilação de carbono.

Ramesh (2000) e Gava et al., (2001), relatam que a TCR máximo da cultura ocorre durante o período inicial de crescimento, seguido de um decréscimo gradual até a

fase produtiva. Esta tendência de comportamento pode está relacionada com o aumento da competição intraespecífica, correlacionado com os fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como: temperatura, luz, água e nutrientes.

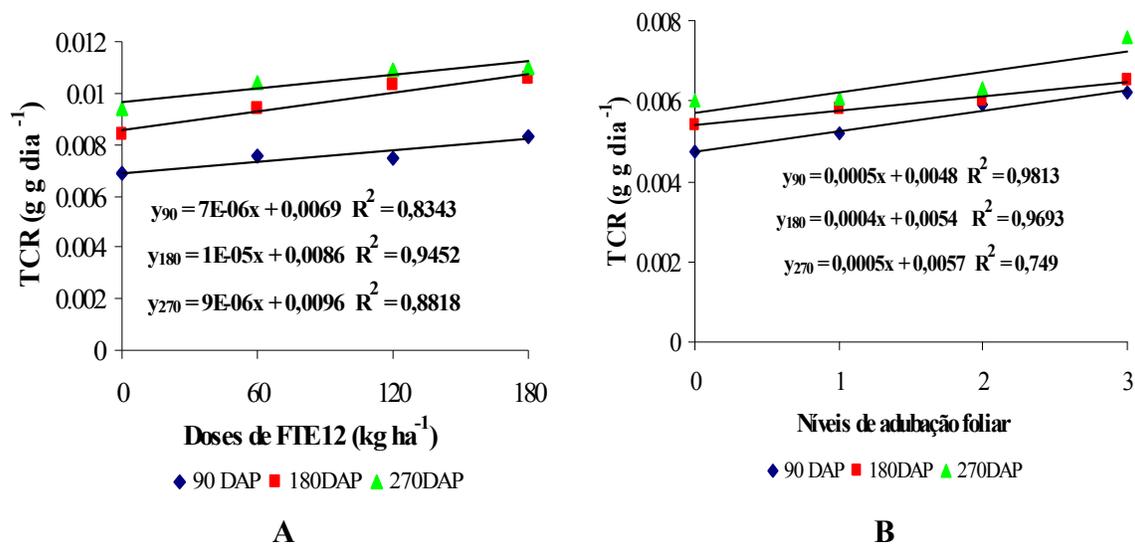


Figura 38 – Valores médios da TCR com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.

Verifica-se na Figura 39 um aumento linear na Taxa de Assimilação Líquida (TAL), no abacaxizeiro cv. Vitória, tanto em função da adubação com FTE-12 quanto da adubação foliar, porém, as maiores doses proporcionaram maior incremento. Nas maiores doses tanto de FTE-12 como adubação foliar aos 270 DAP, os valores encontrados (0,137 e 0,118 g m² dia⁻¹) respectivamente, foram baixos quando comparados aos de outras culturas, como cana-de-açúcar que apresentou valores de 9,5 g m² dia⁻¹. (OLIVEIRA et al., 2005).

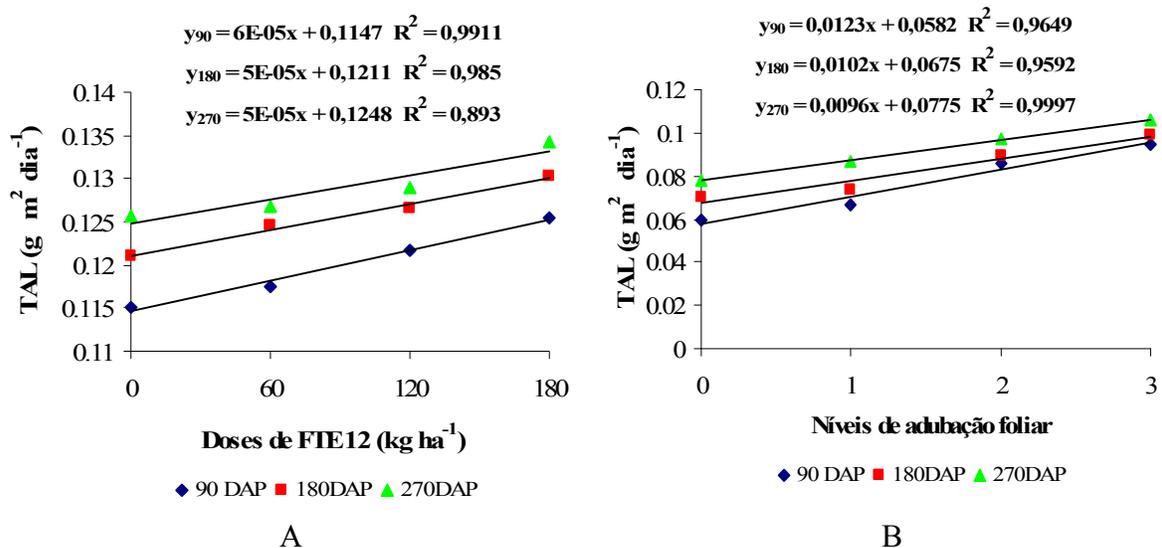


Figura 39 – Valores médios da TAL com aplicação de FTE-12 (A) e com adubação foliar (B) do abacaxizeiro Vitória cultivado em solo coberto com bagana, Acaraú, CE.

Para Ramesh (2000) e Benincasa (2003) e, esse comportamento na cana é devido à alta conversão de energia, em aparatos foliares, ao longo do tempo, indicando assim, as altas taxas de assimilação líquida (TAL) e, com o aumento do índice de área foliar ao longo do tempo, ocorra aumento do auto-sombreamento, interferindo na captação da radiação solar e diminuindo a TAL. Portanto, no abacaxizeiro isso pode não ocorrer devido o auto-sombreamento ser mínimo, devido á exposição de suas folhas.

4.2.2 Teores e Extração dos micronutrientes

Na Tabela 13 são apresentados os valores dos quadrados médios e significância estatística para os teores de Fe, Zn, Mn e B, na parte aérea do abacaxizeiro cv. Vitória, adubados com FTE-12 e via foliar. Observa-se que houve inferência estatística para os micronutrientes, nas formas adubadas no período observado, porém a interação dos fatores no tempo não foi significativa.

Tabela 13 - Resumo da análise da variância para os teores de Fe, Zn, Mn e B na parte aérea do abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	132874,7633**	78627,4068**	1874472,6545**	34840,3180**
Resíduo (A)	8	860,11176	81,9860	2260,0822	150,8321
AF (B)	3	5440,9961**	6314,4341**	128075,2132**	2001,3311**
Int. (AxB)	9	924,24207**	1848,3276**	27951,7453**	1942,8033**
Resíduo (B)	24	228,0215	107,3744	7046,8300	192,8296
Época (C)	2	1678,3986*	893,0322*	22764,7396*	680,4439**
Int. (A x C)	6	1369,7326**	608,2568*	15000,1533*	479,1206**
Int. (B x C)	6	187,81798 ^{ns}	275,4322 ^{ns}	3764,9089 ^{ns}	479,1206**
Int.(A x B x C)	18	366,99454 ^{ns}	291,42486 ^{ns}	2995,5991 ^{ns}	423,3446 ^{ns}
Resíduo (C)	64	409,2944	210,7068	5618,1538	168,2860
CV% (A)	-	35,6	13,11	19,74	26,93
CV% (B)	-	22,56	15,00	34,86	30,45
CV% (C)	-	30,22	21,01	31,12	28,45

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

A Figura 40 apresenta os teores de ferro no abacaxizeiro cv. Vitória adubados com micronutrientes via solo e via foliar em solo coberto com bagana de carnaúba. Com base nas equações de regressão, observa-se um comportamento linear do teor de ferro nas plantas tanto na adubação com FTE-12 (A) quanto nos níveis de adubação foliar (B) durante o período de avaliação. Na dose com 180 kg ha⁻¹ FTE-12 aos 180 DAP o teor de Fe oscilou entre 97 a 168 mg kg⁻¹ e, no maior nível de adubação foliar no mesmo período o teor variou entre 98 a 165 mg kg⁻¹, entre a primeira e última avaliação.

As concentrações de Fe nas plantas variam entre 10 e 1500 mg kg⁻¹ de massa seca da planta, dependendo da parte da planta e da espécie, considerando-se concentrações entre 50 e 100 mg kg⁻¹ como adequadas para um crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam concentrações foliares menores que 10 mg kg⁻¹ enquanto que acima de 80 mg kg⁻¹ podem-se observar sintomas de toxicidade. (MALAVOLTA et al., 1989; PAIS; JONES JUNIOR, 1996; FURLANI, 2004).

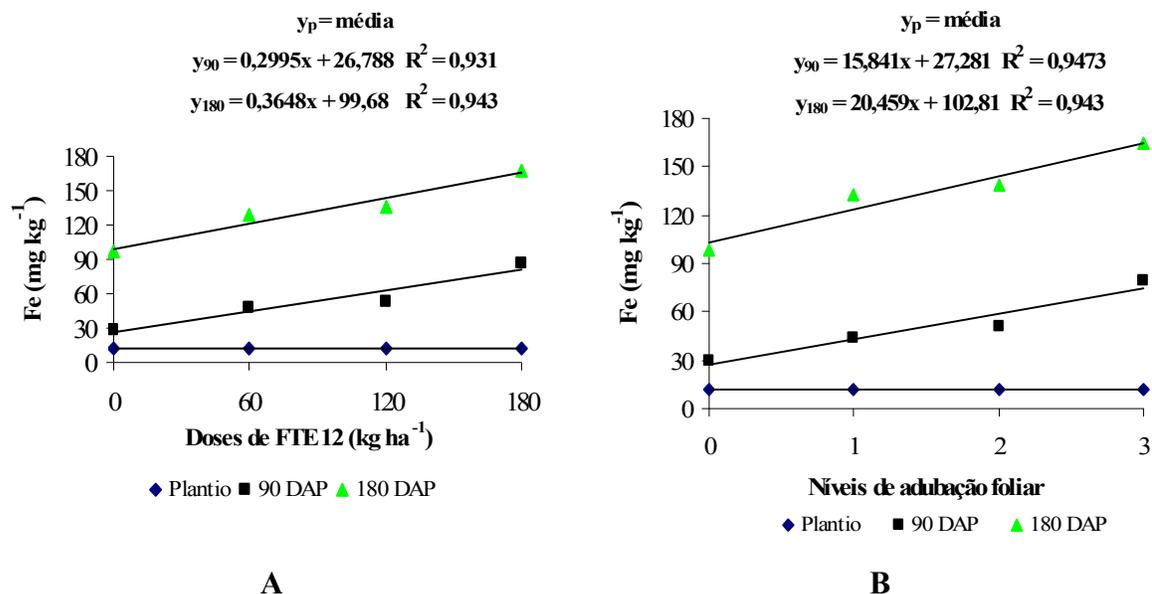


Figura 40 - Teor de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Os teores médios de Zn do abacaxizeiro cv. Vitória adubados com FTE-12 e por adubação foliar estão representados na Figura 41. Verifica-se que houve um aumento linear em função das doses aplicadas e das épocas de avaliação, onde as maiores dosagens de FTE-12 e de adubação foliar possibilitaram maior acúmulo de zinco na parte aérea da planta.

As concentrações de Zn nas plantas variam entre 3 a 180 mg kg⁻¹ de massa seca da planta. Considera-se que concentrações inferiores a 25 mg kg⁻¹ caracterizam níveis de deficiência do elemento nas folhas. (MALAVOLTA et al., 1989; PAIS; JONES JUNIOR, 1996; FURLANI, 2004).

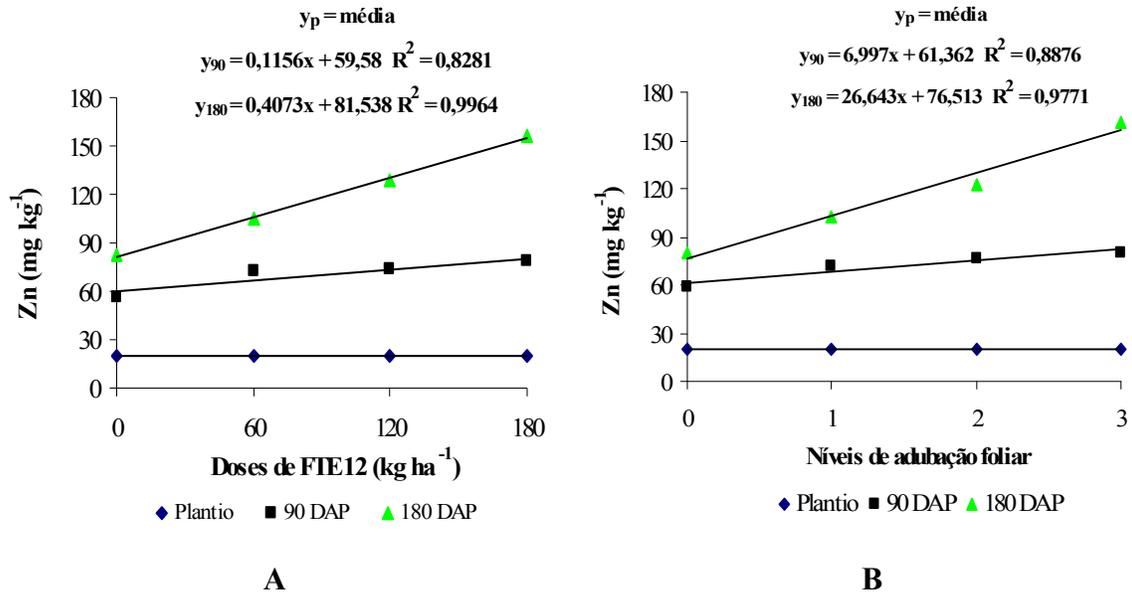


Figura 41 - Teor de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Pelas regressões da Figura 42 observa-se um crescimento linear do teor de manganês na parte aérea do abacaxizeiro adubados via solo e foliar durante o período de avaliação. Esse crescimento foi de 131 % na maior dose de FTE-12 e de 129 no maior nível de adubação foliar ambos aos 180 DAP comparados com o menor nível de adubação.

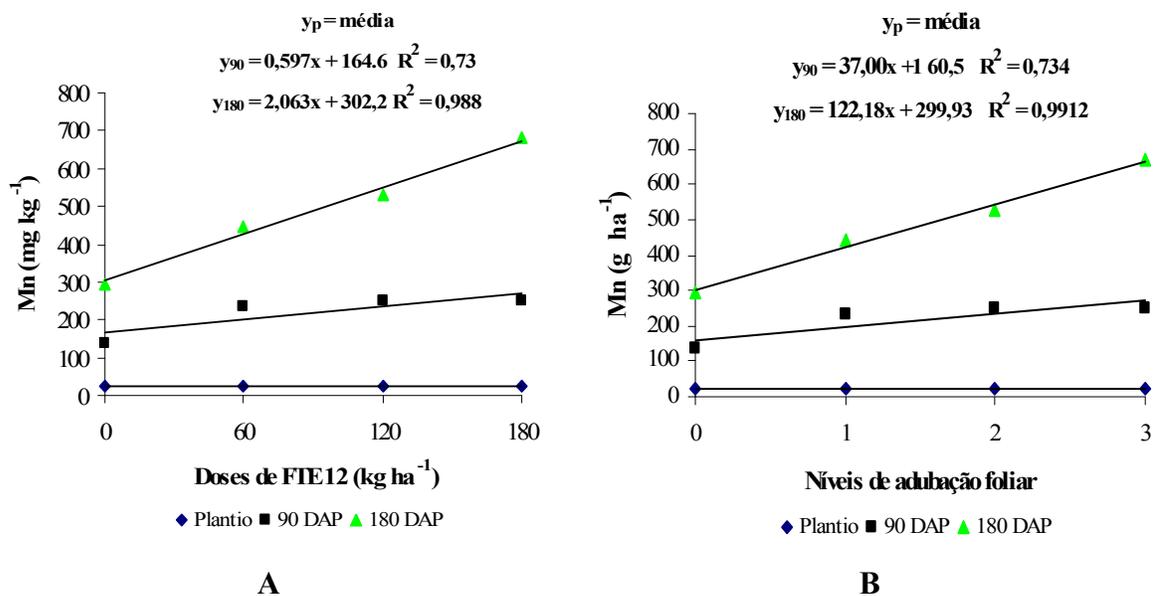


Figura 42 - Teor de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

A Figura 43 representa os teores de B na parte aérea do abacaxizeiro cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba, adubado via solo e foliar. Constata um comportamento linear do teor de boro dos 90 aos 180 DAP entre os fatores e níveis de adubação. Conforme os resultados obtidos verifica-se que o T4, aos 180 DAP houve um aumento de 39, 63, 78 e 122% comparado aos tratamentos T3, T2 e T1, respectivamente. Já nos níveis de adubação foliar, o nível 3 foi superior aos demais em 18, 67 e 111 % respectivamente, aos 180 DAP.

As concentrações de B nas plantas variam entre 12 e 80 mg kg⁻¹ de massa seca da planta, considerando-se concentrações entre 30 e 50 mg kg⁻¹ como adequadas para um crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam concentrações foliares menores de 15 mg kg⁻¹ (FURLANI, 2004).

Salvador et al., (2003) estudaram o desempenho da cultura da goiabeira em casa de vegetação e, observaram que a dose na 10 mg L⁻¹ as plantas apresentaram em seu terceiro e quarto pares de folhas, uma concentração de Mn cerca de 12 vezes maior a dose 0,5 mg L⁻¹ (36,51 mg kg⁻¹), já na dose de 50 mg L⁻¹ esse aumento foi de 50 vezes maior aquela observada na dose 0,5 mg L⁻¹.

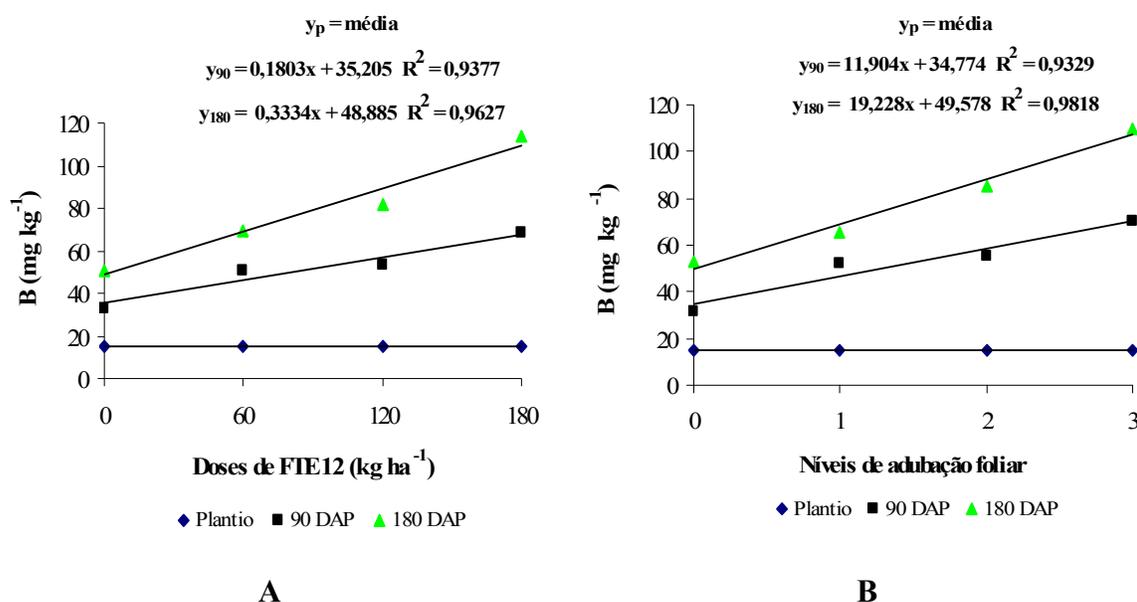


Figura 43 - Teor de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Na Tabela 14 têm-se os valores dos quadrados médios e significância estatística dos totais extraídos dos micronutrientes Fe, Zn, Mn e B. Analisando a significância e os valores dos quadrados médios, percebe-se que os fatores estudados apresentaram influência significativa entre os tratamentos. Porém, quando estudados em conjunto não foi verificada inferência estatística.

Tabela 14 - Resumo da análise da variância para os valores de Fe, Zn, Mn e B extraídos pelo abacaxizeiro Vitória, cultivado em solo coberto com bagana sob quatro níveis de FTE-12, quatro níveis de adubação foliar e três épocas de avaliação. Acaraú, CE, 2009

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Fe (g ha ⁻¹)	Zn (g ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	B (g ha ⁻¹)
FTE-12 (A)	3	21259,2780**	12579,9843**	299906,0124**	5574,27279**
Resíduo (A)	8	137,61341	13,11733	361,60107	24,13236
AF (B)	3	870,53122 **	1010,27745**	20491,37479**	320,20283**
Int. (AxB)	9	147,87405**	295,72306**	4472,13487**	310,83858**
Resíduo (B)	24	36,48224	17,17935	1127,45625	30,85175
Época (C)	2	268,53512*	142,88058*	3642,24181*	77,73293**
Int. (A x C)	6	219,15020 **	97,31800 *	2399,94722*	108,86755**
Int. (B x C)	6	30,04995 ^{ns}	44,06780 ^{ns}	602,36582 ^{ns}	75,25374**
Int.(A x B x C)	18	58,71734 ^{ns}	46,62656 ^{ns}	479,28075 ^{ns}	46,65685 ^{ns}
Resíduo (C)	64	65,48498	33,71200	898,87549	26,92490
CV% (A)	-	35,6	13,11	19,74	26,93
CV% (B)	-	22,56	15,00	34,86	30,45
CV% (C)	-	30,22	21,01	31,12	28,45

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

O comportamento linear na Figura 44 demonstra que para as doses aplicadas via solo e foliar até aos 180 DAP não chegaram ao ponto de máxima absorção. Verifica-se que as plantas extraíram Fe em quantidade inferior ao adequado como citado por Furlani (1999) antes do plantio e, acima de 60 g ha⁻¹ ao final do experimento, estando dentro da faixa considerada adequada.

Portanto, a maior dose apresentou extração de Fe superior a testemunha em 111,33% com adubação via solo e de 134% via foliar aos 180 DAP. Observa-se ainda que no tratamento sem adubação, ocorreu um aumento na extração de Fe nas folhas do abacaxizeiro de 380% aproximadamente, já via foliar foi de 376%, porém, em análise de solo demonstrou que o solo tem 20 mg kg⁻¹.

Ao contrário de Gupta (1991), que usando 40 kg de Fe ha⁻¹ aplicado ao solo, na forma de FeSO₄ .7H₂O, não foi suficiente para modificar o extração de Fe nas folhas de aveia e cevada ocorrendo modificação do total extraído foliar quando o Fe foi aplicado diretamente na folha na dose de 0,2 kg ha⁻¹ como FeSO₄ .7H₂O e 0,5 kg ha⁻¹ como Fe quelato.

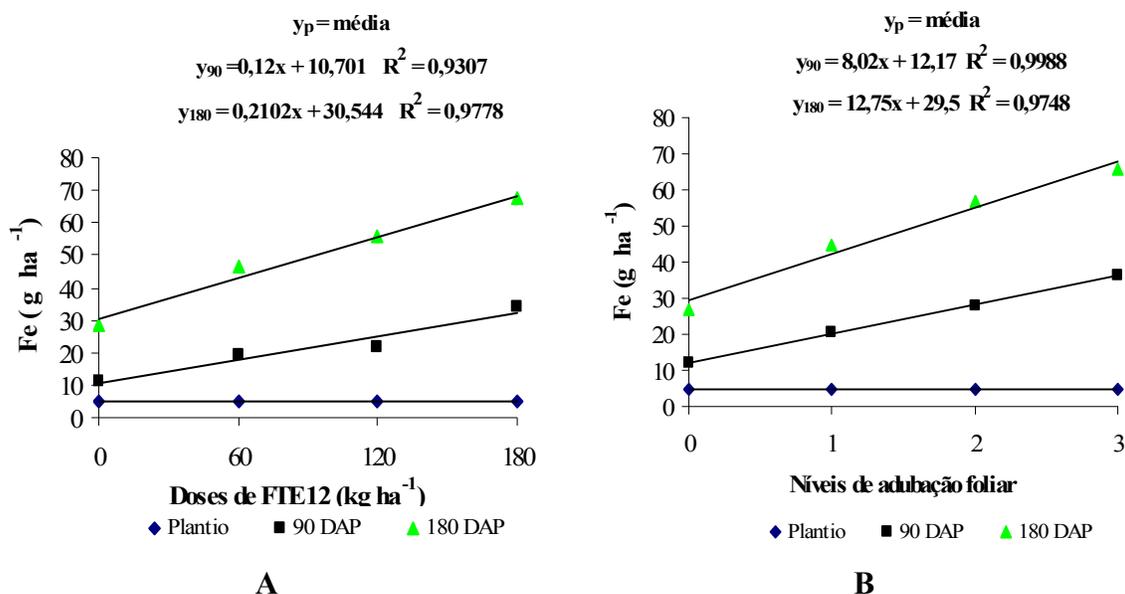


Figura 44 - Extração de Fe da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Analisando a Figura 45, denota-se que a máxima extração de Zn pela parte aérea do abacaxizeiro foi obtida com a maior dose de FTE-12 e de adubação foliar. A extração foi ao longo do tempo, crescendo a taxas proporcionais com as doses utilizadas nas formas de adubação. Verifica-se ainda que mesmo sem adubação a extração de Zn foi crescente na plantas, isso estando relacionado com o teor de Zn de 15 mg kg⁻¹ de solo, além, de solo ser arenoso tornando esse elemento mais disponível para a planta.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), em solo com alto teor de argila, faz com que grande parte dos micronutrientes aplicados permanecem adsorvidos aos colóides e não se tornem disponíveis para as plantas. Já Lopes (1991), salienta que o zinco pode ser fortemente adsorvido pelos colóides do solo, o que pode dificultar a absorção pelas plantas, sendo que, conforme relatado por Rosolem e Franco (2000), tal adsorção

pode ser influenciada por várias características do solo como pH, tipo de argila, teor de argila e teor de matéria orgânica.

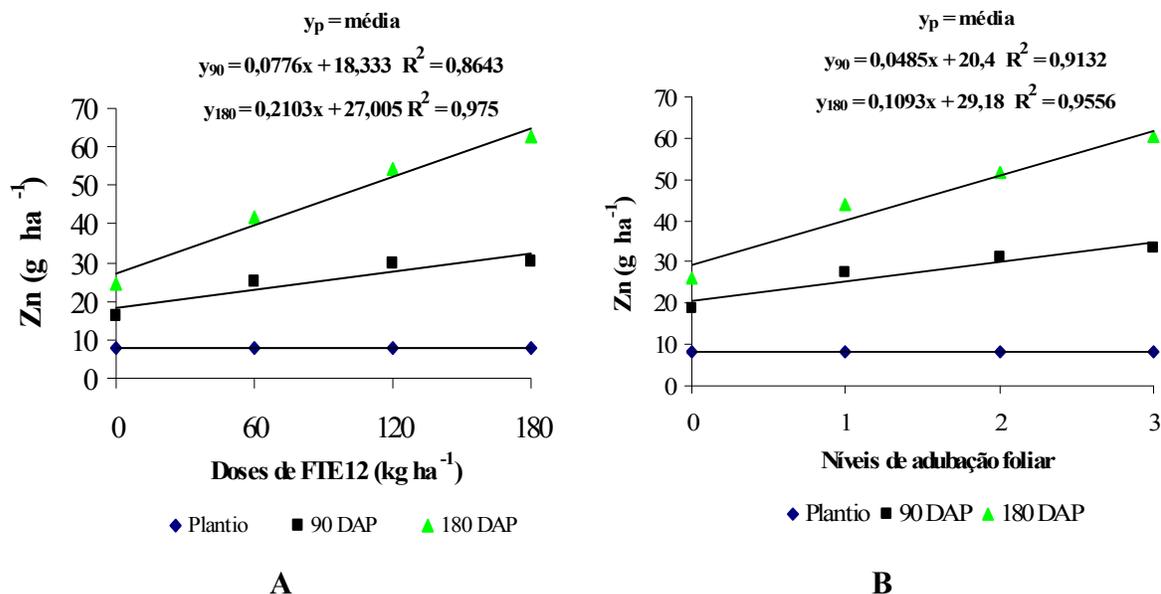


Figura 45 - Extração de Zn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Os valores médios extraídos de Mn pelo abacaxizeiro Vitória está representado na Figura 46. O uso de doses crescentes de FTE-12 via solo de adubação foliar é explicado pelo modelo linear, que teve aumento a taxas proporcionais, pois os teores máximos nas maiores doses foram de 266,7 e 269 g kg⁻¹ para adubação via solo e foliar respectivamente aos 180 DAP.

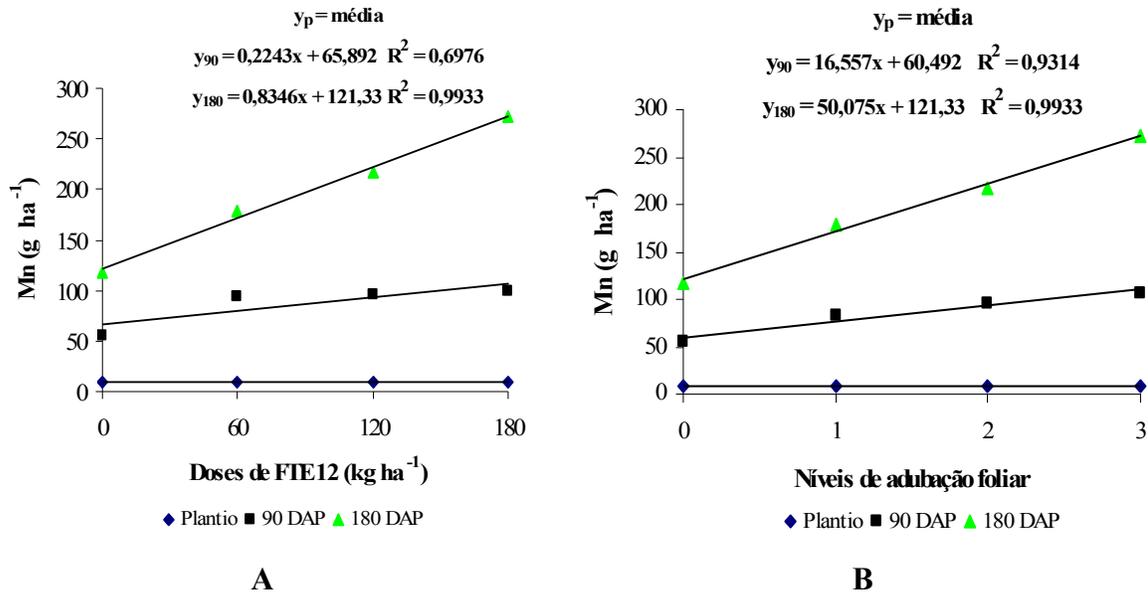


Figura 46 - Extração de Mn da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Quanto ao boro, as aplicações de FTE-12 e adubação foliar em doses crescentes influenciaram significativamente na extração deste elemento pela parte aérea do abacaxizeiro cv. Vitória. O comportamento linear foi o modelo que mais se ajustou a esse acréscimo com coeficientes acima de 0,96, mostrando que aos 180 DAP esse comportamento apresentou-se com taxas maiores comparado aos 90 DAP nas duas formas de adubação (Figura 47).

É válido destacar que Chapman et al., 1997 e Yamada, 2000, citam que, apesar de haver uma série de trabalhos que previnem a aplicação de maiores doses de Boro no solo e, que as atualmente praticadas a faixa entre a deficiência e a fitotoxidez na planta é muito estreita e que ainda não há até o momento evidências que suportem essa idéia. Portanto, nesse estudo não foi observado deficiência ou fitotoxidez durante o período de avaliação.

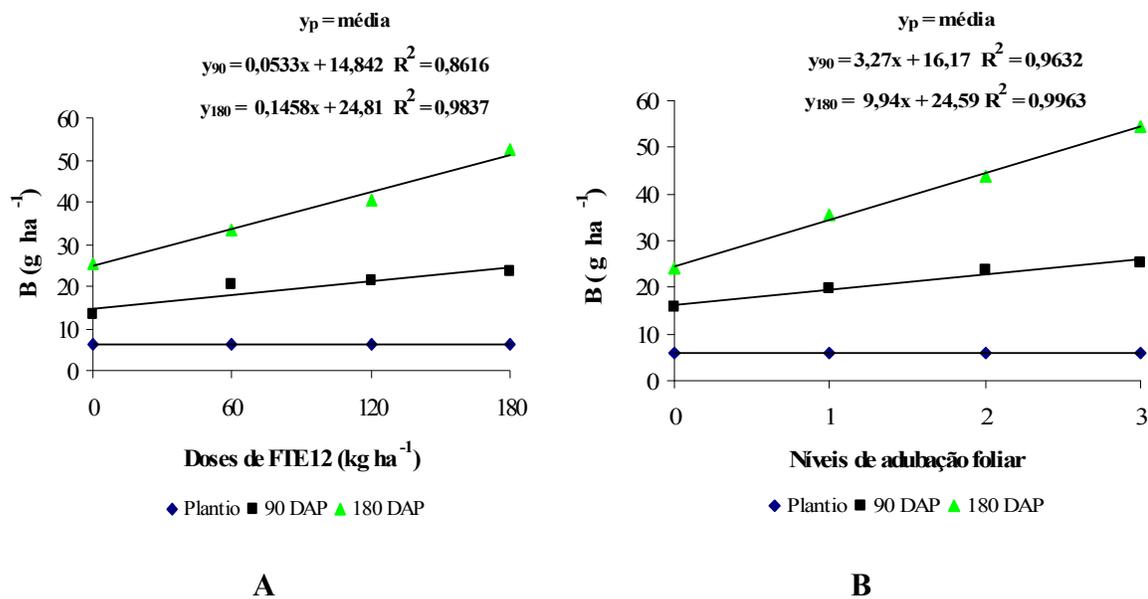


Figura 47 – Extração de B da parte aérea do abacaxizeiro Vitória adubado com FTE-12 (A) e adubação foliar (B) em solo coberto com bagana. Acaraú, CE.

Siebeneichler et al., (2005) cultivaram mudas de abacaxizeiro cultivar ‘Pérola’ em solução nutritiva completa, contendo $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ de B, e, após 45 dias aplicou-se por 3 dias consecutivos, uma solução de H_3B_3 a 10 mmol L^{-1} , pincelando-se ambas as faces da folha basal; aos 60 dias após aplicação, os autores constataram que o conteúdo de B acompanhou a variação da massa seca das plantas, sendo que o Boro contido nessas folhas jovens (29,8% do boro total da planta) proveio das folhas mais velhas, cujo conteúdo diminuiu significativamente, confirmando a mobilidade do boro em plantas de abacaxi ‘Pérola’.

5 CONCLUSÕES

O crescimento do abacaxizeiro cv. Vitória foi influenciado pela idade fisiológica e pelas doses de micronutrientes aplicadas tanto ao solo como diretamente na planta. Essas duas formas de aplicações e suas concentrações de micronutrientes no tempo interagiram positivamente em todos os atributos do desempenho vegetativo estudados nas plantas enquanto para a relação raiz/parte aérea ocorreu um decréscimo linear com aumento dos níveis de adubação.

As maiores doses foram mais expressivas permitindo melhores ajustes morfológicos e fisiológicos na planta, resultando em respostas mais rápidas nas variáveis estudadas, porém, não chegando a um ponto de máximo, indicando que a cultura pode responder a doses maiores de nutrientes.

Nas condições edafoclimáticas do local de estudo, as plantas cultivadas em solo coberto com plástico apresentaram melhor desempenho vegetativo e maiores teores de nutrientes extraídos em relação às plantas cultivadas em solo coberto com bagana de carnaúba.

Os resultados aqui reportados são indicativos de que há a necessidade de estudos visando à obtenção de formas e níveis adequados de adubação com micronutrientes na cultura do abacaxizeiro cv. Vitória buscando o máximo rendimento.

6 REFERÊNCIAS

ALLEN, G. R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (Metric-Model). **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. v. 133, n. 4, p.380- 394, August/2007.

ALMEIDA, O. A.; REINHARDT, D. H., SOUZA, L. F. da S., CALDAS, R.C., Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. pérola em área de tabuleiro costeiro da Bahia, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.24, n.2, p. 431-435, agosto/2002.2002.

ANDRADE, A. C. Morfogênese, análise de crescimento e composição bromatológica do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) adubado e irrigado sob pastejo. 2001. 81 f. **Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.**

BARBOZA, S.B.S.C.; GRACIANO RIBEIRO, D.; TEIXEIRA, J.B.; PORTES, T.A. & SOUZA, L.A.C. Anatomia foliar de plantas micropropagadas de abacaxi. **Pesq. Agropec. Bras.**, 41:185-194, 2006.

BARROSO, P.A.V.; MOURA, G.E.D.D.; BRITO, L.K.F.; MARTINS, C.P.; MACEDO, C.E.C.; LOPES, D.B.; ALLOUFA, M.A.I. Efeito do cultivo in vitro na presença de NaCl em plantas de abacaxizeiro no estágio de aclimação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.473-477, 2003.

BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S.; FRANCO, C.F.O.; LACERDA, J.T.; CARVALHO, R.A. Crescimento e mudas meristemáticas e filhotes de abacaxizeiro em viveiro. In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S. **Abacaxi: da agricultura familiar ao agronegócio**. João Pessoa: EMEPA, 2002, p.61-71.

BENINCASA M.M.P.;1988. *Análise de crescimento de plantas*. Jaboticabal: FUNEP. 42p

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2. ed.**
Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BREGONCI, I.S.; Aclimação e adubação de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Gold' no Sul do Estado do Espírito Santo, UFES, (Dissertação), 2007

CABRAL, J. R. S. Variedades. In: REINHARDT, D. H., SOUZA, L. F. da S., CABRAL, J. R. S. (Org.) Abacaxi. Produção: Aspectos técnicos. Cruz das almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2000. p.15-18; (Frutas do Brasil; 7).

CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1975. 258p.

CARVALHO, J. G.; ASSIS, R. P. de Assis.; PINHO, P. J de.; BASTOS, A. R. R. Redistribuição de boro em plantas de abacaxi cv. Imperial sob aplicação foliar na presença de zinco, sacarose e uréia. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, ES, 2008.

CEARÁ, ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO. **Cenário Atual dos recursos hídricos do Ceará / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembléia Legislativa do Estado do Ceará**; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2008.

CHOAIRY, S.A. (1984) O abacaxizeiro. João Pessoa: **EMEPA-PA**. 1986. 93p (EMEPA-PB, documento, 2).

CHOAIRY, S. A.; LACERDA, J. T.; FERNANDES, P. D. Adubação líquida e sólida de nitrogênio e potássio em abacaxizeiro “Smooth Cayenne”, na Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p.733-737, 1990.

COSTA, R.S.S; Aplicação de quelatos de zinco em um solo deficiente cultivado com milho em casa de vegetação. **(Dissertação)- Unesp**, Campus de Jaboticabal,SP, 2008

COUTO, F. A. A. Desenvolvimento e produção do abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L.) Merr., adubado com potássio via folha e solo. 1991. 61f. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

CHAVES, L. C. G.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.; NESS, R. L. L.; LOPES, J. F. B. Risco de degradação em solo irrigado do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. **Ciência Agrônômica**, v.37, n.3, p.292-298, 2006.

CHIARIELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; WILLIAMS, K. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A. *et al.*, ed. **Plant physiological ecology: fields and instrumentation**. New York: Chapman & Hall, 1991. p.328-65.

CUNHA, G.A.P. da; REINHARDT, D.H.R.C. A propagação do abacaxizeiro. Brasília, DF: **EMBRAPA-SPI**, 1994. 70p. (EMBRAPA – SPI. Coleção Plantar, 11. Série Vermelha).

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L.F. S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, 1999. p. 229-252.

CUNHA, G. A. P. da. Florescimento e uso de fitorreguladores. In: CUNHA, G. A. P. da.; CABRAL, J. R. dos S.; SOUZA, L. F. de S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 1999.p. 229-251.

CHAPMAN, V. J.; EDWARDS, D. G.; BLAMEY, F. P. C.; ASHER, C. J. Challenging the dogma of a narrow supply range between deficiency and toxicity of boron. In: BELL, R. W.; RERKASEM, B. (Eds.). **Boron in soils and plants**. Dordrecht: **Kluwer Academic**, 1997. p. 151-155.

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

DE DATTA, S.K. **Fertilizer management for efficient use in wetland rice soils**. In: **BRADY, N.C. (Ed.)**. Soils and rice. Los Baños: IRRI, 1978. p.671-701.

DECHEN, R.A. & NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.327-354.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa Produção de Informação**, 2006.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Embrapa lança abacaxi resistente à fusariose na Paraíba**. Cruz das Almas, 2003.

Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/extra2003/015Imperial%20PB1405.htm>>

Acesso em: 23 novembro 2009.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra_informativo.php3?id=2005>.

Acesso em: 13 out. 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrition and growth. In: EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. p. 243-273.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAG/UFPB, v.4, n.3, p.390-395, 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: **Agropecuária**, 2000. 360 p.

FAO. **Pineapple production statistics**, 2005. [htt://apps.fao.org](http://apps.fao.org), 2006

FRANÇA, G. E. de. Curva de crescimento, concentração e absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) durante um ciclo de cultura. 1976 62f.
Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1976.

FRANCO, C. F., PRADO, R. de M., Nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira em resposta ao uso de soluções nutritivas. **Acta Sci. Agron. Maringá**, v. 30, n. 3, p. 403-408, 2008.

Fernandes, V.L.B. (coord.). 1993. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. UFC. Fortaleza.

FURLANI, A.M.C. 2004. **Nutrição mineral**. In: Kerbauy, G.B. **Fisiologia vegetal**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. pp.40-75.

GALRÃO, E.Z.; MESQUITA FILHO, M.V. Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, n.3, p.167-70, 1981.

GALRÃO, E.Z. Níveis críticos de zinco para o milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.255-60, 1996.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.

GETTIER, S. W.; MARTENS, D. C. AND DONOHUE, S. J.(1985). Soybean yield response prediction from soil test and tissue manganese levels. **Agron. J**:77: 63-67.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C.; LOSSOIS, P. Estudo sobre o ciclo natural do abacaxizeiro “Cayenne” no Planalto Paulista. **Bragantia**. Campinas, v.43, n.2, p.629-642, 1984.

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

GUPTA, U. C. Iron status of crops in Prince Edward Island and effect of soil pH on plant iron concentration. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 71, p. 197-202, 1991.

HAYNES, R.J. Size and activity of the soil microbial biomass under grass and arable management. **Biol. Fertil. Soils**, 30:210-216, 1987.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível :<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 02 de out. 2009.

IUCHI, V.L. Efeito de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio sobre algumas características da planta e qualidade do fruto do abacaxizeiro, *Ananás comosus* (L.) Merr., variedade Smooth Cayenne. 1978, p 61. **Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, MG, 1978.

LACERDA, J.T.; CHOAIRY, S.A. Adubação mineral em abacaxizeiro pérola na Paraíba In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S. **Abacaxicultura: contribuição tecnológica**.

João Pessoa: EMEPA, 1999, p. 57-78.

LAMONT Jr., W.J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **Hort Technology**, v.3, n.1, p.35-9, 1993.

LIAKATAS, A.; CLARK, J.A.; MONTEITH, J.L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.36, n.3, p.227-39, 1986.

LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes. IN: Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. da. **Micronutrientes na agricultura. Potafos/CNPq**, Piracicaba-SP, 1991.

MAGALHAES, A.F.J.; SOUZA, L.F.S.; CUNHA, G.A.P. Efeitos de diferentes fontes de nitrogênio e potássio e modos de aplicação de fósforo em abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merr.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 1, n.1, p. 31-36, 1978.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba : POTAFOS**, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill**, 1987, v.2, p.541-593.

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

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Eds). *The Pineapple: botany, production and uses. Honolulu: CAB*, 2003, cap. 7, p.143-165.

MAEDA, A. S., Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi. **(Dissertação) UNESP, 2005.**

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O.; ÁVILA, L. A. dos.; POSSER, R.S.; Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Revista Ciência Rural, Santa Maria**, v.31, n.6, p.941-945,2001

MATOS, A.P. de Doenças e seu controle. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (Org.) O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia. Cruz das Almas: **EMBRAPA Mandioca e Fruticultura; Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia**, p. 269-305. 1999.

MELO, A. S. DE; NETTO, A. O. A.; NETO, J. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento Vegetativo, Rendimento da Fruta e Otimização do Abacaxizeiro cv. Pérola em Diferentes Níveis de Irrigação. **Ciência Rural**, v. 36, n.1, Jan-Fev, 2006.

MELLO, S.C.; DECHEN, A.R.; MINAMI, K. Influência do boro no desenvolvimento e na composição mineral do pimentão. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 20, n. 1, p. 99–102, março 2002.

MOTTA, A. C. V.; MONTE SERRA, B.; REISSMAN, C. B.; DIONÍSIO, J. A.; **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta. Curitiba: UFPR, 2007.**

MORAIS, E. R.; MAIA, C.E.; NEGREIROS, M. Z.; & JUNIOR, B. B. de A.; Crescimento e produtividade do meloeiro Torreon influenciado pela cobertura do solo. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 301-308, 2010.

MOREIRA, M. A. Produção e aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro: *Ananas comosus* (L) Merrill cv. Pérola. Lavras: 2001. 81 f. **Tese (Doutorado em Fitotecnia) - UFLA, 2001.**

MOREIRA, M. A. Efeito do benomyl e ácido indolbutírico na propagação *in vitro* do porta-enxerto *Citrus sunki* Hort. ex Tan. 1993. 56 p. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

MURASHIGUE, T. & SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiol. Plant.**, 15:473-497, 1962.

NATALE, W. et al., **Goiabeira: calagem e adubação. Jaboticabal:** Funep, 1996.

NEVES, O. S. C.; SÁ, J. R. de.; CARVALHO, J. G. de.; Crescimento e sintomas visuais de deficiências de micronutrientes em umbuzeiros. **Rev. Bras. Fruticultura., Jaboticabal - SP**, v. 26, n. 2, p. 306-309, Agosto 2004

OLIVEIRA, E.F.; CARVALHO, R.A; LACERDA, J.T.; CHOAIRY, S.A.; BARREIRO NETO, M. **Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano. João Pessoa: EMEPA**, 2002. 38p.il.

OLIVEIRA, F.F. Influência da Cobertura morta com palha de leguminosas e gramíneas no desempenho de alface (*Lactuca sativa*) sob manejo orgânico. 2005. 55p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo)**- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

PACE, A. M. Métodos de aplicação de N e K em abacaxizeiro “Pérola” (*Ananas comosus* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.245-252, 1991.

PAIS, I.; JONES JUNIOR, J.B. 1996. **The handbook of trace elements. St. Lucie Press, Boca Raton.** 223p.

PAULA, M. B.; CARVALHO, J. G.; NOGURIRA, E. D. SILVA, C. R. R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.130, p.27-32, 1985.

PAULA, M. B.; MESQUITA, H.A.; NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, p.33-39, 1998.

PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; VIDAL, A. A.; MARCELO, A. V. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.67-74, 2008.

PRELA, A.; RIBEIRO, A. M. A. Determinação de graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento do cultivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para Londrina-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 83-86, 2002.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: Salesward-Discovery, 1996.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. L' **Ananás: sa culture, sés produits**. Paris: **Maisonneuve et Larose**, 1984. 537p.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JR., C. de T. Fruteiras tropicais In: In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da; RAIJ, B.van; ABREU, C.A. de (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: **Legis Summa**, 2001. p.43-70.

RANDHAWA, K.S.; SINGH, K. Influence of foliar application of certain chemicals on sex behaviour fruit and quality muskmelon. **Plants Science**, Clare, V.2, p.118-122, 1970

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **J. Agronomy e Crop Science**. Berlim, v.185, p.83-89, 2000.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae - their use and abuse. **Crop Science, Madison**, v.7, n.3, p. 171-5, 1967.

REBOLLEDO M, A.; PÉREZ, A. L. del A.; ROMÁN, A. E. B. REBOLLEDO MARTINEZ, L. 2005. Growth analysis for three pineapple cultivars grown on plastic mulch and bare soil. **Interciencia**. Caracas (Venezuela), 30 (12):758-763.

REINHARDT, D. H.; CUNHA, G. A. P. Manejo da floração. In: REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi: produção- aspectos técnicos**. Brasília: **EMBRAPA**, 2000. p. 41-45.

REINHARDT, D.H.R.C.; MEDINA, V.M. Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cvs. Pérola e Smooth cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.27, n.3, p.435-447, mar. 1992.

REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F. da S.; CUNHA, G.A.P. da Manejo do abacaxi Pérola na produção de rebentões. **Revista Brasileira de Fruticultura. Cruz das Almas**, v.18, p.319-327, 1996.

REINHARDT, D.H.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S.; SANCHES, N.F. MATOS, A.P.de. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests and diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits, Paris**, v.57, p.43-53, 2002.

RODRIGUES, J.D. Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv Cook), em cultivo hidropônico. Botucatu, 1990. 180p. **Tese (Livro - docencia)** - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

RODRIGUES, A. A. Desenvolvimento e teores foliares de nutrientes dos cultivares de abacaxi Pérola, Smooth Cayenne e Imperial nas condições edafoclimáticas do Estado da

Paraíba. 2005. 102 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba**, Areia, 2005.

ROHRBACH, K. G., BARTHOLOMEW, D. P., PAUL, R. E (2003). **Pests, diseases and weeds**. IN. Cabi, New York PP 203 -252

ROS, C. O.; AITA, C. Efeito das espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.20, p. 135-140, 1996.

ROSOLEM, C.A.; FRANCO, G.R. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.807-814, 2000.

SALVADOR, J.O. et al. Efeito da omissão combinada de N, P, K S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Sci. Agricol., Piracicaba**, v. 56, n. 2, p. 501-507, 1999.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, EURÍPEDES.;CABRAL, C, P.; Influência do boro e do manganês no crescimento e na composição mineral de mudas de goiabeira. **Ciênc. agrotec., Lavras**. v.27, n.2, p.325-331, mar./abr., 2003.

SIEBENEICHLER, S.C. O boro na cultura do abacaxizeiro 'Pérola' no norte do Estado do Rio de Janeiro. 2002. 75 f. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes**, 2002.

SIEBENEICHLER, S. C., MONNERAT, P. H., CARVALHO, A. J. C., SILVA, J. A., MARTINS, A. O. Mobilidade de boro em plantas de abacaxi. **Revista brasileira de fruticultura, Jaboticabal**, v. 27, n. 2, p. 292-297, 2005.

SHIMABUKU, M.; KUDO, M.; TAMAKI, K. The influence of growth parameters and climatic factor on efficiencies of solar energy utilization in sugarcane. In: Lopez, M. B. &

- Madrazo (eds). **The International Society of Sugarcane Technology. Manila, Philippines.** p.526-533. 1980.
- SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A. A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 09, p. 1325-1332, 2002.
- SOUSA, L.F.S. O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia. Brasília: **EMBRAPA**, 480p. p 67-83, 1999
- SOUZA, L.F. da S. **Os micronutrientes e o Abacaxizeiro. Cuz das Almas, EMBRAPA-CNPMF**, Dez/2007.n39.
- SU, N.R., **Micronutrient problems in pineapples. Taipei: ASPAC/Food and Fertilizer Technology Center**, 1975. 13p (Extension Bulletin, 51).
- THOMAS, G.W. et al., Effects of a killed sod mulch on nitrate movement and corn yield. **Agronomy Journal, Madison**, v.65, n.5, p.736-739, 1973.
- TING, I. P.; Crassulacean Acid Metabolism. Annu. **Rev. Plant. Physiol.** 1985.36:595-622.
- VELOSO, C.A.C.; OEIRAS, A.H.L.; CARVALHO, E.J.M.; SOUZA, F.R.S. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.23, n.2, p.396-402, agosto 2001.
- YAMADA, T. Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: O sucesso da experiência brasileira. **Informações agronômicas**, v.105, p.1-12, 2004
- YAMADA, T.; LOPES, A.S. **Balanco de nutrientes na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS**, 1998. p.2-8. (Encarte Técnico, 84).

YAMADA, T. B. Será que estamos aplicando a dose suficiente para adequado desenvolvimento das plantas. **Informações Agronômicas**, n. 90, p.01-05, jun. 2000.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, **San Diego**, v.4, p101-144, 1952.