



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – POSAGRO

JEFFERSON BITTENCOURT VENÂNCIO

PRODUÇÃO DE MUDAS E CULTIVO DE ABACAXIZEIRO EM CONDIÇÕES DE
CAMPO SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Boa Vista-RR
2013

JEFFERSON BITTENCOURT VENÂNCIO

PRODUÇÃO DE MUDAS E CULTIVO DE ABACAXIZEIRO EM CONDIÇÕES DE
CAMPO SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Roraima, como parte da exigência do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO), para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Farias Araújo

Coorientador: Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas

Boa Vista-RR

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

V448p Venâncio, Jefferson Bittencourt

Produção de mudas e cultivo de abacaxizeiro em condições de campo sob adubação potássica e lâminas de irrigação / Jefferson Bittencourt Venâncio. -- Boa Vista, 2013.

113 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Farias Araújo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

1 – *Ananas comosus* var. *comosus*. 2 – Crescimento. 3 – Substratos. 4 – Aspersão. 5 – Adubação. I - Título. II – Araújo, Wellington Farias. (orientador).

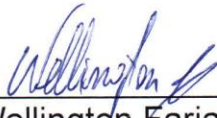
CDU 631.416.4

JEFFERSON BITTENCOURT VENÂNCIO

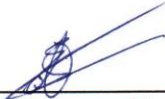
Produção de mudas e cultivo de abacaxizeiro em condições de campo sob adubação potássica e lâminas de irrigação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Aprovado: 22 de março de 2013.



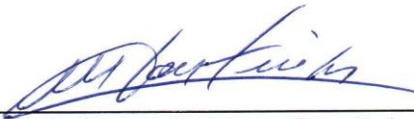
Prof. Dr. Wellington Farias Araújo
Orientador- UFRR



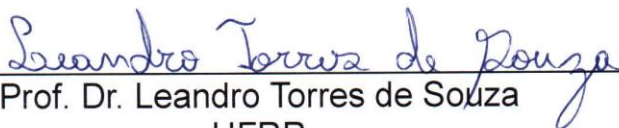
Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas
Embrapa Roraima



Pesquisadora Dra. Karine Dias Batista
Embrapa Roraima



Prof. Dr. Ozimar de Lima Coutinho
UFRR



Prof. Dr. Leandro Torres de Souza
UFRR

Às origens,
Antônio Venâncio e Célia Maria Bittencourt Venâncio,
pelo amparo e exemplo de motivação e perseverança
na luta diária.
À “my Beautiful Black Girl, Nana”,
pela mais bela companhia que alguém poderia ter.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Roraima, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO) e a Embrapa Roraima, pelo apoio infraestrutural durante a realização do curso e da pesquisa.

À CAPES, pela concessão de bolsa, e ao CNPq (Processo 575587/2008-3) e SUFRAMA pelo financiamento da pesquisa.

Aos professores Wellington Farias Araújo e Edvan Alves Chagas, pela orientação, pela atenção, pelo respeito e pela confiança. Um singelo agradecimento jamais será suficiente para externar minha gratidão, respeito, admiração e reconhecimento pela postura profissional e pessoal desses homens de bem, durante este período de convivência.

À todos os professores do POSAGRO, pela contribuição intelectual que permitiu a aquisição de conhecimento e experiências durante a realização do curso, em especial os professores Jose Frutuoso do Vale Júnior, Sandra Cátia Pereira Uchoa, Wellington Farias Araújo e Frank James, por compartilhar o conhecimento nas áreas de solos, agrometeorologia agrícola e fisiologia de plantas.

Aos colegas de curso, pela amizade, convívio e amadurecimento profissional e pessoal. Resguardo a menção de nomes, mas, em especial as turmas de 2010/2011.

Aos colegas do curso de Agronomia Rafael Sousa Melo e João Luiz Lopes Monteiro Neto, pela valorosa colaboração nos duros trabalhos de campo. Aqui palavras são insuficientes para externar minha gratidão e respeito profissional e pessoal.

À equipe de bolsistas da Embrapa Roraima pela grande ajuda nas avaliações das plantas. Aqui me resguardo do direito de citar nomes, pelo temor em ser injusto, mas destaco Christinny Giselly Bacelar Lima, Verônica Andrade dos Santos e Aline das Graças de Souza como representantes da equipe.

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias, em especial Elene Marçal, Ana Leuda Sousa Oliveira e Srs. Adão e Rivelino, pelo apoio nos serviços administrativos, bibliotecários e de campo.

À Casa dos Estudantes de Boa Vista e à associação de moradores da Casa ASSEMCEB, pelo auxílio moradia fundamental à minha permanência no curso e pelo amparo de todos os amigos da casa. Resguardo nomes, mas evidencio Rafaela Lucas de Paiva como representante.

Aos que não foram citados por um lapso momentâneo, mas que sempre serão lembrados pela contribuição tanto no cenário profissional como pessoal.

*“Das frutas do Paiz a mais louvada
He o Regio Ananas, fruta tão boa
Que a mesma Natureza namorada
Quiz como rei cingilla da coroa:
Tão grato cheiro dá, que uma talhada
Surprende o olfacto de qualquer pessoa;
Que a não ter do Ananas distincto aviso,
Fragrancia a cuidará do Paraíso”
José de Santa Rita Durão (1837).*

VENÂNCIO, J.B. **Produção de mudas e cultivo de abacaxizeiro em condições de campo sob adubação potássica e lâminas de irrigação**. Boa Vista, 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima

RESUMO

Dois experimentos foram realizados com o abacaxizeiro. Um experimento, em fase de aclimatização, avaliou o desempenho de cultivares de abacaxizeiro e o efeito de substratos com diferentes proporções e fontes de material orgânico em sua composição. O outro experimento, em fase de campo, estudou o efeito da adubação potássica e lâminas de irrigação sobre o crescimento vegetativo e nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Vitória’, em diferentes épocas de amostragem. Na produção de mudas, avaliou-se o desempenho vegetativo de cultivares de abacaxizeiro e a eficiência de substratos de natureza orgânica, aos 210 dias de aclimatização. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, disposto em esquema fatorial 3×5 , sendo três cultivares de abacaxizeiro (Pérola, Vitória e Imperial) e cinco substratos [ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial; SP: Substrato Padrão, composto por solo + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + esterco de carneiro + casca de arroz carbonizada (2:1:1 v/v); SP+E: composto por SP + E (3:1 v/v); SP+C: composto por SP + C (3:1v/v)]. Baseado na produção de massa seca das plantas e considerando o substrato de melhor desempenho, houve superioridade da cultivar Pérola em relação a ‘Vitória’ e ambas foram superiores a ‘Imperial’. O ORG proporcionou a parte aérea das plantas, incrementos superiores a 260% e incrementos superiores a 115% para densidade de raízes, em relação ao grupo de substratos com solo. No experimento de campo, o delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, arranjados em parcelas sub-subdivididas. As parcelas corresponderam às doses de potássio (0, 10, 20 e 30 g de K_2O planta⁻¹), as subparcelas corresponderam às lâminas de irrigação (L1 = 134,9; L2 = 267,5; L3 = 446,8; L4 = 558,3; e L5 = 655,2 mm), enquanto as sub-subparcelas foram compostas pelos períodos de amostragem (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio – DAP). Os efeitos das doses de K_2O (K) e das lâminas de irrigação (L) independeram entre si, mas dependeram das épocas de amostragem (E) para as variáveis: número de folhas (NF), o diâmetro do caule (DC), a altura de planta (AP) e a massa seca de raízes (MSR). Já, em relação à área foliar (AF) e massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas houve interação significativa entre $K \times L \times E$. Baseado no desenvolvimento vegetativo das plantas, a área foliar (11.133 cm²) e a massa fresca (1.450 g planta⁻¹) e seca das folhas (180 g planta⁻¹), recomenda-se para o cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ em Latossolo Amarelo nas savanas, dose de 16,9 g planta⁻¹ de K_2O e

suplementação hídrica de 558,7 mm, via irrigação por aspersão convencional. Os teores foliares de K e P não sofreram alterações com as doses de K_2O , mas houve redução significativa na lâmina de irrigação correspondente a 134,9 mm. Os teores foliares de N responderam a aplicação de K_2O no solo, de forma quadrática, aos 120 DAP, mas apresentaram redução linear a partir de 270 DAP. A irrigação L5 reduziu os teores foliares de N. Os teores foliares de Ca e Mg foram reduzidos significativamente com as doses de K_2O , aos 345 DAP. As extrações de nutrientes pela planta foram afetadas pela interação $K \times L \times E$, acompanhando o aporte de biomassa da parte aérea e a idade fisiológica da planta.

Palavras-chaves: *Ananas comosus* var. *comosus*; Crescimento; Substratos; Aspersão; Adubação.

VENÂNCIO, J.B. **Seedling production and cultivation of pineapple in field conditions under potassium fertilization and irrigation levels.** Boa Vista, 2013. 113f. Master's Thesis (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima

ABSTRACT

Two experiments were conducted with pineapple. An experiment in the acclimatization phase, evaluated the performance of cultivars of pineapple and the effect of substrates with different proportions and sources of organic material in their composition. The other experiment, phase field, studied the effect of potassium fertilization and irrigation on vegetative growth and mineral nutrition of pineapple 'Vitoria' at different sampling times. In seedling production, performance vegetative cultivars of pineapple and efficiency of the organic substrates were evaluated at 210 days of acclimatization. The experimental design was a randomized complete block design, arranged in a factorial 3×5 , three pineapple cultivars (Perola, Vitoria and Imperial) and five substrates [ORG: Organoamazon [®], commercial compost, SP: Substrate pattern, composed of soil + sand 1:1 (v / v) SP + E + C: composed of sheep manure + SP + carbonized rice hull (2:1:1 v / v) SP + E: comprising SP + E (3:1 v / v) SP + C: C + comprising SP (3:1 v / v)]. Based on the production of plant dry substrate and considering the best performance, there was Perola cultivar superiority over 'Vitoria'e both were superior to' Imperial '. The ORG has provided the aerial part of the plant, increasing it up to 260% and 115% increments over to root density, compared to the group of substrates with soil. In field experiments, the experimental design was a randomized complete block design, arranged in split-split. The plots consisted of potassium doses (0, 10, 20 and 30 g K₂O plant⁻¹), the subplots correspond the irrigation levels (L1 = 134.9, L2 = 267.5, L3 = 446.8; L4 = 558.3, and L5 = 655.2 mm), enaquanto the sub-subplots consisted of sampling periods (120, 195, 270 and 345 days after planting - DAP). The effects of doses of K₂O (K) and irrigation (L) were independent from each other, but relied on the sampling times (E) for the variables: number of leaves (NL), stem diameter (DC), the plant height (PH) and root dry mass (RDM). Already, in relation to leaf area (LA) and fresh weight (FW) and dry matter (DM) of leaves significant interaction between $K \times L \times E$. Based on plant growth, leaf area (11,133 cm²) and fresh weight (1.450 g plant⁻¹) and dried leaves (180 g plant⁻¹), is recommended for growing pineapple 'Victory' in Latossol savanna, dose of 16.9 g of K₂O plant⁻¹ and water supplementation of 558.7 mm by sprinkler irrigation. Foliar P and K did not change with the K₂O levels, but a significant reduction in water depth corresponding to 134.9 mm. Foliar N responded to application of K₂O in the soil, so curvilinear positive at 120 DAP, but showed a linear decrease from 270 DAP. Irrigation L5 reduced foliar N. The leaf Ca and Mg decreased

significantly with doses of K_2O to 345 DAP. The extraction of nutrients by the plant was affected by the interaction $K \times L \times E$, following the contribution of aboveground biomass and physiological age of the plant.

Key-words: *Ananas comosus* var. *comosus*; Growth; Substrates; Sprinkling irrigation; fertilization.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 –** Corte esquemático demonstrando as classes de solo predominantes no lavrado roraimense e suas relações com a paisagem. RYq e RYve: Neossolo Flúvico psamítico típico e Ta eutrófico vértico, respectivamente; VGo: Vertissolo Hidromórfico órtico; FFC: Plintossolo Pétrico concrecionário; LAdx: Latossolo Amarelo distrocoeso típico; PAdx e PVAd: Argissolo Amarelo distrocoeso típico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, respectivamente; GXbd: Gleissolo Háplico Tb distrófico argissólico; e LVd: Latossolo Vermelho distrófico.20
- Figura 2 –** Material utilizado para o plantio do abacaxizeiro. Coroa (1); filhote (2); rebentão (3); caules e coroas seccionadas (4); caule (5).27
- Figura 3 –** Temperaturas média, mínima e máxima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) (A); balanço hídrico climático e evapotranspiração potencial (B), ao longo do desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’. Boa Vista-RR, Brasil.61
- Figura 4 –** Curva de retenção de umidade no solo para as camadas de 0-15 e 15-30 cm. .61
- Figura 5 –** Número de folhas (NF) (A), altura de planta (AP) (B), diâmetro do caule (DC) (C) e massa seca de raízes (MSR) (D) do abacaxizeiro ‘Vitória’, entre 120 e 345 DAP, em resposta a doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹), em ambiente de savana. ^{***}, ^{**}, ^{*} e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.....65
- Figura 6 –** Número de folhas (NF), altura de planta (AP) e massa seca de raízes (MSR), entre 120 e 345 dias após o plantio (A, B e C), e efeito simples do diâmetro do caule (DC) (D) do abacaxizeiro ‘Vitória’, em resposta a lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Mesmas letras representam médias semelhantes, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.67
- Figura 7 –** Área Foliar (AF) e massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 120 (A, C e E) e 195 dias após o plantio (B, D e F), em resposta a doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. ^{**} e ^{ns} significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representam a imagem que a equação está inserida. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.69
- Figura 8 –** Área Foliar (AF) e massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 270 (A, C e E) e 345 dias após o plantio (B, D e F), em resposta a doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{***}, ^{**}, ^{*} e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representam a imagem que a equação está inserida.70

- Figura 9** – Correlação entre a produção de massa seca e o número de folhas, em abacaxizeiro ‘Vitória’, cultivado em ambiente Lavrado. *** significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F. Boa Vista-RR, Brasil, Abril de 2011/ março de 2012..... 71
- Figura 10** – Temperaturas média, mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (%) (A); balanço hídrico climático e evapotranspiração potencial (B), ao longo do desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’. Boa Vista-RR, Brasil. 78
- Figura 11** – Curva de retenção de umidade no solo para as camadas de 0-15 e 15-30 cm. . 79
- Figura 12** – Efeito simples das doses de K₂O aplicadas no solo (0, 10, 20 e 30 kg ha⁻¹ de K₂O) (K) sobre os teores de P e K e nas relações nutricionais K:N, K:Ca e K:Mg (B, C, F, G, e H) e efeito da interação K × Épocas de amostragem (E) (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio) sobre os teores foliares de N, Ca e Mg (A, D, e E) do abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ***, **, * e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.....83
- Figura 13** – Efeito simples das lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5) (L) sobre os teores foliares de N e P (A e B) e efeito da interação L × Épocas de amostragem (E) (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio) sobre os teores de K, Ca e Mg e nas relações nutricionais K:N, K:Ca e K:Mg (C, D, E, F, G e H) do abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado em ambiente de lavrado, Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. Mesmas letras representam médias semelhantes entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).84
- Figura 14** – Massa seca da parte aérea do abacaxizeiro ‘Vitória’ (MSPA) aos 120 (A), 195 (B), 270 (C) e 345 dias após o plantio (D), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ***, ** e ^{ns} significativo a 0,1 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representa a imagem que a equação está inserida.88
- Figura 15** – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 120 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{ns} não significativo pelo teste F (P>0,05).89
- Figura 16** – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 195 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{ns} não significativo pelo teste F (P>0,05).90
- Figura 17** – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 270 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/

março de 2012. ^{***}, ^{**}, ^{*} e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.91

Figura 18 – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 345 após o plantio, cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{***}, ^{**} e ^{ns} significativo a 0,1 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.92

Figura 19 – Extração de P pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’, entre 120 e 345 dias após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{***}, ^{*} e ^{ns} significativo a 0,1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Mesmas letras representam médias semelhantes, pelo teste de Tukey (P>0,05), quanto aos níveis de irrigação testados.....93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Análise química dos substratos utilizados para o teste do desempenho das cultivares de abacaxizeiro. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.....	43
Tabela 2 –	Micronutrientes e granulometria dos substratos utilizados para teste do desempenho das cultivares de abacaxizeiro. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.....	43
Tabela 3 –	Coeficientes dos contrastes estudados para os tratamentos do fator substratos.	45
Tabela 4 –	Desdobramento das características de crescimento da parte aérea, do sistema radicular e conteúdo de nutrientes nos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta a cada tratamento do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.	48
Tabela 5 –	Contrastes médios, incrementos relativos, quadrado médio do resíduo (QMR) e coeficiente de variação (CV) para as características de crescimento da parte aérea e do sistema radicular dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta aos tratamentos do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012. .	49
Tabela 6 –	Contrastes médios, incrementos relativos, quadrado médio do resíduo (QMR) e coeficiente de variação (CV) para acúmulo de nutrientes dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta aos tratamentos do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.	50
Tabela 7 –	Análise química para caracterização da disponibilidade inicial de nutrientes no solo da área experimental. Boa Vista-RR, 2012.	60
Tabela 8 –	Disponibilidade inicial de micronutrientes e granulometria do solo da área da área experimental. Boa Vista-RR, 2012.	60
Tabela 9 –	Análise química da área utilizada para o estudo do desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob adubação potássica e lâminas de irrigação. Boa Vista-RR, 2012.	77
Tabela 10 –	Micronutrientes e granulometria da área utilizada para o estudo do desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob adubação potássica e lâminas de irrigação. Boa Vista-RR, 2012.	78

SUMÁRIO

Capítulo 1 INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1 INTRODUÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Gerais	18
1.2.2 Específicos	18
1.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.3.1 Savanas de Roraima.....	19
1.3.2 A cultura do abacaxizeiro	20
1.3.2.1 Características gerais	20
1.3.2.2 Classificação botânica e morfologia da planta	24
1.3.2.3 Propagação.....	26
1.3.2.3.1 Micropropagação	27
1.3.2.3.2 Aclimatização	28
1.3.2.4 Requerimento hídrico e irrigação na cultura do abacaxizeiro	30
Capítulo 2 DESEMPENHO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE CULTIVARES DE ABACAXIZEIRO EM SUBSTRATOS DE NATUREZA ORGÂNICA .	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT	40
2.1 INTRODUÇÃO	41
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.3 RESULTADOS	45
2.4 DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	54
Capítulo 3 DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM LINHA	55
RESUMO.....	55

	ABSTRACT	56
3.1	INTRODUÇÃO	57
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	59
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
	CONCLUSÕES	72
Capítulo 4	TEORES DE FOLIARES E EXTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	73
	RESUMO.....	73
	ABSTRACT	74
4.1	INTRODUÇÃO	75
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	76
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	80
	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS.....	94
	APÊNDICES	101

Capítulo 1

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é uma liliopsida (monocotiledônea), herbácea, pertencente à família Bromeliaceae, apreciada no mundo todo por suas excelentes características organolépticas. Os frutos ocupam lugar de destaque no cenário da fruticultura mundial, atrás somente da banana e dos frutos cítricos (FAOSTAT, 2013).

O abacaxizeiro possui características anatômicas e bioquímicas que permitem alta eficiência do uso da água pela planta, tornando seu cultivo amplamente favorável em condições tropicais. A abacaxicultura é uma das atividades agrícolas mais importantes de regiões tropicais como Havaí, Filipinas, Austrália, África do Sul, Porto Rico, Quênia, México, Cuba e Formosa, sendo ‘Smooth Cayenne’ a cultivar mais adotada (AZEVEDO et al., 2007). No Brasil, a cultura desempenha importante papel socioeconômico, gerando emprego e renda para mais de 18 mil produtores e muitas outras pessoas indiretamente envolvidas no negócio (MATOS; REINHARDT, 2009). As cultivares mais consumidas no mercado brasileiro são: ‘Pérola’, que corresponde a 80% da área plantada, seguido das ‘Smooth Cayenne’, ‘Jupi’ e ‘Gold’ (MD-2), além de outras variedades locais mais utilizadas na região Amazônica (MATOS; REINHARDT, 2009). Um dos principais problemas para essas cultivares e variedades é a suscetibilidade à fusariose, mais grave doença no Brasil. Recentemente, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical vêm recomendando as cultivares Imperial e Vitória, por apresentar boas características agrônômicas e resistência à doença (CABRAL; MATOS, 2005; INCAPER, 2006). Dessa forma, essas cultivares devem ser alvo contemporâneo de pesquisas direcionadas ao manejo fitotécnico da cultura.

A literatura ainda é escassa em registros sobre a cultura do abacaxizeiro nas condições de Roraima. Uma vez que o desempenho produtivo da planta e a longevidade de seu ciclo no campo dependem da qualidade das mudas utilizadas (HEPTON, 2003), faz-se necessário o aperfeiçoamento das técnicas de propagação, dentre elas, a adequação do substrato. Quanto ao substrato, busca-se um meio de cultivo adequado ao desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular das plantas, pelo ajuste de seus componentes. É importante que fatores de ordem química (disponibilidade de nutrientes e pH) e física (porosidade, textura e estrutura) estejam nas proporções requeridas pela espécie vegetal. Outro importante aspecto a ser considerado na propagação é o custo da muda. Dessa forma, também se busca a otimização dos recursos materiais disponíveis no âmbito local. Dada a incipiência nas

pesquisas locais em relação à natureza e às proporções do material a serem utilizados no substrato durante o período de aclimatização, os diversos recursos disponíveis localmente, ainda precisam ser avaliados e comparados em Roraima. Dentre os materiais locais com potencial para compor um substrato, concomitante às características de fácil disponibilidade e custo reduzido, posto que seja subproduto da agricultura, encontra-se a casca de arroz, carbonizada ou não, a serragem, o esterco de curral, o esterco de carneiro, a cama de frango e o próprio solo do lavrado. Outro material é o composto orgânico comercial (Organoamazon[®]), entretanto, de custo mais elevado.

Nas condições de campo, também faltam informações quanto ao manejo fitotécnico do abacaxizeiro. Dessa forma, o cultivo do ananás em Roraima ainda é realizado de forma empírica ou baseado nas recomendações técnicas de regiões produtoras tradicionais. Parte da área destinada à produção agrícola em Roraima está inserida no sistema ecológico de savana, onde as condições ambientais são singulares e distintas do bioma cerrado do planalto central (VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010). Assim, o manejo da cultura nas savanas de Roraima necessita de melhores compreensões.

As altas temperaturas e a precipitação anual de 1.700 mm favorecem o desenvolvimento da cultura. Entretanto, a baixa disponibilidade hídrica nos meses de outubro a março e a alta probabilidade de falta ou redução das chuvas (ARAÚJO et al., 2001), faz necessário o uso da irrigação nos períodos prolongados de seca. Embora o abacaxizeiro seja uma planta amplamente adaptada a condições ambientais adversas, a irregularidade das chuvas produz atraso em alguns estádios fenológicos das plantas, resultando em redução na produção de frutos pela planta (AZEVEDO et al., 2007). Assim, o uso adequado da técnica de irrigação precisa ser incorporado nos sistemas de produção de abacaxi, em Roraima.

Os solos da savana também é fator que limita o cultivo do abacaxizeiro em Roraima. Em geral, predominam os Latossolos e Argissolos de coloração amarelada, baixa fertilidade natural, CTC inferior a $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, textura arenosa a média e caráter de coesão (BENEDETTI et al., 2011), características que exigem adequado manejo da adubação e reposição dos nutrientes para sustentabilidade do sistema agrícola. Nestas condições, altas precipitações ou irrigação de forma inadequada podem carrear nutrientes ou lixiviá-los para as camadas mais profundas do solo. Assim, o manejo da adubação e irrigação nas savanas preocupa tanto sob o ponto de vista econômico quanto ambiental.

Nenhum registro foi encontrado na literatura, no tocante ao manejo da irrigação e adubação do abacaxizeiro nas condições de campo, para região de Roraima. Na fase de produção de mudas, também não foram encontrados registros quanto ao substrato mais

adequado para o período de aclimatização. Portanto, o uso adequado dessas técnicas de produção ainda precisa ser investigado tanto para a melhor utilização dos recursos naturais disponíveis, quanto para a redução no custo de produção e maximização dos lucros aos produtores dessa cultura em Roraima.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Gerais

- Avaliar o efeito de diferentes substratos (cujos componentes são oriundos de matéria prima disponível na propriedade agrícola), sobre a aclimatização de mudas micropropagadas dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’
- Avaliar, nas condições de campo, o efeito de diferentes doses de adubo potássico e lâminas de irrigação, sobre o crescimento vegetativo e a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Vitória’.

1.2.2 Específicos

- Avaliar o efeito dos substratos de composição orgânica, com diferentes componentes e proporções, sobre o crescimento das plantas e o acúmulo de macronutrientes, das cultivares de abacaxi Pérola, Vitória e Imperial, após período de aclimatização.
- Avaliar o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob diferentes doses de adubo potássico e lâminas de irrigação por aspersão convencional disposta em única linha.
- Avaliar a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Vitória’, em diferentes idades da planta, sob diferentes doses de adubo potássico e lâminas de irrigação por aspersão convencional disposta em única linha.

1.3 REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Savanas de Roraima

O Estado de Roraima, estabelecido no extremo norte da Amazônia brasileira, possui seu espaço fitofisionômico inserido em três grandes sistemas ecológicos: florestas, campinas-campinaranas e savanas. As savanas ocupam a parte norte-nordeste de Roraima e faz parte do grande complexo paisagístico ‘Rio Branco-Rupununi’, compreendido entre Brasil, Guiana e vertentes de altitude próximas da fronteira com a Venezuela¹ (RADAMBRASIL, 1975).

As savanas de Roraima ocupam aproximadamente 43.000 km² e possuem vegetação desde tipicamente graminosas (lavrado), de baixa altitude (<100 m), até tipologias estépicas arborizadas de altas altitudes (> 600 m) (BARBOSA et al., 2005). No âmbito regional, a formação não florestal é comumente denominada por *lavrado*, termo utilizado com frequência desde o início dos anos 1900. Entretanto, por definição fitogeográfica, toda esta paisagem faz parte da ecorregião das ‘Savanas das Guianas’, que pertence ao Bioma Amazônia (BARBOSA; MIRANDA, 2005).

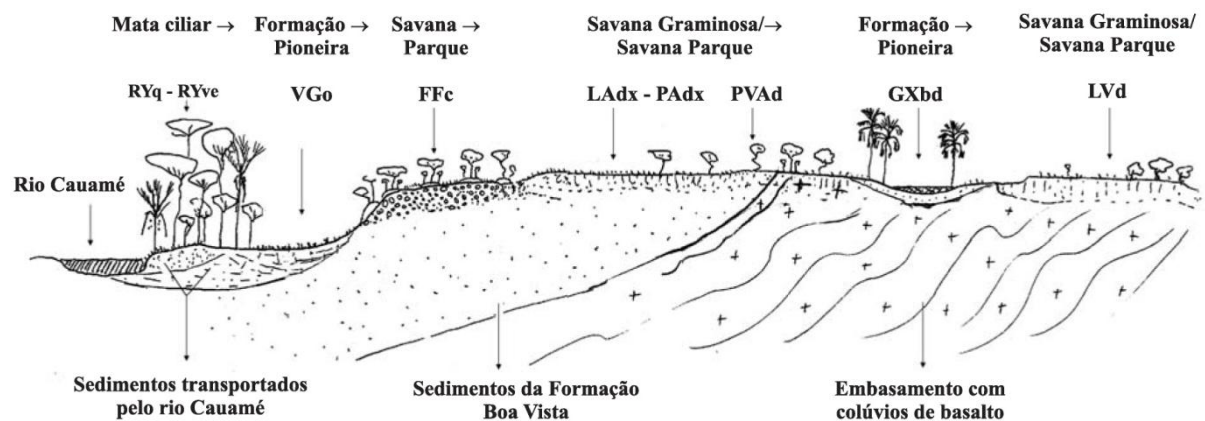
O clima das savanas de Roraima está classificado como Aw segundo a classificação de Köppen, com precipitação anual média de 1688,4 mm (ARAÚJO et al., 2001). A pluviometria, segundo Araújo et al. (2001), apresenta grande variabilidade espacial e temporal, sendo os meses de maio a agosto, os de menor variação, e dezembro a março, os de maior. Esses meses também correspondem ao período mais chuvoso e mais seco respectivamente. A temperatura média do ar varia entre 24,5 e 30,1 °C, e as máximas e mínimas variam entre 26,8 e 36,0 °C e entre 21,3 e 24,9 °C, respectivamente. A evapotranspiração de referência varia entre 1,1 e 5,2 mm dia⁻¹, sendo a média anual 4,1 mm dia⁻¹ (ARAÚJO et al., 2012). Associando as informações climáticas com as características hídricas dos solos, Araújo et al. (2001) verificaram sob probabilidade de precipitação de 80% e CAD de 25 mm, disponibilidade hídrica limitada a apenas quatro meses, entre abril e setembro, e déficit hídrico consideráveis nas demais épocas do ano.

Dada a diversidade pedo-geomorfológica das savanas de Roraima, são encontradas classes de solos compreendendo desde aqueles com elevado grau de evolução até os menos evoluídos (BENEDETTI et al., 2011; MELO et al., 2006a; MELO et al., 2010a,b;

¹ Mudança mais acentuada desse sistema ecológico é observada na Venezuela, na região conhecida como *Gran Sabana*, caracterizada pelo platô do Planalto das Guianas, onde ocorrem elevações denominadas *tepuy*. O desnível topográfico mais importante da região das savanas é provocado pela cordilheira Parima, Brasil/Venezuela, que origina um ‘batente’ entre a parte alta (*Gran Sabana*) e a parte baixa, região meridional da cordilheira Parima (BARBOSA et al., 2005).

SCHAEFER et al., 1993; VALE JÚNIOR, 2000; VALE JÚNIOR et al., 2007; VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010). Nessos solos a variabilidade espacial é um fenômeno natural resultante da interação dos diferentes fatores e processos de formação e suas relações com o ambiente, podendo ou não ser acentuado pela ação antrópica. Em síntese, os solos do lavrado de Roraima e suas relações com a paisagem, podem ser representados conforme corte esquemático apresentado por Benedetti et al. (2011) (Figura 1).

Figura 1 – Corte esquemático demonstrando as classes de solo predominantes no lavrado roraimense e suas relações com a paisagem. RYq e RYve: Neossolo Flúvico psamítico típico e Ta eutrófico vértico, respectivamente; VGo: Vertissolo Hidromórfico órtico; FFc: Plintossolo Pétrico concrecionário; LAdx: Latossolo Amarelo distrocoeso típico; PAdx e PVAd: Argissolo Amarelo distrocoeso típico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, respectivamente; GXbd: Gleissolo Háptico Tb distrófico argissólico; e LVd: Latossolo Vermelho distrófico.



Fonte: Benedetti et al. (2011).

1.3.2 A cultura do abacaxizeiro

1.3.2.1 Características gerais

O abacaxi é uma das frutas tropicais mais importantes no cenário produtivo mundial. A produção em 2011 ficou em terceiro lugar no *ranking* mundial, atrás somente da banana e citros (FAOSTAT, 2013). A fruta processada possui grande importância para o comércio internacional, mas, cerca de 70% da produção mundial de abacaxi é consumida *in natura*, e no próprio país de origem (LOEILLET, 1997), como ocorre no Brasil, Índia, China, Nigéria, México e Colômbia, importantes países produtores (HOHRBACH et al., 2003).

Pelos dados estatísticos fornecidos pelo sistema FAOSTAT, a evolução na produção mundial de abacaxi passou de 15.764.463 Mg (mega grama²), no ano de 2001, para 21.582.237 Mg, no ano de 2011, revelando aumento de aproximadamente 37%, nos últimos 10 anos. Os principais produtores mundiais são: Tailândia, Brasil, Costa Rica, Filipinas, China, Indonésia, Índia, Nigéria e México (FAOSTAT, 2013).

No Brasil, a cultura é praticada em todo o país, desde a região Amazônica, no extremo norte, à fronteira com a Argentina, no sul. A abacaxicultura gera emprego e renda para mais de 18 mil produtores, além de muitas outras pessoas indiretamente envolvidas neste negócio, principalmente, voltado para o mercado interno (MATOS; REINHARDT, 2009). Em 2011, o país ocupou a segunda posição no ranking mundial, em volume produzido, atrás somente da Tailândia. A produção nacional foi cerca de 2,3 milhões de Mg, em área aproximada de 62,4 mil ha, o que representa uma produtividade de 37,1 Mg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2013). A região nordeste foi responsável por 38,7% desta produção, seguido da região sudeste (28,7%), norte (24,9%), centro-oeste (6,6%) e sul (1,1%) (IBGE, 2013). Na região norte, Pará e Amazonas são os principais produtores, representando 84,6% dos frutos colhidos³. No nordeste, os principais produtores são os Estados da Paraíba, Bahia e Rio Grande do Norte, representando 85,8% da produção. No sudeste, Minas Gerais e Rio de Janeiro são os principais produtores, representando 65,2% da produção. Nas regiões sul e centro-oeste, Paraná e Rio Grande do Sul representam 99,0% e, Goiás e Mato Grosso, 94,2% da produção regional, respectivamente (IBGE, 2013).

Existem cerca de 30 genótipos de ananás cultivados com a finalidade de exploração comercial dos frutos. Mas, a indústria internacional de abacaxi na forma processada vem sendo dominada pela ‘Smooth Cayenne’ por mais de um século. Entretanto, após o lançamento do híbrido havaiano ‘MD-2’, as indústrias vêm se adaptando para esta cultivar, que, atualmente, já se tornou o principal genótipo explorado no mercado mundial de frutas frescas (CARR, 2012).

No Brasil, a escolha da cultivar depende da preferência do mercado consumidor e de sua adaptação às condições edafoclimáticas da área de cultivo. A cultivar Pérola, considerada tolerante a seca, é cultivada em cerca de 80% da área plantada do país, seguido das ‘Smooth Cayenne’, ‘Jupi’, ‘MD-2’ e outras variedades locais, mais utilizadas na Amazônia (MATOS; REINHARDT, 2009). Recentemente, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical lançou a

² Mg (mega grama) = 10⁶ g.

³ Ano de referência 2011 (IBGE, 2013).

cultivar Imperial (CABRAL; MATOS, 2005) e, juntamente com o INCAPER (2006), a cultivar Vitória, ambas resistentes à fusariose e com boas características agrônômicas.

A cultivar Pérola é também conhecida no Brasil como ‘Pernambuco’ ou ‘Branco de Pernambuco’ (MATOS; REINHARDT, 2009) e, na Flórida, como ‘Abacaxi’, ‘Abakka’ e ‘Eleuthera’ (CHAN et al., 2003). As plantas são vigorosas e de tamanho intermediário. As folhas são de aproximadamente 1,1 m de comprimento, coloração verde escuro, eretas e com margens espinhosas. O pedúnculo é longo e apresenta cerca de 30 cm. A planta produz muitas brotações laterais (5 a 15), normalmente ligadas à parte superior do pedúnculo e um pequeno número de rebentos (MATOS; REINHARDT, 2009). O fruto é de pequeno a médio (900 a 1.600 g), ovóide, quando jovem, a cônico e verde com um ponto amarelo no centro da superfície dos frutinhos, na fase madura (CHAN et al., 2003). A polpa é macia, branca, muito succulenta e aromática. O teor de açúcares varia de 13 a 16 °Brix, a acidez é baixa (MATOS; REINHARDT, 2009) e o teor de ácido ascórbico é elevado (CHAN et al., 2003). A maturação ocorre da base para o topo. A cultivar manifesta tolerância a seca e a cochonilha, mas é suscetível a fusariose (*Fusarium subglutinans*), principal limitação na abacaxicultura brasileira (MATOS; REINHARDT, 2009).

A cultivar Imperial é um genótipo selecionado a partir do híbrido PE × SC-56, resultante do cruzamento entre ‘Perolera’ com ‘Smooth Cayenne’. ‘Imperial’ foi lançada como cultivar, em 2003, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, por apresentar resistência a fusariose e frutos de boa qualidade. A planta tem porte médio, cerca de 50 cm de altura, do colo a base do fruto, e folhas de cor verde escuro (cerca de 60 cm), sem espinhos na borda. O pedúnculo mede cerca de 20 cm de comprimento e 3,1 cm de diâmetro. A planta produz cerca de nove brotações do tipo filhote e uma do tipo rebentão. O fruto é pequeno e cilíndrico com casca de cor amarelada, quando maduro. O peso médio do fruto sem coroa é 1.670 g, medindo cerca de 18,5 cm de comprimento e 13,5 cm de diâmetro. A polpa é amarela, com elevado teor de açúcar (17,5 °Brix), acidez titulável moderada (6,4%), alto conteúdo de ácido ascórbico (29%), e excelente sabor nas análises sensoriais realizadas. A ‘Imperial’ também apresenta reação de resistência ao escurecimento interno⁴ dos frutos. As principais características desfavoráveis são: crescimento lento, pedúnculo de diâmetro delgado, fruta de tamanho pequeno a médio, perfil do frutinho proeminente e produção de três

⁴ O escurecimento interno do abacaxi ou ‘Internal Browning’ é um distúrbio fisiológico que se desenvolve em frutos maduros de abacaxi, quando submetido a baixas temperaturas (5 a 10 °C). Portanto, de importância econômica apenas onde a fruta é cultivada em condições muito frias, ou onde o fruto é refrigerado por longo período antes do consumo. Esse distúrbio tem sido associado a baixos teores de ácido ascórbico no fruto (ROHRBACH; JOHNSON, 2003).

a cinco mudas presas à base do fruto, o que dificulta a colheita mediante o método de quebra do fruto (CABRAL; MATOS, 2005).

A cultivar Vitória é um genótipo de acesso (EC-099), oriundo de uma Seleção Recorrente Clonal no híbrido PRI × SC-08, resultante do cruzamento entre ‘Primavera’ (PRI), como parental feminino, com ‘Smooth Cayenne’, como parental masculino. ‘Vitória’ foi lançada como cultivar, em 2006, pelo INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) juntamente com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, por apresentar resistência a fusariose e características agrônômicas semelhantes ou superiores em relação às ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’. A planta é vigorosa, apresenta porte semelhante à ‘Pérola’ e bom perfilhamento, desenvolvimento e crescimento. As folhas são de coloração verde clara, apresentando 93 cm de comprimento e 10,5 cm de largura, sem espinhos na borda. A planta produz cerca de quatro brotações do tipo filhote. O fruto é cilíndrico com casca de coloração amarela, quando maduro. O peso médio do fruto é cerca de 1.500 g, com coroa, e 1.400 g, sem coroa, medindo cerca de 120 mm de diâmetro. A polpa é branca, com elevado teor de açúcares (15,8%) e AT cerca de 8%, e excelente sabor nas análises sensoriais realizadas. Os frutos também apresentam maior resistência ao transporte e em pós-colheita, em relação às tradicionais ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ (INCAPER, 2006).

O abacaxizeiro apresenta melhor desenvolvimento em condições de temperaturas noturnas de 20 °C e diurnas de 30 °C (ZHU, 1996), e apresentam melhor desempenho em regiões com irradiação de 2.500 a 3.000 horas sol ano⁻¹, não tolerando sombreamento (REINHARDT, 2002).

Uma das principais características do abacaxizeiro é a sua adaptação a climas secos. O ananás difere da maioria das outras plantas cultivadas comercialmente, uma vez que possui uma adaptação fotossintética CAM (metabolismo ácido das crassuláceas). Plantas com esse metabolismo promovem o fechamento dos estômatos durante o período quente e seco do dia e a captura do dióxido de carbono (CO₂) à noite, diminuindo os processos de transpiração, melhorando drasticamente a eficiência do uso da água (BORLAND et al., 2009; CARR, 2012). Além disso, plantas CAM geralmente apresentam características anatômicas que minimizam a perda de água, tais como cutículas espessas, baixa razão superfície volume⁻¹, vacúolos celulares grandes, tamanho e densidade de estômatos reduzidos e baixa frequência de abertura estomática (BUCHANAN, 2009). Dessa forma, a produção anual de biomassa da parte aérea de uma planta CAM é comparável a de uma planta com metabolismo C3 ou C4, mas, com apenas 20% da água necessária ao cultivo (BORLAND et al., 2009; CARR, 2012).

O abacaxizeiro deve ser cultivado em terreno plano ou de pouca declividade (<5%), preferencialmente em solos com profundidade efetiva acima de 70%, textura média a arenosa, pH entre 4,5 e 5,5 e bem drenados. A planta é muito sensível ao excesso de água, principalmente devido à falta de aeração nas raízes e por favorecer o ataque de pragas e doenças (CUNHA et al., 2005; MATOS et al., 2011).

1.3.2.2 Classificação botânica e morfologia da planta

O Abacaxi é um fruto símbolo de regiões tropicais e subtropicais, originário das Américas e difundido para todo o mundo, em razão de seu sabor e aroma característicos e da sua exuberante aparência (CRESTANI et al., 2010). A planta é uma Liliopsida (monocotiledônea), perene pertencente à ordem Bromeliales, família Bromeliaceae, subfamília Bromelioideae, com cerca de 56 gêneros e 2.794 espécies (COPPENS d'EECKENBRUGGE; LEAL, 2003). Na classificação de Coppens d'Eeckenbrugge e Leal (2003), *Ananas comosus* var. *comosus* é a principal forma cultivada e abrange todas as cultivares plantadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, para exploração do fruto.

A planta é herbácea, com inflorescência terminal que dá origem a uma fruta múltipla (infrutescência). Após a maturação do fruto, o abacaxizeiro desenvolve brotos laterais, a partir de gemas axilares, de modo a produzir novos eixos de crescimento capazes de produzir outra fruta. A planta adulta mede cerca de 1 a 2 m de altura e largura, inserida no solo na forma de pião (COPPENS d'EECKENBRUGGE; LEAL, 2003). As principais estruturas morfológicas são: caule, folhas, pedúnculo, fruto (infrutescência ou sincarpo), coroa, brotos laterais e raízes.

O caule ocorre em forma de bastão, com dimensões bastante variáveis, de acordo com a cultivar utilizada, idade da planta e condições de cultivo. De maneira geral, Coppens d'Eeckenbrugge e Leal (2003) reportaram comprimento variando entre 25 e 50 cm e largura de 2 a 8 cm. Paull e Duarte (2011) publicaram valores de 30 a 35 cm de comprimento e 5 a 8 cm de largura, para 'Smooth Cayenne'. Para 'Pérola', Azevedo et al. (2007) verificaram 25 e 5,2 cm de comprimento e largura, respectivamente. A massa fresca e seca do caule também varia com a cultivar adotada. Rinhardt et al. (2002) registraram matéria fresca e seca do caule cerca de 300 e 100 g, para 'Pérola', e 370 e 120 g, para 'Smooth Cayenne', respectivamente.

As folhas do abacaxizeiro apresentam disposição espiral, em forma de roseta. No abacaxizeiro cultivado para exploração comercial do fruto, a disposição das folhas apresenta filotaxia 5/13 (COPPENS d'EECKENBRUGGE; LEAL, 2003; PAULL; DUARTE, 2011). O

número de folhas aumenta regularmente, cinco a seis folhas por mês (PAULL; DUARTE, 2011) e o total na planta adulta varia entre as cultivares. Reinhardt et al. (2002) reportaram cerca de 30 folhas, para ‘Pérola’, e 46 folhas, para ‘Smooth Cayenne’. Já, Azevedo et al. (2007) verificaram cerca de 43 folhas, para ‘Pérola’.

Os índices biométricos das folhas são mais frequentemente mencionados na literatura, para as folhas designadas como folha ‘D’⁵. Reinhardt et al. (2002) publicaram comprimentos e larguras de 84 e 6,8 cm, para ‘Pérola’, e 67 e 5,2 cm, para ‘Smooth Cayenne’, respectivamente. Para ‘Gold’ (MD-2), Guarçoni e Ventura (2011) observaram comprimento 76 cm. No documento publicado pelo INCAPER (2006), o comprimento e a largura da folha ‘D’ para as cultivares Vitória, Pérola e Smooth Cayenne, foram 93 e 10,5 cm, 93 e 9,5 cm e 87 e 10,3 cm, respectivamente. Para ‘Imperial’, Cabral e Matos (2005), comunicaram 68 cm de comprimento. Quanto à massa das folhas, Guarçoni e Ventura (2011) verificaram a massa seca da folha ‘D’ de 6,84 g. A massa fresca e seca total das folhas foi publicada por Reinhardt et al. (2002), sendo 1.550 e 270 g, para ‘Pérola’, e 1.350 e 255 g, para ‘Smooth Cayenne’.

As raízes primárias são encontradas apenas em plantas muito jovens e senescem logo após a germinação, momento em que são substituídas por raízes adventícias. Estas formam um sistema compacto e curto na base do caule, com inúmeras raízes fortes e ramificações limitada. Em condições ideais, o sistema radicular pode se espalhar de 1 a 2 m, lateralmente no solo, e 85 cm, em profundidade (COPPENS d’EECKENBRUGGE; LEAL, 2003). Em condições normais, a profundidade do sistema radicular geralmente atinge 15 a 30 cm (PAULL; DUARTE, 2011).

O fruto, mais precisamente definido como infrutescência (fruta múltipla derivada do amadurecimento do ovário de várias flores, reunidas em uma inflorescência), ou sorose (sincarpo derivado da fusão de frutinhos de ovários inferiores), é coberto por uma haste de folhas referida como coroa (PAULL; DUARTE, 2011). A fruta múltipla pode ser constituída de mais de 200 frutinhos fundidos entre si, em torno de um eixo central, de acordo com uma filotaxia 8/21 (COPPENS d’EECKENBRUGGE; LEAL, 2003). O formato é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico e a polpa de coloração branca, amarela ou laranja-avermelhada (CABRAL; MATOS 2005; INCAPER, 2006; MATOS; REINHARDT, 2009). Após a abertura da última flor, a maturação do fruto demora cerca de quatro meses, sendo o

⁵ Folha ‘D’: Folha mais alta da planta, inserida à angulação de 45° adjacente a superfície do solo, geralmente utilizada para avaliar o crescimento e o estado nutricional do abacaxizeiro. Esta folha também é a mais jovem entre as adultas e a de maior atividade fisiológica (SOUZA; REINHARDT, 2007).

tempo total, da iniciação floral até a colheita, cerca de 6 a 7 meses (PAULL; DUARTE, 2011).

As características físico-químicas dos frutos variam de acordo com a cultivar adotada e com as condições de cultivo. Os resultados obtidos por Veloso et al. (2001), trabalhando com a cultivar Pérola, em diferentes níveis de adubação N-P-K e calagem, demonstram alterações significativas em função do uso de fertilizantes. A massa fresca dos frutos com coroa variou entre 1.240 e 1.920 g. O comprimento variou entre 21,8 e 22,2 cm e a circunferência atingiu 40,5 cm. A acidez titulável (AT) variou de 5,5 a 6,7%. Renhardt et al. (2002), trabalhando com as cultivares Pérola e Smooth Cayenne, verificaram massa fresca do frutos com coroa variando entre 1.400 e 1.800 g e 1.800 a 2.200 g, respectivamente. O comprimento, o diâmetro, a AT, os sólidos solúveis (SS) e a relação SS/AT dos frutos foram 20,5 e 10,6 cm, 6,4% e 14,8 °Brix e ratio de 2,3, para ‘Pérola’, e 16,6 e 13,6 cm, 10,2% e 13,5 °Brix e ratio de 1,3, para ‘Smooth Cayenne’, respectivamente. Já, Azevedo et al. (2007) observaram, para cultivar ‘Pérola’, em condições irrigadas nos tabuleiros costeiros da Paraíba, massa fresca e seca do fruto com coroa de 1.660 e 230 g, respectivamente, comprimento de 24,0 cm, diâmetro de 10,7 cm, AT de 4,5% e SS de 14,7 °Brix.

1.3.2.3 Propagação

A propagação do abacaxizeiro se dá tanto sexualmente⁶, por meio de semente, quanto assexualmente, pela utilização de mudas oriundas de brotações laterais do caule (filhote, filhote-rebentão e rebentão) (MORAES, 2007). A técnica da cultura de tecidos é outro método de propagação (micropropagação) que vem sendo empregado na atualidade, com fins de produção massal de mudas, sobretudo com boa qualidade fitossanitária (TEIXEIRA et al., 2001).

Uma ampla gama de material vegetal pode ser utilizada para propagação do abacaxizeiro. Os mais comuns são as coroas, brotações laterais do pedúnculo, adjacente ao fruto (filhote), brotações laterais na base do pedúnculo e parte superior do tronco (filhote-rebentão) e brotações laterais da parte inferior do caule, juntamente com as raízes (rebentão) (Figura 2) (HEPTON et al., 2003).

⁶ A propagação sexual não é uma prática convencionalmente utilizada em plantios comerciais. Atualmente, este é um método usado para fins de hibridação e obtenção de novas variedades e, ou, cultivares, em programas de melhoramento genético.

Figura 2 – Material utilizado para o plantio do abacaxizeiro. Coroa (1); filhote (2); rebentão (3); caules e coroas seccionadas (4); caule (5).



Fonte: Hepton (2003).

1.3.2.3.1 Micropropagação

A micropropagação do abacaxizeiro é uma das aplicações da cultura de tecidos para propagação *in vitro* de plantas a partir da proliferação de brotos axilares e, ou, da regeneração de calos (SMITH et al., 2003). Em geral, este tipo de propagação é utilizado para multiplicação massal de novas variedades e cultivares geradas nos programas de melhoramento genético (MATOS et al., 2009). Teoricamente, este método de multiplicação pode gerar algo próximo de 6 milhões de mudas num período de dois anos, a partir de uma única muda do tipo filhote (TEIXEIRA et al., 2001). A micropropagação é realizada em ambiente asséptico, portanto, permitindo a obtenção de mudas totalmente isentas de pragas e doenças. O processo inclui várias etapas e a gema axilar é o material mais comumente extraído para o cultivo *in vitro*. As gemas normalmente são cultivadas em meio Murashige e Skoog (1962) (MS) (meio sólido suplementado com uma citocinina e benziladenina (BAP), geralmente em concentrações entre 0,5 e 0,125 mg L⁻¹, respectivamente) (TEIXEIRA et al., 2001). Após o cultivo as plântulas geradas são submetidas à multiplicação, em meio MS suplementado com 2 mg L⁻¹ de BAP e 0,5 mg L⁻¹ de ácido naftaleno acético (ANA) (TEIXEIRA et al., 2001). Uma vez que as plântulas foram multiplicadas, elas são transferidas

para um meio MS sólido suplementado com auxina [normalmente ácido indolbutírico (AIB) na concentração de 0,5 a 2,0 mg L⁻¹], ou em meio MS isento de hormônios vegetais, para o alongamento e enraizamento das plântulas (SMITH et al., 2003).

1.3.2.3.2 Aclimatização

O período de aclimatização é uma fase em que o material de plantio é cultivado, em casa de vegetação ou sob telado, para adaptação ao meio externo, quando as plântulas são provenientes do cultivo *in vitro*, e, ou, para crescimento das mudas até porte adequado ao desenvolvimento no campo. No caso de mudas micropropagadas, a aclimatização se faz necessária em razão de mudanças do ambiente *in vitro* para *ex vitro*, como metabolismo heterotrófico para autotrófico e redução da umidade do ar e nutrientes, que são fatores limitantes às plântulas do abacaxizeiro (BALDOTTO et al., 2009) nas condições edafoclimáticas do campo. Além disso, plântulas de abacaxizeiro cultivadas *in vitro*, apresentam em sua anatomia foliar, cutícula pouco desenvolvida; paredes periclinais curvas e anticlinalis sinuosas; e baixa intensidade estomática (BARBOZA et al., 2006), características desfavoráveis às variações drásticas inerente ao ambiente *ex vitro*. Aragón et al. (2012) também verificaram comportamento arbitrário entre os metabolismos C3 e CAM de plantas de abacaxi cultivadas em condições *in vitro* e *ex vitro*, respectivamente.

Atualmente, sabe-se que a taxa de crescimento e o tamanho da planta no campo está positivamente correlacionado com a quantidade de reserva presente na muda (HEPTON, 2003). Dessa forma, muitos estudos têm sido realizados com o intuito de aperfeiçoar o desempenho de mudas de abacaxizeiro para obtenção de materiais de plantio de alta qualidade e sanidade. Para formação de mudas de qualidade, é necessária boa técnica de aclimatização. Um dos fatores mais importantes no processo de aclimatização é a composição química e física do substrato utilizado, pois, o balanço entre esses elementos vão influenciar diretamente na qualidade final do material de plantio.

Quanto aos constituintes utilizados no substrato, grande variedade de trabalhos são encontrados na literatura (CALDEIRA et al., 2008; CATUNDA et al., 2008; CUNHA FILHO et al., 2008; LEAL et al., 2007; LIMA et al., 2006; MOREIRA et al., 2006; SANTOS et al., 2006; SOUZA JÚNIOR et al. 2001), na qual buscam-se obter um meio de cultivo adequado ao desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular das plantas, pelo ajuste de seus componentes. A utilização da matéria orgânica é um dos temas mais discutidos. Moreira et al. (2006) verificaram os efeitos benéficos da utilização de matéria orgânica sobre o desenvolvimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro ‘Pérola’, e atribuíram a uma boa

sustentação da planta até o enraizamento, pouca variação no volume do substrato em relação à sua umidade, retenção de água em quantidade adequada e porosidade suficiente à drenagem da água e aeração.

Baldotto et al. (2009), testando o efeito da aplicação de ácidos húmicos (doses, 10, 20 e 40 mmol L⁻¹; e fontes, isolados de vermicomposto – AHv, e torta de filtro – AHtf) sobre o desempenho de mudas micropropagadas do abacaxizeiro ‘Vitória’, em fase de aclimatização em casa de vegetação, verificaram que, independente da fonte utilizada, a aplicação de ácidos húmicos proporcionou incrementos significativo nas características morfológicas da parte aérea (número de folhas; altura de planta; diâmetro da roseta; diâmetro do caule; matéria fresca e seca da parte aérea; e área foliar) e do sistema radicular (matéria fresca e seca de raiz e área radicular). Também houve incremento significativo no conteúdo dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e na relação clorofila a clorofila b⁻¹. A resposta das doses sobre as características morfológicas da parte aérea mostraram incrementos curvilíneos, com taxas quadráticas ou raízes quadráticas, em função do aumento nas doses, com maior bioatividade do AHv.

Baldotto et al. (2010) verificaram o efeito da associação entre ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas (*Burkholderia* spp.), durante aclimatização em casa de vegetação. A aplicação de ácidos húmicos incrementou a parte aérea das plantas em 14%, em relação à testemunha. O uso da bactéria incrementou a parte aérea em 102%. Já, o efeito combinado dos dois tratamentos, incrementou a parte aérea em 147%. Também houve diferenças no crescimento das raízes, sendo 50% com ácidos húmicos, 81% com bactérias e 105% no tratamento combinado. O uso combinado também proporcionou maior acúmulo de nutrientes, em relação à testemunha, sendo na ordem de 132% para N, 131% para P, e 80% para K.

Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) também têm sido utilizados como técnica na obtenção de mudas de abacaxizeiro, em aclimatização. Santos et al. (2011) utilizaram a inoculação com fungos micorrízicos (*Glomus etunicatum* e mistura de *Glomus clarum* com *Gigaspora margarita*), na produção de mudas do tipo rebentão a partir da coroa do fruto (‘Smooth Cayenne’, ‘Pérola’ e ‘Jupi’), em casa de vegetação, e verificaram maior número de emissões quando da utilização de FMAs e a mistura de dois tipos de fungos promoveu maiores teores de N, P e K nas mudas obtidas.

Os diferentes tipos de recipientes também afetam a qualidade final do material de plantio. Souza Júnior et al. (2001) testando o efeito de substratos (areia, xaxim e húmus (1:1:1 v/v; Plantmax[®]; areia) e recipientes (tubete com 50 mm de Ø e 130 mm de altura; tubete com 50 mm de Ø e 245 mm de altura; saco de polietileno de 100 mm × 80 mm) na aclimatização

de plântulas micropropagadas do abacaxizeiro ‘Pérola’, verificaram que o uso substrato contendo areia, xaxim e húmus, em tubete de 50 mm de Θ 130 mm de altura ou em saco de polietileno, e de substrato contendo Plantmax, em tubete pequeno, promoveram melhores respostas ao crescimento da planta. Bregonci et al. (2008) também verificaram melhores respostas da parte aérea em tubetes pequenos (115 cm^3).

A aplicação foliar de macro e micronutrientes é outra técnica utilizada na fase de aclimatização, para melhorar a qualidade das mudas obtidas. Bregonci et al. (2008) verificaram que a adubação foliar com macro e micronutriente promoveu aumento significativo na área foliar, altura e massa seca de mudas do abacaxizeiro ‘Gold’.

Catunda et al. (2008) verificaram o efeito da interação entre brassinosteróides (0,0; 0,1; 0,3; 0,5; e $1,0 \text{ mg L}^{-1}$) e substratos (Plantmax[®] e composto orgânico à base de bagaço de cana e torta de filtro) na aclimatização do abacaxizeiro ‘Imperial’. Os autores verificaram maior número e largura de folhas, diâmetro da roseta e massa fresca e seca da parte aérea, com o uso do composto orgânico e com a aplicação de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ do brassinosteróide BIOBRAS-16, o qual proporcionou incremento, em massa seca, 2,8 vezes superior à testemunha cultivada no substrato Plantmax[®].

1.3.2.4 Requerimento hídrico e irrigação na cultura do abacaxizeiro

No Havaí, a passagem da produção de frutos para conservas à produção de frutas frescas, tornou o uso da irrigação essencial para assegurar a produção contínua do abacaxizeiro durante o ano (CARR, 2012). O uso da irrigação tem demonstrado efeitos positivos sobre a diferenciação floral e redução do ciclo da cultura (ALMEIDA et al., 2002). O abacaxizeiro deve ser irrigado preferencialmente durante o estágio fenológico de maior atividade fisiológica da planta, ou seja, do plantio à indução do florescimento (AZEVEDO et al. 2007). Pois, falta ou excesso de água nessa fase, produz atraso em alguns estádios fenológicos das plantas de abacaxi, resultando na redução de produção de frutos.

Quanto à diferenciação floral e o ciclo da cultura, Almeida et al. (2002), nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros de Cruz das Almas-BA, Brasil, em Latossolo Amarelo Distrófico A moderado textura franco argilo arenosa fase transição floresta subperenifolia/subcaducifolia, à 220 m de altitude, verificaram efeito positivo das lâminas crescentes de irrigação sobre a diferenciação floral natural e antecipação do período de colheita dos frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’. Durante o período experimental ocorreu precipitação efetiva de 671 mm ano^{-1} e os tratamentos de irrigação consistiram em 608, 568, 525, 468 e 334 mm ano^{-1} , aplicados por aspersão no esquema “line source”. O efeito das

lâminas de irrigação na diferenciação floral natural do abacaxizeiro ‘Pérola’ alcançou um valor próximo a 30% na maior lâmina, reduzindo-se gradativamente até 2%, na menor lâmina. A irrigação também apresentou influencia marcante sobre a da época de colheita dos frutos. Na lâmina correspondente a 608 mm ano⁻¹, foram verificados na 23ª semana após a indução de florescimento, 75% de frutos colhidos. Já, na lâmina correspondente a 334 mm ano⁻¹, o índice de colheita não passou de 3,8%. Aproximadamente metade dos frutos colhidos nas parcelas submetidas às duas maiores lâminas d’água foi colhida com antecipação de um mês e mais de 70% tiveram sua colheita antecipada em 22 dias, em relação ao final do processo.

A necessidade hídrica do abacaxizeiro está relacionada com a fase de crescimento das plantas e as condições físico-hídricas do solo. Em Neossolo, nas condições dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba, Brasil, Azevedo et al. (2007) monitoraram os padrões evapotranspirativos do abacaxizeiro ‘Pérola’ pelo método da razão Bowen. Isso foi realizado no período de 140 dias após o plantio (DAP), quando as planta atingiram índice de área foliar de 0,5, até 481 DAP, sob condições de irrigação suplementar por aspersão, sempre que necessário. O crescimento da cultura foi dividido nas fases fenológicas de crescimento vegetativo (140-308 DAP), florescimento (309-377 DAP), formação dos frutos (378-451 DAP) e colheita (452-481 DAP). Os maiores valores evapotranspirométricos da cultura (ETc) foram observados na fase de crescimento vegetativo, cujos valores variaram entre 4,1±0,7 e 4,6±0,5 mm dia⁻¹. A evapotranspiração de referência (ETo), calculada pelo método Penman-Monteith, variou entre 4,7±0,6 e 5,1±0,4 mm dia⁻¹. Para essa fase o coeficiente de cultivo Kc variou entre 0,88±0,07 e 0,91±0,07. Nas fases de florescimento, formação dos frutos e colheita, os valores para ETc, ETo e Kc foram 4,3±0,6 e 5,0±0,4 mm dia⁻¹ e 0,88±0,09; 3,8±0,3 e 4,4±0,3 mm dia⁻¹ e 0,87±0,05; e 3,4±0,1 e 3,8±0,1 mm dia⁻¹ e 0,89, respectivamente. O total acumulado durante o ciclo de cultivo foi cerca de 1.420 mm, para ETc, 1.615 mm, para ETo e o índice Kc foi 0,88±0,06. Uma vez que o método utilizado trabalha com avaliações diurnas e o mecanismo fotossintético do abacaxizeiro favorece a abertura estomática para transpiração à noite, o elevado valor de Kc pode ter ocorrido devida evaporação (E), como resultado do re-umedecimento frequente da superfície do solo e da cultura, por ocasião das chuvas ou irrigação.

Nas condições de savana na bacia do Orinoco, Santa Barbara, Monaga, Venezuela, em solo de textura franco arenosa de baixa fertilidade natural, San José et al. (2007), usando o método de covariância de vórtices turbulentos, monitoraram os padrões sazonais de emissão de CO₂, vapor de água e fluxos de energia na cultura do abacaxizeiro ‘Red Spanish’, sob cultivo de sequeiro, durante cinco estações climáticas consecutivas (úmida/seca). O

monitoramento da cultura foi realizado do período após o estabelecimento da cultura (120 DAP) até a colheita (840 DAP). As avaliações foram perfizeram-se pela estação úmida de 1.997 (0-220 DAP) e seca de 1.997/1.998 (221-340 DAP), estação úmida de 1.998 (341-600 DAP) e seca de 1.998/1.999 (601-664 DAP) e início da estação úmida de 1.999 (665-690 DAP), período que correspondeu ao crescimento vegetativo da cultura. O período de florescimento e colheita compreendeu o final da estação chuvosa de 1.999 (840 DAP). Durante o período experimental, houve precipitação pluviométrica de 2.789 mm. A proporção de energia disponível utilizada para evapotranspiração atingiu um máximo de 0,84 e diminuiu acentuadamente para 0,09, quando o conteúdo volumétrico de água no solo atingiu valores abaixo da capacidade de campo. Isto indica que o déficit hídrico no solo limita a evapotranspiração e as taxas de produção. Os valores médios para as taxas transpirométricas foram $2,5 \pm 0,5$, para estação úmida de 1.997, $0,6 \pm 0,1$, para estação seca de 1.997/1.998, $2,4 \pm 0,5$, para estação úmida de 1.998, $1,0 \pm 0,1$, para estação seca de 1.998/1.999 e $2,2 \pm 0,4$ mm dia⁻¹, para estação úmida de 1.999, com total acumulado, aos 840 DAP, de 1.725 mm, o que correspondeu a 0,39% da evaporação do Tanque Classe A. A atividade CAM (proporção da produtividade primária líquida diária (PPL), em fluxo aparente de CO₂ noturno) variou de zero a 0,93 ao longo do ciclo da cultura. No entanto, a captação noturna foi o maior contribuinte para PPL (razão > 0,5) em apenas 2,7% dos dias, indicando baixa atividade do metabolismo CAM.

A aplicação de água em níveis crescentes de lâminas de irrigação demonstra efeito curvilíneo positivo sobre o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro. Melo et al. (2006b), trabalhando nas condições de São Cristóvão, SE, Brasil, em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico Tb A moderado, franco arenoso, verificaram o efeito de níveis crescentes de lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo e o rendimento de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’. As lâminas de irrigação foram aplicadas em quatro níveis relativos à evaporação do tanque Classe A, sendo 100% (523,7 mm ano⁻¹), 75% (392,8 mm ano⁻¹), 50% (261,8 mm ano⁻¹) e 0% (sem irrigação), aplicados sob forma de aspersão convencional disposto em linha. A máxima área foliar (AF), massa seca foliar (MS) e comprimento da folha D (CFD) foram atingidos quando da aplicação correspondente a 523,7 mm ano⁻¹, com valores de 9.354 cm², 309 g e 876 mm, respectivamente. A massa e o comprimento máximo dos frutos de 1.736 g e 233 mm foram atingidos com a aplicação correspondente a 296,9 e 356,4 mm ano⁻¹, respectivamente.

Franco (2010), trabalhando nas condições de Janaúba, MG, Brasil, em solo de textura areia franca e com baixa fertilidade, verificou efeito não significativa de lâminas de

irrigação aplicadas sob forma de gotejamento sobre o crescimento e qualidade dos frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’. No trabalho, foi testado o efeito de níveis de aplicação de água em função da evaporação no Tanque Classe A, sendo estes 150% (3.456 mm ano⁻¹), 100% (2.304 mm ano⁻¹), 70% (1.612,8 mm ano⁻¹), 50% (1.152 mm ano⁻¹) e 30% (691,2 mm ano⁻¹). Os valores obtidos para o crescimento vegetativo de 56,8 mm, para diâmetro do caule, 532 mm, para comprimento da folha D e número de folhas de 45; e para qualidade dos frutos de 138 mm, para comprimento do fruto sem coroa, 838 mm, para diâmetro do fruto, 540,9 e 465,2 g, para massa do fruto com e sem coroa, foram, entretanto, bastante abaixo do normalmente encontrado para cultivar (REINHARDT et al., 2002).

1.3.2.5 Nutrição mineral do abacaxizeiro

O abacaxizeiro é espécie de exigência nutricional elevada e seu cultivo comercial demanda quantidades de nutrientes que a maioria dos solos agrícolas não consegue suprir integralmente. Em trabalho de revisão, Souza e Reinhardt (2007) demonstraram as quantidades de macro e micronutrientes extraídas pela cultura. A extração de macronutrientes variou de 60-355 kg ha⁻¹ de N, 8-53 kg ha⁻¹ de P, 151-1.257 kg ha⁻¹ de K, 81-252 kg ha⁻¹ de Ca, 33-157 kg ha⁻¹ de Mg e 17-40 kg ha⁻¹ de S. Em geral, a ordem decrescente de absorção dos macronutrientes é K>N>Ca>Mg>S>P. Quanto à extração de micronutrientes, os valores variaram de 225-404 g ha⁻¹ de Zn, 169-197 g ha⁻¹ de Cu, 267-311 g ha⁻¹ de B, 4.020-5.095 g ha⁻¹ de Fe e 2.456-7.308 g ha⁻¹ de Mn. Em trabalho recente, Feitosa et al. (2011), nas condições da região norte do Ceará, em solo de textura arenosa, verificaram a extração de micronutrientes do abacaxizeiro ‘Vitória’, aos 180 DAP, variando de 29,50-68,38 g ha⁻¹ de Fe, 27,01-67,75 g ha⁻¹ de Zn, 121,33-271,56 g ha⁻¹ de Mn e 24,59-54,41 g ha⁻¹ de B. Os frutos do abacaxizeiro constituem a maior via de exportação de nutrientes. As quantidades exportadas por mega gramas de frutos colhidos são: 0,75 a 0,80 kg de N, 0,15 kg de P₂O₅, 2,00 a 2,60 kg de K₂O, 0,15 a 0,20 kg de Ca (CaO) e 0,13 a 0,18 kg de Mg (MgO) (SOUZA; REINHARDT, 2007).

O estado nutricional das plantas de abacaxi correlaciona-se positivamente com o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade dos frutos (MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003). Em virtude da falta de padronização quanto à parte da planta a ser amostrada, a época de amostragem e da cultivar adotada, amplas variações são encontradas na literatura, quanto aos níveis críticos foliares para o abacaxizeiro. Os níveis críticos foliares encontrados na literatura apresentaram amplitude de 6,5-22,0 g kg⁻¹ para N; 0,7-3,0 g kg⁻¹ para P; 3,0-57,0 g kg⁻¹ para K; 0,2-12,0 g kg⁻¹ para Ca; 0,3-4,5 g kg⁻¹

para Mg; 0,5-1,5 g kg⁻¹ para S; 6-30 mg kg⁻¹ para B; 3-17 mg kg⁻¹ para Cu; 50-576 mg kg⁻¹ para Mn; 6-39 mg kg⁻¹ para Zn; e 66-1.000 mg kg⁻¹ para Fe, nas mais diversas épocas de amostragem, formas de adubação, densidades populacionais e cultivares adotadas (COELHO et al., 2007; GUARÇONI M.; VENTURA, 2011; MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003; PAULA et al., 1991; PAULA et al., 1999; RAMOS et al., 2011; REINHARDT, 2007; RODRIGUES, 2009; SOUZA; TEIXEIRA et al., 2011b; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2002; VELOSO et al., 2001). Embora o equilíbrio nutricional entre os elementos K, Ca e Mg seja de grande importância para cultura do abacaxizeiro diante de sua interação com a absorção pela planta, informações sobre as relações foliares K:N, K:Ca e K:Mg são escassas e valores de referência ainda não foram estabelecidos. Entretanto, Rodrigues (2009), trabalhando com a cultivar Pérola, admitiu valores adequados de 2,4-3,0, para relação K:N, 3,0, para K:Ca, e 5,0, para K:Mg.

1.3.2.6 Adubação potássica na cultura do abacaxizeiro

O abacaxizeiro apresenta crescimento inicial relativamente lento até aproximadamente o oitavo e nono mês de idade (RODRIGUES et al., 2010) e a exigência pelo K é baixa até o quarto mes (MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003). A planta demanda altas quantidades de potássio para sustentar o seu crescimento e produtividade, sendo também o nutriente acumulado em maiores quantidades na planta. Níveis deficientes de K no solo podem levar a uma diminuição na fotossíntese e, conseqüentemente, no crescimento das plantas, massa dos frutos e produção de mudas (MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003).

Ramos (2006), trabalhando com omissão de nutrientes no abacaxizeiro ‘Imperial’, verificou que a deficiência de K reduziu o peso fresco e seco da folha D aos nove e dose meses após o plantio. Os autores também verificaram redução no comprimento, na largura e na área foliar da folha D. Os sintomas de deficiência de K na planta iniciaram com folhas de menor tamanho e estreitas e, posteriormente, progrediram para um avermelhamento nas folhas mais velhas, evoluindo para bordas amarronzadas e necrosadas. Os frutos apresentaram tendência de tombamento, quando na planta, e maior suscetibilidade à queima solar. Na pós-colheita, ocorreram manchas escuras na polpa dos frutos, sintoma caracterizado como escurecimento interno (RAMOS, 2006).

Nas condições de campo, muitos registros são encontrados na literatura (GUARÇONI; VENTURA 2011; PAULA et al., 1991; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2011a; VELOSO et al., 2001), buscando-se definir

a dose adequada para o desenvolvimento e a produção da cultivar adotada. Ampla variação pode ser verificada na dose de máxima produtividade física, com valores entre 13 e 22 g planta⁻¹ (394 a 1.128,6 kg ha⁻¹). Entretanto, a dose adequada depende de fatores edafoclimáticos, da densidade de plantas, do destino da produção, do manejo adotado e da cultivar utilizada.

O crescimento vegetativo das plantas está positivamente correlacionado com a produção dos frutos (GUARÇONI; VENTURA, 2011; TEIXEIRA et al., 2011a) e é significativamente afetado pela adubação potássica. Teixeira et al. (2011a), trabalhando nas condições de Agudos, SP, Brasil, em um Argissolo arenoso de baixa fertilidade, verificaram o efeito de diferentes fontes (100% KCl; 100% K₂SO₄; e 60% KCl + 40% K₂SO₄) e doses de K₂O (0, 175, 350 e 700 kg ha⁻¹ de K₂O) sobre o crescimento e a produtividade do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’. O crescimento das plantas foi significativamente afetado pelo incremento nas doses de K₂O, havendo aumentos lineares nas variáveis observadas, com maior tendência para o uso de sulfato de potássio (K₂SO₄). A massa seca da planta e a área foliar atingiram valores de 468 g e 1,47 m², para K₂SO₄, e 412 g e 1,30 m², para KCl + K₂SO₄, a fonte 100% KCl não apresentou diferença significativa entre as doses testadas, apresentando valor de 362 g planta⁻¹. A resposta não significativa das doses para o uso de KCl, foi atribuída ao aumento nos níveis de cloreto no solo, os quais refletiram em aumento nos teores foliares de Cl e correlacionaram-se negativamente com a produção de massa seca pela planta. O aumento na massa seca das plantas correlacionou-se positivamente com a produtividade dos frutos. A produtividade aumentou de forma linear quando da utilização de K₂SO₄ (máximo de 66,5 Mg ha⁻¹) e KCl+K₂SO₄ (máximo de 63,7 Mg ha⁻¹). O incremento nas doses de KCl aumentou a produtividade de forma quadrática, estimada em 60,8 Mg ha⁻¹, com máxima dose física de 566,7 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em trabalho conduzido por Guarçoni e Ventura (2011), nas condições da região norte do Estado do Espírito Santo, Brasil, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, para verificar o efeito da adubação com N, P e K sobre o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de frutos do abacaxizeiro ‘Gold’ (MD-2), houve efeito significativo das doses de K sobre as variáveis testadas. Os tratamentos foram formados por cinco doses de N, cinco de P₂O₅ e cinco de K₂O combinados segundo a matriz experimental *Plan Puebla* III (2^k + 2k + 1), acrescida de um ponto, sendo os limites mínimos e máximos de zero a 1.000, zero a 400 e zero a 1.000 kg ha⁻¹ para N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O comprimento máximo da folha D foi estimado em 766 mm, com a dose de 582,2 kg ha⁻¹ de N e 542,6 kg ha⁻¹ de K₂O. A massa seca máxima da folha D foi estimada em 6,84 g, com aplicação de 638,0 e 571,9 kg ha⁻¹

¹ de N e K₂O, respectivamente. A correlação entre a massa seca e o comprimento da folha D correlacionaram-se positivamente com a massa do fruto com coroa (0,929 e 0,919, respectivamente) e sem coroa (0,945 e 0,927, respectivamente) e com o diâmetro do fruto (0,938 e 0,932, respectivamente) ao nível de 1% de probabilidade. Para o desenvolvimento dos frutos, houve efeito quadrático de doses crescentes de N e K, com máximos de produtividade (65,4 Mg ha⁻¹) e massa do fruto com coroa (1.277 g) obtidos com as doses de 650,6 e 735,9 kg ha⁻¹, correspondendo a 12,7 e 14,4 g planta⁻¹ de N e K, respectivamente.

Estudos realizados por Veloso et al. (2001), nas condições de Capitão do Poço, PA, Brasil, em Latossolo Amarelo Distrófico, textura franco arenosa, para verificar o efeito de diferentes doses de N (0, 6, 12 e 18 g planta⁻¹ de N) e K₂O (0, 9, 18 e 27 g planta⁻¹ de K₂O), na presença e na ausência de calagem, demonstraram efeito positivo do incremento da adubação potássica sobre a produção e a qualidade dos frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’. A calagem não afetou a produção dos frutos, mas, o aumento nas doses de K₂O exerceu efeito quadrático positivo, sendo estimada produção de 79 Mg ha⁻¹, obtida com a máxima dose de 22 g planta⁻¹. O comprimento e a circunferência dos frutos também foram significativamente afetados pelo incremento do adubo potássico. Nestas variáveis, houve aumentos quadráticos com o aumento das doses, sendo estimado em 22,2 e 40,5 cm, respectivamente, com as máximas doses de 19,7 e 22,7 g planta⁻¹ de K₂O.

A forma de parcelamento da adubação potássica é outro fator que afeta os componentes da produção do abacaxizeiro. Teixeira et al. (2002), trabalhando com parcelamento da adubação com N, P e K, nas condições de Agudos, SP, Brasil, em Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, verificaram diferenças significativas nas formas parcelamento do adubo sobre a massa média dos frutos e a produtividade de frutos do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’. Foram verificadas seis formas de parcelamento, sendo T1: testemunha, correspondente à recomendação regional, com N e K parcelado em quatro aplicações (0,11; 0,22; 0,45; e 0,22 × 550 kg ha⁻¹); T2: com N e K parcelado em quatro aplicações (0,11; 0,22; 0,29; e 0,38 × 550 kg ha⁻¹), difere da testemunha pelas aplicações sempre crescentes; T3: com N e K parcelado em três aplicações (0,16; 0,33; 0,51 × 550 kg ha⁻¹), difere da testemunha pelo menor número de aplicações; T4: com N e K parcelado em cinco aplicações (0,11; 0,20; 0,29; 0,20; 0,20 × 550 kg ha⁻¹), difere da testemunha pelo maior número de aplicações; T5: com cinco aplicações de K (0,11; 0,20; 0,29; 0,20; 0,20 × 550 kg ha⁻¹) e quatro de N (0,11; 0,22; 0,45; e 0,22 × 550 kg ha⁻¹), difere da testemunha pela aplicação tardia de K; e T6: com N e K parcelado em quatro aplicações (0,11; 0,22; 0,45; e 0,22 × 550 kg ha⁻¹) e P₂O₅ parcelado em duas aplicações (0,5 e 0,5 × 160 kg ha⁻¹), difere da testemunha pelo parcelamento do P em

duas aplicações. Exceto T6, o P_2O_5 foi aplicado em única dose de 160 kg ha^{-1} , no fundo do sulco de plantio. O fracionamento da adubação nitrogenada e potássica em três aplicações mostrou-se inferior quanto à produtividade ($77,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) e a massa média dos frutos (2.550 g). O parcelamento em cinco aplicações propiciou produção de frutos mais pesados (2.840 g) e produtividade mais elevada ($86,1 \text{ Mg ha}^{-1}$).

A aplicação do adubo potássico no solo, para fins de adubação pode afetar a composição mineral e a extração de nutrientes pelas plantas de abacaxizeiro, uma vez que um aumento nas concentrações de K no solo pode afetar a interação entre íons, promovendo inibição ou sinergismo, e, ou elevar a produção de massa seca pelas plantas, refletindo em maior extração de nutrientes do solo.

Teixeira et al. (2011b), trabalhando nas condições de Agudos, SP, Brasil, em um Argissolo de baixa fertilidade, verificaram efeito significativo da adubação potássica sobre a composição mineral do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’. O trabalho foi realizado para verificar o efeito de diferentes fontes ($100\% \text{ KCl}$; $100\% \text{ K}_2\text{SO}_4$; e $60\% \text{ KCl} + 40\% \text{ K}_2\text{SO}_4$) e doses de K_2O ($0, 175, 350$ e 700 kg ha^{-1} de K_2O) sobre a nutrição da planta. Quanto às fontes utilizadas, foi verificado diferenças apenas nos teores de S e Cl. As fontes KCl e $KCl+K_2SO_4$ aumentaram significativamente os teores foliares de Cl, sendo 2.447 e 2.284 mg kg^{-1} , respectivamente, em relação aos 538 mg kg^{-1} , verificados para a fonte com apenas K_2SO_4 . O incremento nas doses aplicadas aumentou os teores foliares de K de forma quadrática, sendo estimados $8,19 \text{ g kg}^{-1}$, na dose zero, e $22,68 \text{ g kg}^{-1}$, na dose de 700 kg ha^{-1} , independente da fonte utilizada. Os teores foliares de K correlacionaram-se positivamente com a concentração do nutriente no solo. Os teores de N foliar responderam ao aumento das doses do adubo de forma linear negativa, com decréscimo de $0,41\%$ ($16,28-13,41 \text{ g kg}^{-1}$), o que foi atribuído a um simples efeito de diluição. Também houve decréscimos lineares de $0,06\%$, nos teores de Ca ($1,37-1,79 \text{ g kg}^{-1}$) e Mg ($1,08-1,50 \text{ g kg}^{-1}$), para cada quilo de K_2O aplicado. Resultados que foram explicados pela competição entre esses íons, pelo mesmo sítio de absorção na membrana plasmática das raízes. O aumento nas doses dos adubos contendo KCl elevaram linearmente, em $0,49\%$, os teores foliares de Cl, mesmo quando se utilizou em mistura com K_2SO_4 . Os teores de Cl na planta correlacionaram positivamente com o aumento na concentração de Cl no solo, que aumentaram com a aplicação de adubos. O teor foliar de P ($0,8 \text{ g kg}^{-1}$) não foi influenciado pelas fontes e doses de K_2O utilizadas.

Spironello et al. (2004), em um Argissolo Vermelho-Amarelo, na região central do Estado de São Paulo, Brasil, estudando o efeito de doses de NPK sobre a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’, verificaram efeito significativo das diferentes doses de K_2O

na composição nutricional das folhas. Foram testadas quatro doses de P_2O_5 (0, 80, 160 e 320 $kg\ ha^{-1}$), na forma de superfosfato simples, e quatro doses de N e K (0, 175, 350 e 700 $kg\ ha^{-1}$), nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Houve redução linear nos teores foliares de N, com o aumento nas doses de K_2O , decrescendo de 13,6 $g\ kg^{-1}$, na menor dose, para 9,9 $g\ kg^{-1}$, na dose mais elevada. Os teores de foliares de K aumentaram de forma linear, com a elevação nas doses de K_2O , passando de 9,6 $g\ kg^{-1}$, na dose zero, para 27,2 $g\ kg^{-1}$, na dose de 700 $kg\ ha^{-1}$. Os teores foliares de Ca, Mg e Cu, diminuíram de forma linear, passando de 5,0 e 4,2 $g\ kg^{-1}$ e 4,1 $mg\ kg^{-1}$, para 3,1 e 2,3 $g\ kg^{-1}$ e 3,6 $mg\ kg^{-1}$, respectivamente. Os teores foliares de P (1,0 $g\ kg^{-1}$), B (8,2 $mg\ kg^{-1}$), Fe (75,33 $mg\ kg^{-1}$), Mn (351 $mg\ kg^{-1}$) e Zn (7,0 $mg\ kg^{-1}$) não foi influenciado pelo aumento nas doses de K_2O .

Guarçoni e Ventura (2011) também analisaram o efeito da adubação com N, P e K sobre a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Gold’ (MD-2). Estes autores verificaram aumento linear nos teores de foliares de N (máximo de 17,2 $g\ kg^{-1}$) e K (máximo de 43,6 $g\ kg^{-1}$), mas, efeito não significativo sobre os teores de foliares de P (2,1 $g\ kg^{-1}$), em função das diferentes doses de K empregadas.

Capítulo 2

DESEMPENHO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE CULTIVARES DE ABACAXIZEIRO EM SUBSTRATOS DE NATUREZA ORGÂNICA

RESUMO

O uso de substratos de natureza orgânica durante a fase de aclimatização de mudas é essencial, contribuindo para obtenção de material de plantio de maior vigor e aptos ao cultivo nas condições de campo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho vegetativo de cultivares de abacaxizeiros propagados por cultura de tecidos em resposta ao uso de substratos orgânicos, diferentes quanto a sua natureza e proporção, durante 210 dias de aclimatização em casa de vegetação. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, disposto em esquema fatorial 3×5, sendo três cultivares de abacaxizeiro (Pérola, Vitória e Imperial) e cinco substratos [ORG: Organoamazon®, composto orgânico comercial; SP: Substrato Padrão, composto por solo + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + esterco de carneiro + casca de arroz carbonizada (2:1:1 v/v); SP+E: composto por SP + E (3:1 v/v); SP+C: composto por SP + C (3:1v/v)]. As variáveis analisadas foram o crescimento e o conteúdo de nutrientes na parte aérea da planta, e o crescimento do sistema radicular. Baseado na produção de massa seca da planta e, considerando o substrato que propiciou melhor desempenho vegetativo às plantas, houve superioridade da cultivar Pérola em relação à ‘Vitória’, as quais foram superiores a ‘Imperial’. Os substratos promoveram crescimento diferenciado, conforme sua composição e proporção e o ORG apresentou melhor desempenho. O ORG promoveu incrementos superiores a 260%, na massa seca da parte aérea da planta, e a 115%, na densidade do sistema radicular, quando comparado à média dos demais substratos. A promoção no crescimento também resultou em maior acúmulo de N, P, K, Ca e Mg, com incrementos acima de 134, 68, 340, 269 e 189%, respectivamente. O ORG pode reduzir o período de aclimatização das mudas de abacaxizeiro propagadas *in vitro*, por promover a adaptação das plântulas ao ambiente *ex vitro*.

Palavras-chave: *Ananas comosus* var. *comosus*; abacaxizeiros ‘Vitória’, ‘Pérola’ e ‘Imperial’; propagação; matéria orgânica.

PERFORMANCE OF MICROPROPAGATED CULTIVARS OF PINEAPPLE ON SUBSTRATES OF ORGANIC NATURE

ABSTRACT

The use of the organic substrates during the acclimatization of plants is essential, contributing to obtaining planting material of greater vigor and ready for cultivation under field conditions. The objective of this study was to evaluate the performance of vegetative pineapple cultivars propagated by tissue culture in response to the use of organic substrates, different in their nature and extent, for 210 days of acclimatization in greenhouse. The experimental design was a randomized complete block design, arranged in a factorial 3×5 , three pineapple cultivars (Perola, Vitoria and Imperial) and five substrates [ORG: Organoamazon[®], commercial compost, SP: Substrate pattern, composed of soil + sand 1:1 (v / v) SP + E + C: composed of sheep manure + SP + carbonized rice hull (2:1:1 v / v) SP + E: comprising SP + E (3:1 v / v) SP + C: C + comprising SP (3:1 v / v)]. The variables analyzed were growth and nutrient content in the plant canopy and root system growth. Based on the production of plant dry matter and considering that the substrate provided better development of vegetative plants, there was superiority of Perola regarding 'Vitoria', which were superior to 'Imperial'. The substrates promoted growth differential, depending on their composition and proportion and ORG performed better. The ORG promoted increases in excess of 260%, the dry mass of the aerial part of the plant, and 115% in root density when compared to the average of other substrates. Promoting growth also resulted in greater accumulation of N, P, K, Ca and Mg, with increments above 134, 68, 340, 269 and 189%, respectively. The ORG can reduce the period of acclimatization of pineapple seedlings propagated *in vitro* by promoting the adaptation of seedlings to *ex vitro* conditions.

Keywords: *Ananas comosus* var. *comosus*; 'Vitória', 'Pérola' and 'Imperial' pineapple; propagation; organic matter.

2.1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é uma espécie da família Bromeliaceae, de grande importância econômica no Brasil, sendo ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ as cultivares de maior aceitação comercial, porém, suscetíveis à fusariose. Entretanto, as cultivares Vitória e Imperial, resistentes à doença, vêm apresentando boa aceitação comercial, constituindo alternativa para os produtores brasileiros (CABRAL; MATOS, 2005; INCAPER, 2006) e alvo de pesquisa, devido o lançamento recente no mercado de mudas.

A ausência de mudas para propagação, tanto em qualidade como em quantidade, têm sido uma das principais entraves para o desenvolvimento da abacaxicultura no Brasil, e a cultura *in vitro* é uma estratégia utilizada para atenuar o problema. O protocolo para produção *in vitro* de mudas de abacaxizeiro já está bem estabelecido (ALMEIDA et al., 2002; ARAÚJO et al., 2008; BARBOZA et al., 2004; FRÁGUAS et al., 2009; MACÊDO et al., 2003; ROOSTIKA T.; MARISKA, 2003; SILVA et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2001), permitindo a obtenção de mudas uniformes, sadias e totalmente livre de pragas. No entanto, após o desenvolvimento *in vitro*, essas mudas precisam ser aclimatizadas em condições *ex vitro*, para posterior adaptação as condições de campo (BALDOTTO et al., 2009).

O período de aclimatização se faz necessário, pois mudanças das condições *in vitro* para *ex vitro*, como metabolismo heterotrófico para autotrófico e redução umidade do ar e nutrientes, são fatores que limitam o cultivo do abacaxizeiro (BALDOTTO et al., 2009) nas condições edafoclimáticas do campo. Além disso, plântulas de abacaxizeiro cultivadas *in vitro* apresentam cutículas pouco desenvolvidas; paredes periclinais curvas e anticlinais sinuosas; e baixa intensidade estomática (BARBOZA et al., 2006), características desfavoráveis às variações drásticas inerente ao ambiente *ex vitro*. Aragón et al. (2012) também verificaram comportamento arbitrário entre os metabolismos C3 e CAM de plantas de abacaxi cultivadas em condições *in vitro* e *ex vitro*, respectivamente.

Devido à necessidade de um período de aclimatização, muitos estudos como aplicação de ácidos húmicos; inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas (BALDOTTO et al., 2009, 2010); inoculação com fungos micorrízicos (SANTOS et al., 2011); aplicação foliar de macro e micronutrientes; tipos de recipientes (BREGONCI et al. 2008); uso de brassinosteróides; e composição de substratos (CATUNDA et al., 2008; MOREIRA et al., 2006) têm sido realizados com o intuito de aperfeiçoar o desempenho de mudas micropropagadas do abacaxizeiro.

Quanto aos constituintes utilizados nos substratos, grande variedade de trabalhos são encontrados na literatura (CALDEIRA et al., 2008; CATUNDA et al., 2008; CUNHA FILHO et al., 2008; LEAL et al., 2007; LIMA et al., 2006; MOREIRA et al., 2006; SANTOS et al., 2006; SOUZA JÚNIOR et al. 2001), na qual buscaram-se obter um meio de cultivo adequado ao desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular das plantas, pelo ajuste de seus componentes. Entretanto, é importante que fatores de ordem química, disponibilidade de nutrientes e pH; e física, porosidade, textura e estrutura; estejam nas proporções requeridas pela espécie vegetal. Moreira et al. (2006) verificaram os efeitos benéficos da utilização de matéria orgânica, como componente de substratos, sobre o desenvolvimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro ‘Pérola’, e os atribuíram a uma boa sustentação da planta até o enraizamento, pouca variação no volume do substrato em relação à sua umidade, retenção de água em quantidade adequada e porosidade suficiente à drenagem da água e aeração.

Quanto à contribuição química de adubos orgânicos originados a partir da decomposição de produtos vegetais e excrementos animais, Busato (2008) verificou altos níveis de fertilidade, quanto aos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e SO_4^{2-} , e sua aplicação no solo resultam na elevação desses elementos e CTC do solo. Além disso, a matéria orgânica, por sua vez, apresenta como produtos de sua decomposição, substâncias humificadas que podem ser fracionadas como ácidos húmicos (AH), ácidos flúvicos (AF) e humina (HU) (SILVA; MENDONÇA, 2007). Baldotto et al. (2009), trabalhando com aplicação de ácidos húmicos isolados de torta de filtro e vermicomposto, verificaram maior crescimento da parte aérea e sistema radicular, acúmulo significativo de N, P, K, Ca e Mg e aumento na relação clorofila a clorofila b⁻¹, em mudas micropropagadas de abacaxizeiro ‘Vitória’, com aplicação de AH.

Assim, objetivou-se com esse trabalho, verificar o desempenho de mudas micropropagadas das cultivares de abacaxizeiro Pérola, Vitória e Imperial, quanto ao crescimento das plantas e o acúmulo de macronutrientes, após o período de aclimatização em substratos de composição orgânica distinta.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Embrapa Roraima, Boa Vista-RR, Brasil, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°42’30’’N e 47°38’00’’W, 90m de altitude. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com período chuvoso de meados de abril a setembro, precipitação média anual de 1688 mm, temperatura do ar de 27,7°C e umidade relativa do ar de 79%.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado, com quatro repetições e quatro plantas por unidade experimental, totalizando 16 plantas por tratamento. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3×5, compondo três cultivares de abacaxizeiro (Pérola; Vitória; Imperial) e cinco substratos [ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial⁷; SP: Substrato Padrão, composto por solo classificado como Latossolo Amarelo, típico das savanas de Roraima + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + esterco de carneiro + casca de arroz carbonizada (2:1:1 v/v); SP+E: composto por SP + E (3:1 v/v); SP+C: composto por SP + C (3:1v/v)], cujas propriedades químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1 e 2.

Tabela 1 – Análise química dos substratos utilizados para o teste do desempenho das cultivares de abacaxizeiro. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.

Subst ⁽¹⁾	pH	Complexo sortivo ⁽²⁾								V	M	P	MO
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	S	t	T				
		cmol _c dm ⁻³								----- % -----		mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
ORG	5,8	10,50	7,90	1,60	-	2,08	20,00	20,00	22,08	90,58	-	176,77	69,20
SP	5,7	0,60	0,30	0,40	0,10	1,86	1,30	1,40	3,16	41,14	7,14	15,51	9,70
SP+E+C	5,0	2,40	3,20	0,61	-	1,66	6,21	6,21	7,87	78,88	-	55,73	22,30
SP+E	4,6	2,80	2,40	0,53	0,10	2,59	5,73	5,83	8,32	68,91	1,72	40,59	26,10
SP+C	5,0	1,10	0,50	0,31	0,10	1,66	1,91	2,01	3,57	53,44	4,98	17,51	11,80

⁽¹⁾Substratos: ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial; SP: Substrato Padrão, composto por solo do lavrado + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + esterco de carneiro + casca de arroz carbonizada (2:1:1); SP+E: composto por SP + E (3:1); SP+C: composto por SP+C (3:1); ⁽²⁾pH em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹; K⁺ e P: extrator mehlich-1; H+Al: extrator SMP; M.O.: matéria orgânica – oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N; S: soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio.

Tabela 2 – Micronutrientes e granulometria dos substratos utilizados para teste do desempenho das cultivares de abacaxizeiro. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.

Subst ⁽¹⁾	Micronutrientes ⁽²⁾						Granulometria		
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
	mg dm ⁻³						g kg ⁻¹		
ORG	19,47	27,08	123,96	0,34	0,33	19,40	170	290	540
SP	2,19	34,70	19,72	0,63	0,04	9,91	120	-	880
SP+E+C	5,12	9,64	27,90	0,42	0,43	8,64	130	100	770
SP+E	5,28	17,95	30,38	0,56	0,45	24,45	110	40	850
SP+C	3,49	25,85	22,39	0,91	0,17	25,14	110	50	840

⁽¹⁾Substratos: ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial; SP: Substrato Padrão, composto por solo do lavrado + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + esterco de carneiro + casca de arroz carbonizada (2:1:1); SP+E: composto por SP + E (3:1); SP+C: composto por SP+C (3:1); ⁽²⁾Zn, Fe, Mn e Cu: extrator mehlich-1; B: extrator água quente; S: extrator fosfato monocálcio em ácido acético.

As plântulas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) das cultivares Pérola, Vitória (INCAPER, 2006) e Imperial foram adquiridas do Laboratório de Biotecnologia da

⁷Adubo orgânico 100% natural e regional, desenvolvido por Norte Flora Paisagismo e analisado pela Embrapa, composto por esterco de esterco de gado, cavalo, galinha e carneiro, palha de arroz envelhecida e carbonizada, turfa, bagaço de cana, aparas de grama, galhas e folhagens.

Empresa Bioclone Produção de Mudas LTDA[®]. As plântulas foram oriundas do cultivo *in vitro* e obtidas em condições de pré-aclimatização, com tamanho de aproximadamente 5 cm.

As plântulas micropropagadas (5 ± 2 cm) de abacaxizeiro, referente ao fator cultivares, foram cultivadas em casa de vegetação, sob condições controladas de temperatura ($28 \pm 2^\circ \text{C}$) e umidade relativa do ar (80%), no período de junho de 2011 a fevereiro de 2012, em sacos de polietileno preto com capacidade para $1,08 \text{ dm}^3$, preenchidos com os substratos do fator tratamento. Os substratos foram submetidos a 48 horas de fumigação, com produto comercial BUNEMA 350 CS[®], na dosagem de 350 ml m^{-3} , respeitando o período de carência de sete dias. A irrigação, com nebulizadores de 35 L h^{-1} a pressão de $1,5 \text{ kgf cm}^{-2}$, foi realizada com frequência de três regas diárias, por tempo de 2 minutos.

Aos 210 dias de aclimatização, o desempenho das plantas de abacaxizeiro cultivadas em diferentes substratos foi avaliado pelas seguintes variáveis: número de folhas (NF), obtida pela quantificação do número de folhas; altura da planta (AP) (cm), medida pela distância compreendida entre o colo da planta e o ápice foliar, com auxílio de uma fita métrica; diâmetro do caule (DC) (mm), medido com paquímetro digital modelo Stanley digital Caliter 150 mm; e área foliar (AF) (cm^2), obtida em integrador de área foliar de bancada modelo LI-3100 area mater, LI-COR, Nebraska USA. As medidas de pesagem, obtidas em balança SHIMADZU[®] BL 3200H, foram: massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea (g); densidade de raiz (DR) (g dm^{-3}), obtida pela relação entre a massa seca das raízes e o volume de substrato; relação raiz parte aérea⁻¹, obtida pela razão entre a massa seca da raiz e a massa seca da parte aérea. O material seco foi obtido pela manutenção em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por sete dias, quando atingiram massa constante.

Após a pesagem das plantas secas, em cada repetição, formou-se uma amostra composta, a partir das quatro plantas. Posteriormente, o material foi moído em moinho do Willey, com peneira de 20 mesh, e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os teores totais de N, P, K Ca e Mg foram obtidos conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). O conteúdo de nutrientes na planta foi obtido multiplicando-se os teores pela produção de MSPA.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, pelo teste F ($p < 0,05$), e os efeitos dos tratamentos, quando significativos ($p < 0,05$), foram desdobrados em contrastes médios (Tabela 3) (ALVAREZ V.; ALVAREZ, 2006), quanto ao fator substratos e teste Tukey ($p < 0,05$), quanto ao fator cultivar.

Tabela 3 – Coeficientes dos contrastes estudados para os tratamentos do fator substratos.

Tratamento ⁽¹⁾	Coeficientes dos contrastes ⁽²⁾			
	C1	C2	C3	C4
ORG	+4	0	0	0
SP	-1	+3	0	0
SP+E+C	-1	-1	+2	0
SP+E	-1	-1	-1	+1
SP+C	-1	-1	-1	-1

⁽¹⁾Substratos: ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial; SP: Substrato Padrão, composto por solo do lavrado + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E+C: composto por SP + Esterco de carneiro + Casca de Arroz Carbonizada (2:1:1); SP+E: composto por SP + E (3:1); SP+C: composto por SP+C (3:1); ⁽²⁾Contrastes: C1: ORG vs SP: composto orgânico (ORG) vs grupo de substratos envolvendo aqueles com SP (SP, SP+E+C, SP+E, SP+C); C2: SP₀ vs SP_{EC}: substrato com ausência de esterco de carneiro (E) e casca de arroz carbonizada (C) (SP) vs grupo de substratos envolvendo aqueles com E e, ou, C (SP+E+C, SP+E, SP+C); C3: SP_{E+C} vs SP_{E/C}: substrato com E e C (SP+E+C) vs grupo de substratos envolvendo aqueles com E ou C (SP+E, SP+C); C4: SP_E vs SP_C: substrato com E (SP+E) vs substrato com C (SP+C).

2.3 RESULTADOS

As cultivares micropropagadas de abacaxizeiro Pérola, Vitória e Imperial interagiram significativamente, durante aclimatização, com os substratos de diferentes composições, quanto às características morfológicas da parte aérea e do sistema radicular, e quanto ao conteúdo de nutrientes (Tabelas 4 e 5).

Aos 210 dias de aclimatização, a altura da planta (AP), inferior a 13,8 cm, para substrato padrão (SP) e substrato contendo apenas casca de arroz carbonizada (SP+C) (Tabela 4), encontrou-se em uma faixa de crescimento pouco satisfatória, em relação aos 30 cm preconizados para produção comercial de mudas de abacaxizeiro (TEIXEIRA et al., 2001). Nesses substratos, houve reduzido crescimento vegetativo, tanto da parte aérea e como do sistema radicular e os valores foram, portanto, pouco consistentes para uma diferenciação precisa do padrão de crescimento entre as cultivares avaliadas (Tabela 4).

A uso de esterco de carneiro como componente dos substratos (SP+E e SP+E+C), proporcionou AP (>33,2 cm) satisfatória ao cultivo comercial de mudas de abacaxizeiro (Tabela 4). Em relação ao crescimento da parte aérea, a cultivar Pérola apresentou as maiores AP, 38,2 cm e 49,8 cm; enquanto a ‘Vitória’ foi superior em número de folhas (NF), 25 e 27, para SP+E e SP+E+C, respectivamente. Quanto à massa fresca da parte aérea (MFPA), as cultivares Pérola (113,98g em SP+E; 188,22g em SP+E+C) e Vitória (116,74g em SP+E; 180,86g em SP+E+C) não diferiram estatisticamente entre si, mas foram superior à ‘Imperial’. Já, para massa seca da parte aérea (MSPA) e área foliar (AF), os maiores valores ocorreram na cultivar Pérola (respectivamente, 13,34g e 1.122,81 cm² em SP+E; 23,5g e 2.029,54 cm² em SP+E+C). Em relação ao crescimento do sistema radicular nos substratos

SP+E e SP+E+C, não houve diferença estatística entre as cultivares, quanto à razão entre massa seca do sistema radicular e massa seca da parte aérea (RPA). Entretanto, houve maior densidade de raízes (DR) na cultivar Pérola ($3,38 \text{ g dm}^{-3}$ em SP+E; $3,94 \text{ g dm}^{-3}$ em SP+E+C).

O uso de composto orgânico comercial Organoamazon[®] (ORG) proporcionou às cultivares de abacaxizeiro, AP superior a 60,9 cm, valor duas vezes mais elevado que os 30 cm adotado por Teixeira et al. (2001), para mudas comerciais (Tabela 4). O desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro nesse substrato permitiu extrair informações precisas, quanto ao padrão comparativo do crescimento entre as cultivares analisadas. Neste sentido, para as variáveis MFPA, MSPA e AF, as cultivares apresentaram o seguinte padrão de crescimento: ‘Pérola’ > ‘Vitória’ > ‘Imperial’. Quanto a AP, ‘Pérola’ foi semelhante à ‘Vitória’, porém, superior à ‘Imperial’. Já, para as variáveis NF e diâmetro do caule (DC), os maiores valores foram constatados para ‘Vitória’ (28 folhas e 24,11 mm de diâmetro do caule). O padrão ‘Pérola’ > ‘Vitória’ > ‘Imperial’ também foi verificado para o sistema radicular quanto à variável DR, porém não houve diferença estatística entre as cultivares, quanto à variável RPA. Quanto ao acúmulo de nutrientes, o padrão foi ‘Pérola’ > ‘Imperial’ > ‘Vitória’, para N e P, e ‘Pérola’ > ‘Vitória’ > ‘Imperial’, para K, Ca e Mg.

O desdobramento dos substratos com diferentes composições de material orgânico, dentro de cada nível do fator cultivar, está apresentado como contrastes médios (Tabela 5), conforme Alvarez V. e Alvarez (2006). Os contrastes médios representam a diferença, em magnitude real, entre as médias dos tratamentos comparados, para as características morfológicas e nutricionais das cultivares de abacaxizeiro.

O contraste que comparou a MSPA dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’ entre o composto orgânico e o grupo de substratos com SP (ORG vs SP) evidenciou incrementos na ordem de 36,87g (366%), 24,01g (270%) e 20,39g (259%), respectivamente, pelo composto orgânico. Neste sentido, ORG proporcionou, em relação a SP, incrementos significativos em todas as variáveis morfológicas da parte aérea das cultivares de abacaxizeiro. A exemplo, observaram-se os aumentos relativos ocorridos em AP, MFPA e AF, com os respectivos valores de 149, 305 e 351%, em ‘Pérola’, 168, 286 e 314%, em ‘Vitória’, e 145, 261 e 282%, em ‘Imperial’. Quanto ao sistema radicular, ORG proporcionou, em DR, incrementos relativos na ordem de 187, 212 e 116%, enquanto a RPA foi favorecida pelo grupo SP, com 266, 219 e 277%, para as cultivares Pérola, Vitória e Imperial, respectivamente. A promoção do crescimento das mudas, pelo ORG, também aumentou significativamente o conteúdo de N, P, K, Ca e Mg nas plantas. As cultivares Pérola, Vitória e Imperial, apresentaram incrementos na ordem de 241, 134 e 204%, para N, 229, 68 e 211%,

para P, 1.361, - e 340%, para K, 532, 269 e 277%, para Ca, e 382, 190 e 189%, para Mg, respectivamente.

O contraste que comparou o crescimento das cultivares de abacaxizeiro entre o substrato com ausência de esterco de carneiro (E) e casca de arroz carbonizada (C) e o grupo de substratos envolvendo aqueles com E e, ou, C (SP_0 vs SP_{EC}), mostrou diferença significativas em todas as características morfológicas e nutricionais (Tabela 5). Neste contraste, houve superioridade do grupo SP_{EC} sobre o substrato com ausência de E e C (SP_0), quanto às variáveis respostas. Assim, para as cultivares Pérola, Vitória e Imperial os respectivos incrementos relativos foram: 892%, 966% e 857%, em MSPA; 992%, 1.029% e 989%, em MFPA; 1.494%, 918% e 1.120%, em AF; 239%, 194% e 223%, em AP; e 95%, 36% e 81%, em DR. O conteúdo de nutrientes para ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, foi: 1.971, 2.331 e 2.089%, para N, 151, 27 e 137%, para P, 626, - e 2.332% para K, 392, 188 e 194%, para Ca, e 1.315, 1.338 e 957%, para Mg, respectivamente. Para variável RPA, o substrato SP_0 foi superior, sendo os incrementos relativos na ordem de 202%, 95% e 74% em ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, respectivamente.

O contraste SP_{E+C} vs $SP_{E/C}$, que comparou o efeito do uso conjunto de E e C, no mesmo substrato, contra o grupo de substratos que envolvendo aqueles com apenas E ou C, foi significativo ($p < 0,01$), pelo teste F, para todas as variáveis de crescimento e acúmulo de nutrientes das cultivares de abacaxizeiro (Tabela 5). Ao comparar o uso de E e C nos substratos, notaram-se superioridade do uso conjunto desses componentes na mistura do substrato (SP_{E+C}), quando comparado com grupo que envolve os substratos em que se usou apenas E ou C ($SP_{E/C}$). Assim, SP_{E+C} superou $SP_{E/C}$ evidenciando, para ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, os respectivos incrementos relativos de 204%, 178% e 131%, em MSPA; 184%, 168% e 140%, em MFPA; 208%, 138% e 159%, em AF; 92%, 78% e 99%, em AP; e 60%, 79% e 36%, em DR. Para o conteúdo de nutrientes os incrementos foram: 151, 173 e 109%, para N, 153, 182 e 89%, para P, 135, - e 223%, para K, 73, 27 e 66%, para Ca, e 159, 131 e 106%, para Mg, respectivamente. Quanto à RPA, verificou-se que os maiores valores ocorreram no grupo $SP_{E/C}$ (194%, 159% e 153%, em ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, respectivamente).

Tabela 4 – Desdobramento das características de crescimento da parte aérea, do sistema radicular e conteúdo de nutrientes nos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta a cada tratamento do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.

Cultivar ⁽¹⁾	Crescimento e acúmulo de nutrientes												
	Parte aérea ⁽³⁾						Sistema radicular ⁽⁴⁾		Conteúdo de nutriente ⁽⁵⁾				
	NF	AP	DC	MFPA	MSPA	AF	DR	RPA	N	P	K	Ca	Mg
		Cm	Mm	---- g planta ⁻¹ ----		cm ²	g dm ⁻³	g g ⁻¹	----- mg planta ⁻¹ -----				
	ORG ⁽²⁾												
Pérola	26b	69,6a	22,80b	334,70a	46,94a	3.848,21a	7,43a	0,17a	347,33a	129,07a	386,16a	520,94a	190,08a
Vitória	28a	67,8a	24,11a	313,47b	32,91b	2.683,24b	6,53b	0,21a	250,94c	65,79c	302,83b	251,65b	102,63b
Imperial	24c	60,9b	23,28b	249,57c	28,26c	2.533,11c	3,54c	0,13a	284,96b	95,38b	248,00c	231,26b	82,57c
	SP												
Pérola	14a	10,0a	7,36a	9,79a	1,31a	69,97a	1,51a	1,25b	6,46a	2,24a	4,64a	12,11a	3,63a
Vitória	14a	10,3a	8,13a	9,32a	1,08a	82,12a	1,65a	1,63a	5,86a	1,76a	3,88a	10,78a	3,21a
Imperial	14a	9,3a	7,57a	8,21a	1,06a	70,61a	1,02b	1,05c	5,62a	1,61a	3,05a	9,64a	3,50a
	SP+E+C												
Pérola	24b	49,8a	19,79ab	188,22a	23,50a	2.029,54a	3,94a	0,18a	223,29b	86,36a	54,63b	147,26a	86,96a
Vitória	27a	42,8c	20,29a	180,86a	20,08b	1.364,01c	3,18b	0,17a	244,81a	90,85a	31,59c	101,60a	74,20b
Imperial	23b	45,0b	19,30b	146,24b	16,31c	1.458,92b	2,24c	0,15a	188,48c	58,73b	137,47a	106,97a	56,28c
	SP+E												
Pérola	20c	38,2a	16,45a	113,98a	13,34a	1.122,81a	3,38a	0,27a	164,30a	57,54a	31,64b	152,64a	59,09a
Vitória	25a	36,3b	16,85a	116,74a	12,27b	1.041,15ab	2,16b	0,19a	166,07a	55,02ab	-	138,77a	55,41a
Imperial	23b	33,2c	16,93a	102,04b	11,55b	966,29b	1,92b	0,18a	166,21a	52,25b	66,87a	109,77a	45,75b
	SP+C												
Pérola	16b	13,8a	9,56b	18,63a	2,13a	193,98a	1,53a	0,79a	13,79a	10,66a	14,84a	17,44a	8,03a
Vitória	18a	11,7b	10,83a	18,10a	2,19a	103,21b	1,39a	0,69ab	13,06a	9,34a	13,77a	21,42a	8,91a
Imperial	18a	12,0b	11,11a	19,88a	2,57a	158,45ab	1,37a	0,58b	14,37a	9,94a	18,16a	19,12a	8,92a

(¹)Cultivar: cultivares de abacaxi Pérola, Vitória e Imperial. (²)Substratos: SP: Substrato Padrão, composto por solo do lavrado + areia, na proporção 1:1 (v/v); SP+E: composto por SP + Esterco de carneiro (3:1); 3 – SP+C: composto por SP + Casca de Arroz Carbonizada (3:1); SP+E+C: composto por SP + E + CAC (2:1:1); 5 – ORG: Organoamazon[®], composto orgânico comercial. (³)Parte aérea: NF: número de folhas; AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; MFPA: massa fresca da parte aérea; MSPA: massa seca da parte aérea; AF: área foliar. (⁴)Sistema radicular: DR: densidade de raiz (razão entre a matéria seca de raiz, em g, e o volume de substrato, em dm³); RPA: razão entre a matéria seca da raiz (g) e a matéria seca da parte aérea (g). (⁵)Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca e Mg representam nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, no nível de 1% de probabilidade.

Tabela 5 – Contrastes médios, incrementos relativos, quadrado médio do resíduo (QMR) e coeficiente de variação (CV) para as características de crescimento da parte aérea e do sistema radicular dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta aos tratamentos do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.

FV ⁽¹⁾	GL	Contrastes médios (incrementos relativos) ⁽⁴⁾						
		Parte aérea ⁽²⁾				Sistema radicular ⁽³⁾		
		NF	AP	DC	MSPA	AF	DR	RPA
			Cm	mm	g planta ⁻¹	cm ²	----- g dm ⁻³ -----	
----- ‘Pérola’ -----								
ORG vs SP	1	7,62 (42)	41,6 (149)	9,52 (72)	36,87 (366)	2.994,14 (351)	4,83 (187)	-0,45 (266)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-6,42 (47)	-23,99 (239)	-7,91 (107)	-11,68 (892)	-1.045,48 (1.494)	-1,44 (95)	0,84 (202)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	5,66 (24)	23,83 (92)	6,78 (52)	15,76 (204)	1.371,14 (208)	1,49 (60)	-0,35 (194)
SP _E vs SP _C	1	3,56 (21)	24,28 (177)	6,88 (72)	11,2 (526)	928,83 (479)	1,85 (121)	-0,51 (193)
----- ‘Vitória’ -----								
ORG vs SP	1	6,77 (32)	42,56 (168)	10,09 (72)	24,01 (270)	2.035,62 (314)	4,44 (212)	-0,45 (219)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-9,4 (68)	-20 (194)	-7,87 (97)	-10,43 (966)	-754 (918)	-0,59 (36)	1,28 (95)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	5,03 (29)	18,75 (78)	6,45 (47)	12,85 (178)	791,82 (138)	1,41 (79)	-0,27 (159)
SP _E vs SP _C	1	7,19 (40)	24,62 (210)	6,03 (56)	10,09 (460)	937,95 (909)	0,77 (55)	-0,5 (263)
----- ‘Imperial’ -----								
ORG vs SP	1	4,84 (25)	36,04 (145)	9,55 (70)	20,39 (259)	1.869,54 (282)	1,9 (116)	-0,35 (277)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-7,04 (51)	-20,75 (223)	-8,21 (108)	-9,09 (857)	-790,61 (1.120)	-0,82 (81)	0,74 (74)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	3,22 (24)	22,38 (99)	5,28 (38)	9,25 (131)	896,55 (159)	0,6 (36)	-0,23 (153)
SP _E vs SP _C	1	5,69 (33)	21,19 (177)	5,82 (52)	8,99 (349)	807,85 (510)	0,55 (40)	-0,4 (222)
QMR	222	1,44	4,83	0,93	1,57	11.154,82	0,27	0,03
CV (%)		5,76	6,46	6,18	8,73	8,94	18,08	31,77

⁽¹⁾FV: ORG: composto orgânico; SP: grupo de substratos envolvendo aqueles com areia e solo do lavrado (substrato padrão - SP); SP₀: substrato com ausência de esterco de carneiro (E) e casca de arroz carbonizada (C) (SP); SP_{EC}: grupo de substratos envolvendo aqueles com E e, ou, C (SP+E+C, SP+E, SP+C); SP_{E+C}: substrato com E e C (SP+E+C); SP_{E/C}: grupo de substratos envolvendo aqueles com E ou C (SP+E, SP+C); SP_E: substrato com E (SP+E); SP_C: substrato com C (SP+C). ⁽²⁾Parte aérea: NF: número de folhas; AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; MSPA: massa seca da parte aérea; AF: área foliar. ⁽³⁾Sistema radicular: DR: densidade de raiz (razão entre a matéria seca de raiz, em g, e o volume de substrato, em dm³); RPA: razão entre a matéria seca da raiz (g) e a matéria seca da parte aérea (g). ⁽⁴⁾Incrementos relativos: 100(x-y)/y, sendo x a média de tratamento de maior valor e y a média de tratamento de menor valor. Todos os resultados foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6 – Contrastes médios, incrementos relativos, quadrado médio do resíduo (QMR) e coeficiente de variação (CV) para acúmulo de nutrientes dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, em resposta aos tratamentos do fator substrato. Boa Vista-RR, Brasil, 2012.

FV ⁽¹⁾	GL	Contrastes médios (incrementos relativos) ⁽³⁾				
		Conteúdo de nutrientes na parte aérea ⁽²⁾				
		N	P	K	Ca	Mg
----- mg planta ⁻¹ -----						
----- ‘Pérola’ -----						
ORG vs SP	1	245,37 (241)	89,87 (229)	359,72 (1.361)	438,58 (532)	150,65 (382)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-127,34 (1.971)	-49,28 (151)	-29,06 (626)	-93,68 (392)	-47,73 (1.315)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	134,25 (151)	52,25 (153)	31,39 (135)	62,22 (73)	53,4 (159)
SP _E vs SP _C	1	150,5 (1.091)	46,87 (440)	16,8 (113)	135,2 (775)	51,06 (636)
----- ‘Vitória’ -----						
ORG vs SP	1	143,49 (134)	26,54 (68)	-	183,51 (269)	67,2 (190)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-135,45 (2.331)	-49,98 (27)	-	-76,48 (188)	-42,96 (1.338)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	155,25 (173)	58,67 (182)	-	21,51 (27)	42,04 (131)
SP _E vs SP _C	1	153 (1.172)	45,68 (489)	-	117,36 (548)	46,51 (522)
----- ‘Imperial’ -----						
ORG vs SP	1	191,29 (204)	64,75 (211)	191,62 (340)	169,88 (277)	53,96 (189)
SP ₀ vs SP _{EC}	1	-117,4 (2.089)	-38,7 (137)	-71,12 (2.332)	-68,98 (194)	-33,48 (957)
SP _{E+C} vs SP _{E/C}	1	98,19 (109)	27,63 (89)	94,95 (223)	42,53 (66)	28,94 (106)
SP _E vs SP _C	1	151,84 (1.056)	42,31 (426)	48,71 (268)	90,65 (474)	36,83 (413)
QMR	222	353,9	30,64	277,13	4.235,94	133,5
CV (%)		13,47	11,43	18,9	52,73	21,96

⁽¹⁾FV: ORG: composto orgânico; SP: grupo de substratos envolvendo aqueles com areia e solo do lavrado (substrato padrão - SP); SP₀: substrato com ausência de esterco de carneiro (E) e casca de arroz carbonizada (C) (SP); SP_{EC}: grupo de substratos envolvendo aqueles com E e, ou, C (SP+E+C, SP+E, SP+C); SP_{E+C}: substrato com E e C (SP+E+C); SP_{E/C}: grupo de substratos envolvendo aqueles com E ou C (SP+E, SP+C); SP_E: substrato com E (SP+E); SP_C: substrato com C (SP+C). ⁽²⁾Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca e Mg representam nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. ⁽³⁾Incrementos relativos: $100(x-y)/y$, sendo x a média de tratamento de maior valor e y a média de tratamento de menor valor. Todos os resultados foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quanto ao contraste SP_E vs SP_C, que comparou o substrato somente com E na composição da mistura contra o substrato somente com C, também foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,01$), pelo teste F, em todas as variáveis estudadas. Na comparação entre o uso de E ou C, o contraste mostrou que o uso de E promoveu incrementos nas características morfológicas da parte aérea e conteúdo de nutrientes, além de aumentar a

DR. Neste sentido, os respectivos aumentos relativos ocorridos nas variáveis MSPA, MFPA, AF, AP e DR foram 526%, 512%, 479%, 177% e 121%, para cultivar Pérola; 460%, 545%, 909%, 210% e 55%, para ‘Vitória’; e 349%, 413%, 510%, 177% e 40%, para ‘Imperial’. O incremento no conteúdo de nutrientes para ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, foi: 1.091, 1.172 e 1.056%, para N, 440, 489 e 426%, para P, 113, - e 268%, para K, 775, 548 e 474%, para Ca, e 636, 522 e 413%, para Mg, respectivamente. A RPA foi favorecida pelo substrato SP_C, cujos incrementos relativos foram na ordem de 193%, 263% e 222%, para ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, respectivamente.

2.4 DISCUSSÃO

O desempenho comparativo do crescimento, em casa de vegetação, entre mudas micropropagadas dos abacaxizeiros ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, ainda não é constatado na literatura. Entretanto, a superioridade da cultivar Pérola, no tocante à produção de biomassa (seca ou fresca), em comparação a outras cultivares de abacaxizeiro, esta amplamente registrada na literatura, como Rodrigues et al. (2010), que demonstraram superioridade da ‘Pérola’, em relação à ‘Smooth Cayenne’; Santos et al. (2011), que verificaram superioridade em peso médio de rebentos, para produção de mudas da cultivar Pérola, em relação às ‘Smooth Cayenne’ e ‘Jupi’; e Reinhardt et al. (2002), que reportaram maior massa fresca e seca da cultivar Pérola em relação à ‘Smooth Cayenne’.

A cultivar Vitória é resultado de uma seleção recorrente clonal do no híbrido PRI (‘Primavera’) × SC-08 (‘Smooth Cayenne’) (INCAPER, 2006). Seu desempenho foi documentado pelo INCAPER (2006), como semelhante ou superiores, em características agronômicas, comparado às cultivares tradicionais Pérola e Smooth Cayenne.

Poucos trabalhos são encontrados na literatura, referente a cultivar Imperial. Sampaio et al. (2011) verificam menor crescimento da cv. Imperial, em relação à ‘Jupi’ e ‘Gold’, porém semelhante à ‘Smooth Cayenne’ e ‘Gomo de Mel’, quanto à massa e comprimento da folha ‘D’ e diâmetro do caule. Mas, Cabral e Matos (2005) reportaram o crescimento lento para o abacaxizeiro ‘Imperial’.

Quanto à utilização de substratos com diferentes composições de material orgânico, a superioridade verificada para o composto orgânico (ORG), em relação aos substratos com solo do lavrado de Roraima e, ou, esterco de carneiro e, ou, casca de arroz carbonizada, ocorreu principalmente devido a qualidade do material orgânico empregado, composto por restos vegetais e excrementos animais em vários estádios de alteração. A qualidade química e física, promovida pelo processo de compostagem em ORG, pode ser observada nas Tabelas 1

e 2. O valor de matéria orgânica (MO) de $69,2 \text{ g kg}^{-1}$ encontra-se na faixa do bom, porém, aproximadamente 70 g kg^{-1} , valor considerado muito bom pela classe de interpretação da CFSEMG (1999). Segundo Silva e Mendonça (2007), a MO é fator de fundamental importância para CTC dos solos, contribuindo com 20 a 90% da CTC de solos minerais e, praticamente, toda CTC de solos orgânicos. A CTC observada em ORG apresentou valores de $22,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo 90,58% constituído de saturação por bases, com predomínio do íon Ca^{2+} (47,55%), seguido de Mg^{2+} (35,78%). Esta CTC encontra-se dentro da faixa recomendada por Martinez (2002) ($>20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), para substratos, e supera em 165,38% o maior valor observado nos demais substratos, o que explica o maior desempenho de ORG, quanto às características morfológicas das cultivares de abacaxizeiro. A MO apresenta como constituintes grupamentos reativos (carboxílico, fenólicos, cetona, amínico, hidroxiquinona) que potencializam ter mais cargas dissociadas do que a capacidade de troca típica de uma argila 2:1 ($<2 \text{ mol}_c \text{ kg}^{-1}$), em pH entre 5 e 7 (pH 5,8, observado no substrato). Além dos grupamentos reativos, a MO tem sua reação de troca aumentada em razão da alta superfície específica (que pode chegar a $900 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) (SILVA; MENDONÇA, 2007).

As substâncias húmicas (SH) são os principais produtos da degradação, polimerização ou condensação da MO. O efeito da aplicação de composto orgânico no solo sobre os teores de ácidos húmicos (AH) e flúvicos (AF) no solo foram demonstrados por Busato (2008). Baldotto et al. (2009) trabalhando com a aplicação de AH sobre a cultura do abacaxizeiro, durante aclimatização, verificaram incrementos significativos no crescimento e desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular do abacaxizeiro Vitória. Além disso, o compartimento da matéria orgânica viva também não pode ser desconsiderado. Baldotto et al. (2010) demonstraram a importância desse compartimento para cultura do abacaxizeiro, quando verificaram que o uso combinado de AH e bactérias endofíticas (*Burkholderia spp.*) promoveu maior crescimento da parte aérea, em relação a testemunha, bem como ao efeito isolado desses tratamentos.

Quando se comparou o uso de esterco de carneiro (E) e, ou, casca de arroz carbonizada (C) (SP_{EC}) contra a ausência desses componentes, isto é, substrato contendo apenas solo do lavrado e areia (SP_0), a superioridade em relação à utilização de componente orgânico corrobora com os resultados obtidos por Moreira et al. (2006). Estes autores verificaram que o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular de mudas micropropagadas de abacaxizeiro durante a aclimatização, foi inferior quando se utilizaram apenas solo como componente do substrato. Moreira et al. (2006) ressaltam, ainda, a necessidade de um componente orgânico na mistura do substrato, cujos benefícios foram

atribuídos a uma boa sustentação da planta até o enraizamento, pouca variação no volume do substrato em relação à sua umidade, retenção de água em quantidade adequada e porosidade suficiente à drenagem da água e aeração. O fator químico (Tabelas 1 e 2) dos substratos também deve ser considerado, visto que os valores para SP_0 encontra-se em classe de fertilidade inferior aos demais, além de apresentar maior saturação por Al^{3+} .

O uso combinado de E e C, no mesmo substrato (SP_{E+C}), em relação ao uso desses componentes em substratos separados ($SP_{E/C}$), bem como uso de E (SP_E) em relação a C (SP_C), apresentou efeito contrastante sobre as características morfológicas das cultivares de abacaxizeiro. Os atributos químicos, apresentados nas Tabelas 1 e 2, permitem inferir a respeito da contribuição promovida por cada componente do substrato. Pelos valores expostos na análise química dos substratos, é possível verificar que o substrato contendo apenas C ($SP+C$), encontra-se em classe de fertilidade baixa, para Ca^{2+} e Mg^{2+} (CFSEMG,1999), semelhantemente ao substrato sem componente orgânico (SP), isto é, apresenta pouca contribuição de ordem química para o crescimento das plantas. Em contraste, o substrato contendo apenas E ($SP+E$) como componente, apresenta classe de fertilidade na faixa do bom e muito bom, para Ca^{2+} e Mg^{2+} , respectivamente, semelhantemente ao substrato $SP+E+C$. De acordo com os resultados apresentados no item anterior, o uso combinado de E e C, na mistura do substrato, incrementou significativamente as características morfológicas das cultivares de abacaxizeiro, em relação ao uso de E ou C em substratos separados (contraste SP_{E+C} vs $SP_{E/C}$). Visto que, pelas classes de fertilidade, $SP+E+C$ e $SP+E$ são quimicamente semelhantes, pode-se inferir que o uso da casca de arroz carbonizada contribuiu para um enriquecimento de ordem física, ou seja, para adequar os atributos físicos de aeração e retenção de água. Os resultados obtidos para o contraste SP_E vs SP_C (Tabela 5), com as características morfológicas favorecidas pelo uso de E na mistura, permitem inferir que o uso esterco de carneiro no substrato contribuiu para um enriquecimento de ordem química, já que $SP+E$ apresenta classe de fertilidade superior à $SP+C$.

O fornecimento de água, oxigênio e nutrientes pelo ajuste da taxa do constituinte do substrato já está bem documentado (CALDEIRA et al., 2008; CATUNDA et al., 2008; CUNHA FILHO et al., 2008; LEAL et al., 2007; LIMA et al., 2006; MOREIRA et al., 2006; SANTOS et al., 2006; SOUZA JÚNIOR et al. 2001) e materiais como solo, areia, turfa, serragem, casca de arroz carbonizada, casca de coco, húmus e resíduos orgânicos, tem sido os componentes mais abordados. A baixa atividade química da casca de arroz carbonizada, em comparação a materiais de origem orgânica, como por exemplo, o húmus, fora relatada por Rodrigues et al. (2004). Os autores ressaltam que, para cultivo em vaso, substratos com menor

atividade química apresentam maior possibilidade de disposição de nutrientes em solução. Entretanto, como esse componente possui baixa atividade de elementos essenciais às plantas, sua utilização deve ser precedida de suplementação química, o que torna coerente as melhores respostas obtidas, neste experimento, para SP_E em contraste à SP_C.

CONCLUSÕES

Em fase de aclimatização, a cultivar Pérola apresentou maior desempenho vegetativo em relação às cultivares Vitória e Imperial, quanto ao crescimento da parte aérea, sistema radicular e absorção de macronutrientes, uma vez que no tratamento de maior eficiência foram observados maiores incrementos na produção de massa seca e nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea da planta.

O composto orgânico promoveu maior crescimento na parte aérea e no sistema radicular das cultivares de abacaxizeiro ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’, oriundas do cultivo *in vitro*, além de maior incremento nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg. Porém, é necessário avaliar se os ganhos são economicamente viáveis.

A promoção de crescimento das mudas de abacaxizeiro propagadas *in vitro* pela utilização de composto orgânico como substrato melhorou a adaptação das plântulas ao ambiente *ex vitro*, podendo-se inferir uma redução no período de aclimatização.

Capítulo 3

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM LINHA

RESUMO

O objetivo do trabalho de campo foi determinar o efeito de doses de potássio e das lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’ nas condições edafoclimáticas das savanas roraimense. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados num arranjo de parcelas subdivididas. As parcelas principais foram formadas pelas quatro doses de potássio (0, 10, 20 e 30 g de K_2O planta⁻¹), as subparcelas foram compostas pelas cinco lâminas de irrigação (L1 = 134,9; L2 = 267,49; L3 = 446,8; L4 = 558,7; e L5 = 655,2 mm) e a sub-subparcela foi o período amostral, a saber: 120, 195, 270 e 345 dias após o plantio (DAP). O desenvolvimento vegetativo foi avaliado por meio da pesagem, contagem do número de unidades estruturais, medidas lineares e medidas de superfície. A acumulação de biomassa pelas plantas aumentou de forma curvilínea com a adubação potássica, e apresentou resposta diferencial nas diferentes lâminas de irrigação aplicadas. Baseado no desenvolvimento vegetativo das plantas, a área foliar (11.133 cm²) e a massa fresca (1.450 g planta⁻¹) e seca das folhas (180 g planta⁻¹), recomenda-se para o cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ em Latossolo Amarelo da savana, dose de 16,9 g planta⁻¹ de K_2O e suplementação hídrica de 558,7 mm, via irrigação por aspersão convencional.

Palavras chave: *Ananas comosus* var. *comosus*; fertilidade do solo; savana; manejo da água.

VEGETATIVE GROWTH OF THE PINEAPPLE 'VITÓRIA' AND K FERTILIZATION UNDER SPRINKLER IRRIGATION IN LINE

ABSTRACT

A field experiment was carried out on conditions of the savannas of Roraima, in order to determine the effects of rates K_2O and irrigation on the vegetative growth of 'Victoria' pineapple at different sampling times. The experimental design was a randomized complete block design in a split plot arrangement. The main plots were formed by four potassium levels (0, 10, 20 and 30 g K_2O plant⁻¹), the subplots were composed by five irrigation (L1 = 134.9, L2 = 267.49; L3 = 446.8, L4 = 558.7 and L5 = 655.2 mm) and sub-subplot was the sample period (120, 195, 270 and 345 days after planting - DAP). The vegetative growth was assessed by weighing, counting the number of structural units, linear measurements and surface measurements. The accumulation of biomass by plants increased with curvilinear potassium fertilization, and showed differential response in different irrigation levels. Based on plant growth, leaf area (11,133 cm²) and fresh weight (1.450 g plant⁻¹) and dried leaves (180 g plant⁻¹) are recommended for growing pineapple 'Vitoria' in Latossol the savanna dose of 16.9 g plant⁻¹ of K_2O and water supplementation of 558.7 mm by sprinkler irrigation.

Index Terms: *Ananas comosus* var. *comosus*; soil fertility; savannah; water management.

3.1 INTRODUÇÃO

A região de Roraima, localizada ao extremo norte da Amazônia Brasileira, encontra seu espaço fitofisionômico inserido em três grandes sistemas ecológicos: florestas, campinas-campinaranas e savanas ou lavrado (BARBOSA et al., 2005). O sistema ecológico das savanas, possui condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de muitas culturas (ARAÚJO et al., 2001), entre elas a cultura do abacaxi. Mas, neste ambiente, o uso da irrigação é fundamental para garantir e otimizar a produção agrícola, devido a sua restrição climática em termos de variabilidade espacial e temporal das chuvas (ARAÚJO et al., 2001).

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é uma frutífera da família *Bromeliaceae*, mundialmente apreciada por suas características organolépticas. Uma das principais características da espécie é a adaptação fotossintética CAM (metabolismo ácido das crassuláceas), que facilita a captura noturna de CO₂, melhorando a eficiência do uso da água em condições secas (CARR, 2012). Dessa forma, o abacaxizeiro pode ser altamente produtivo, em condições de disponibilidade de água limitada, o que torna a cultura amplamente adaptada às condições tropicais. A espécie é cultivada em muitas regiões tropicais: Havaí, Filipinas, Austrália, África do Sul, Porto Rico, Quênia, México, Cuba e Formosa, sendo ‘Smooth Cayenne’ a cultivar mais adotada (AZEVEDO et al., 2007). No Brasil, as cultivares mais usadas são: ‘Pérola’, que corresponde a 80% da área plantada, seguido das ‘Smooth Cayenne’, ‘Jupi’ e ‘Gold’ (MD-2), além de variedades locais mais utilizadas na região Amazônica (MATOS; REINHARDT, 2009). Porém, essas cultivares são suscetíveis à fusariose, doença mais grave no Brasil. Recentemente, a Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical têm recomendado as cultivares Imperial e Vitória, apresentando boas características agrônomicas e resistência à doença (CABRAL; MATOS, 2005; INCAPER, 2006). Assim, essas cultivares devem ser alvo contemporâneo de pesquisas direcionadas ao manejo fitotécnico da cultura.

As condições climáticas das savanas de Roraima, com altas temperaturas e precipitação média anual cerca de 1700 mm, são favoráveis ao desenvolvimento da maioria das frutas tropicais. Entretanto, há baixa disponibilidade hídrica nos meses de outubro a março e alta probabilidade de falta ou redução das chuvas (ARAÚJO et al., 2001). Esta irregularidade das chuvas gera atraso em alguns estádios fenológicos das plantas de abacaxi, resultando em redução na produção dos frutos (AZEVEDO et al., 2007). Assim, o uso adequado da técnica de irrigação precisa ser incorporado nos sistemas de produção, em Roraima.

O efeito positivo da irrigação sobre a diferenciação floral e redução do ciclo do abacaxizeiro foram observados por Almeida et al. (2002). Azevedo et al. (2007) afirmam que a irrigação na cultura do abacaxi deve ser preferencialmente feita durante o estágio fenológico de principal atividade de crescimento da planta, devendo ser evitado a falta de água. Os autores verificaram demanda hídrica variando entre $3,4 \pm 0,1$ e $4,6 \pm 0,5$ mm dia⁻¹, entretanto, esses valores dependem da fase de desenvolvimento da planta e das condições hídricas do solo. Melo et al. (2006b) observaram o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro responde a irrigação, com melhores resultados referente à massa seca foliar, comprimento da folha D e massa seca do caule, utilizando uma lâmina de 523,7 mm. Já, Franco (2010) não encontrou diferenças estatísticas no crescimento das plantas, com lâminas variando entre 691,2 mm a 3.456 mm ano⁻¹.

Os solos das savanas de Roraima é um fator que limita a introdução de um sistema de produção irrigado. As classes de solo predominantes nesse ambiente são os Latossolos e Argissolos de coloração amarelada, cujas principais características consistem na baixa fertilidade natural, textura arenosa a média, CTC inferior a 4 cmol_c dm⁻³ e coesão logo abaixo do horizonte superficial (BENEDETTI et al., 2011). Nestas condições, altas precipitações e, ou, irrigação acima da capacidade do solo em armazenar água, pode levar a lixiviação dos nutrientes para as camadas mais profundas do solo, principalmente quando da ocorrência de altas concentrações de nutrientes no solo.

A baixa concentração de K nos solos da região também é problema para produção agrícola nesses ambientes, já que o potássio é o segundo nutriente mais absorvido pela maioria das espécies vegetais. O K é um nutriente de alta mobilidade no perfil do solo, sendo facilmente lixiviado em condição de baixa CTC e altas precipitações (ERNANI et al., 2007). Assim, o manejo da adubação potássica nesses solos é preocupação tanto sob ponto de vista econômico quanto ambiental, principalmente sob sistema de produção irrigado.

Na cultura do abacaxizeiro, os efeitos da adubação potássica sobre a produção e as variáveis qualitativas dos frutos já estão bem esclarecidos na literatura (GUARÇONI; VENTURA 2011; PAULA et al., 1991; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2011a; VELOSO et al., 2001), com doses variando entre 13 e 22 g planta⁻¹ (394 a 1.128,6 kg ha⁻¹), nas mais diversas densidade de plantas. Já, o efeito do K₂O sobre o crescimento vegetativo do abacaxizeiro tem sido pouco enfatizado, sendo mais recentemente abordado nos trabalhos desenvolvidos por Teixeira et al. (2011a), estudando a cultivar Smooth Cayenne, e Guarçoni M. e Ventura (2011), para ‘Gold’ (MD-2). Essas informações são de grande importância fitotécnica para cultura do abacaxizeiro, pois seus valores são

diferenciados para cada cultivar, definem o momento para a realização da indução floral e correlacionam-se positivamente com a produção e qualidade dos frutos.

A cultura do abacaxizeiro tem sido pouco enfatizada nas pesquisas sob condições das savanas de Roraima e pouco se sabe sobre o desempenho da cultivar Vitória, sob condição irrigada e manejo da adubação potássica. Assim, objetivou-se com esse trabalho, avaliar o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob cultivo em diferentes doses de adubo potássico e lâminas de irrigação por aspersão convencional, em diferentes épocas de amostragem.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Roraima (UFRR), campus Cauamé, Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Boa Vista-RR, Brasil, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°42’30’’N, 47°38’00’’W e 90m de altitude. A região apresenta precipitação anual de 1688 mm, com estação seca entre os meses de outubro e março (ARAÚJO et al., 2001). A média de temperatura do ar é 27,7°C e o clima classificado como Tropical Chuvoso (Aw) muito quente, segundo a classificação de Köppen (ARAÚJO et al., 2012).

As informações climáticas de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação acumulada, durante o período experimental (Figura 3A), foram coletadas em uma estação automática da marca Imetos SD da Pessl instrumentos, instalada no campus experimental. A área experimental encontra-se em ambiente de savana e o solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, textura Franco Argilo Arenoso (491 g kg⁻¹ de areia, 151 g kg⁻¹ de silte e 358 g kg⁻¹ de argila e densidade do solo de 1,50 g cm⁻³). As propriedades químicas e as características granulométricas do solo estão representadas nas Tabelas 6 e 7. Pelas informações de clima e solo ($\theta_{cc} = 0,210$ e $0,230$ m³ m⁻³; $\theta_{pmp} = 0,107$ e $0,120$ m³ m⁻³, para as profundidades de 0-15 e 15-30 cm respectivamente. Densidade média do solo de 1,5 g cm⁻³; capacidade de armazenamento de água – CAD = 32 mm) presentes área experimental, obteve-se o balanço hídrico climático, para o abacaxizeiro (Z = 30 cm), durante o período de desenvolvimento vegetativo. Essas informações, juntamente com a evapotranspiração potencial, encontram-se na Figura 3B. A curva de retenção de umidade do solo está apresentada na Figura 4.

Mudas micropropagadas do abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) ‘Vitória’ adquiridas do Laboratório de Biotecnologia da Empresa Bioclone Produção de Mudas LTDA[®], foram aclimatizadas em casa de vegetação e, quando atingiram 30±10 cm de altura,

foram transferidas para ambiente externo, para aclimação nas condições de campo. O plantio das mudas no campo foi realizado em covas de 20 cm de diâmetro e profundidade, 30 dias após o preparo do solo e calagem, em 10 de abril de 2011. O preparo do solo consistiu de uma aração e uma nivelagem. A necessidade de calcário foi determinada pelo critério do Al^{3+} e do $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, levando em consideração o valor de Y (1,51), em função da textura do solo, $X = 2,0$ e $M_t = 15\%$, conforme recomendação da CFSEMG (1999), para calcário dolomítico, na profundidade de 0-15 cm. Por ocasião do plantio, foi aplicado nas covas 3 g planta⁻¹ de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples; 1,5 g planta⁻¹ de micronutriente FTE BR-12 (B = 1,8%; Cu = 0,8%; Fe = 3,0%; Mn = 2,0%; Zn = 0,9% e Mo = 0,1%); e 1/3 (3 g planta⁻¹) do N recomendado (CFSEMG, 1999), na forma de uréia. As adubações de cobertura foram realizadas com a complementação do N (6 g planta⁻¹) e com as doses de K_2O , na forma de cloreto de potássio, correspondente aos tratamentos contemplados em cada unidade experimental. Os adubos foram aplicados numa faixa de 10 cm de largura, 10 cm ao lado e 5 cm abaixo do colo da planta, com posterior incorporação ao solo. As doses foram igualmente divididas, e o parcelamento foi realizado aos 90, 165, 240 e 315 dias após o plantio (DAP) das mudas no campo, totalizando quatro aplicações.

Tabela 7 – Análise química para caracterização da disponibilidade inicial de nutrientes no solo da área experimental. Boa Vista-RR, 2012.

Prof. (cm)	pH	Complexo sortivo ⁽¹⁾								V	M	P	C
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	S	t	T				
		cmol _c dm ⁻³								----- % -----		mg dm ⁻³	g dm ⁻³
0-15	5,18	0,81	0,25	0,02	1,6	2,26	1,08	2,68	3,34	32,34	59,70	5,05	10,01
15-30	4,21	3,38	0,10	0,01	2,4	3,65	3,49	5,89	7,14	48,88	40,75	3,89	6,19

⁽¹⁾pH em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹; K⁺ e P: extrator mehlich-1; H+Al: extrator SMP; M.O.: matéria orgânica por Walkley – Black; S: soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio.

Tabela 8 – Disponibilidade inicial de micronutrientes e granulometria do solo da área da área experimental. Boa Vista-RR, 2012.

Prof. (cm)	Micronutrientes ⁽¹⁾						Granulometria		
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
	mg dm ⁻³						g kg ⁻¹		
0-15	1,66	61,0	3,2	0,13	0,34	3,96	252	85	663
15-30	0,66	48,7	0,2	0,13	0,25	6,50	307	70	623

⁽¹⁾Zn, Fe, Mn e Cu: extrator mehlich-1; B: extrator água quente; S: extrator fosfato monocálcio em ácido acético.

Os tratos culturais envolveram aplicação de cobertura morta, utilizando a palha da vegetação graminosa natural (*Trachypogon plumosus*) sobre as entrelinhas e capinas manuais com manutenção da palhada, visando o controle das plantas invasoras, a diminuição do impacto da gota e a preservação do ambiente. Utilizou-se o inseticida líquido, a base de fenil

pirazol (2,5 g L⁻¹), Bioinset 25CE[®], na dosagem de 2,5 ml L⁻¹ de calda, para controle das formigas. A indução floral foi realizada aos 345 dias após o plantio, com produto a base de Etefom (240 g L⁻¹), na dosagem de 4 L ha⁻¹ do produto comercial Ethrel[®].

Figura 3 – Temperaturas média, mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (%) (A); balanço hídrico climático e evapotranspiração potencial (B), ao longo do desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’. Boa Vista-RR, Brasil.

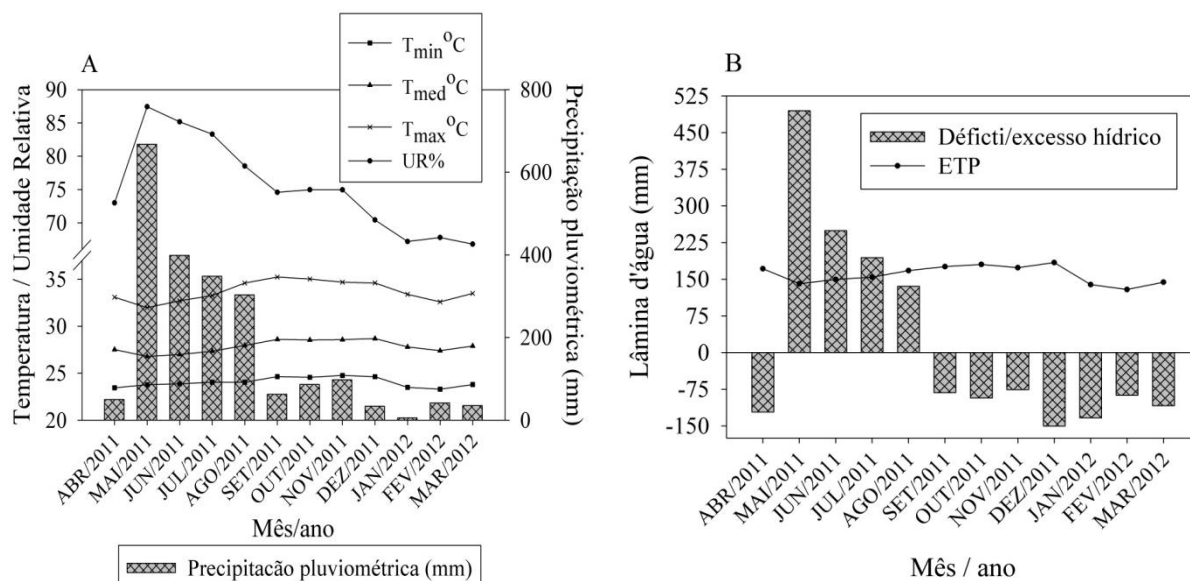
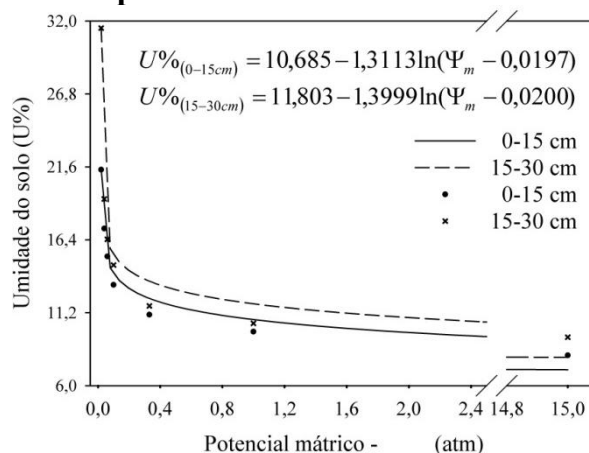


Figura 4 – Curva de retenção de umidade no solo para as camadas de 0-15 e 15-30 cm.



O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram esquematizados em parcelas subdivididas, cujas parcelas corresponderam a quatro doses de adubação potássica (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹ de K₂O) e as subparcelas a cinco lâminas de irrigação (L1 = 134,95; L2 = 267,49; L3 = 446,77; L4 =

558,26; e $L5 = 655,18$ mm). O desenvolvimento vegetativo das plantas foi analisado em sub-parcelas, em quatro épocas distintas (120, 195, 270 e 345 DAP).

A área experimental totalizou 303 m^2 ($20,2 \times 15,0$ m), sendo constituída por 60 unidades experimentais de $4,48 \text{ m}^2$ ($2,8 \times 1,6$ m) e bordaduras laterais de 0,5 m. Adotou-se o espaçamento em linhas duplas de $1,0 \times 0,40 \times 0,40$ m, representando a densidade de 35.710 plantas ha^{-1} . Cada unidade experimental compôs quatro filas de abacaxi (16 plantas), tomando-se como área útil a fileira dupla central (8 plantas). Cada parcela foi constituída de 80 plantas ($22,4 \text{ m}^2$) e subparcelas de 16 plantas ($4,48 \text{ m}^2$), totalizando 960 plantas.

As lâminas de irrigação foram aplicadas por aspersão convencional, em única linha (“Line Source”) de aspersores FABRIMAR A232, com bocais de $6,4 \times 3,2$ mm de diâmetro, colocados a 1,2 m do solo, conforme metodologia proposta por Hanks et al. (1976). Entretanto, os primeiros 115 mm de cada lâmina de irrigação aplicada, em cada tratamento, foram realizados em duas linhas de aspersores espaçados 15×6 m, durante o período de estabelecimento da cultura. As distâncias das linhas de aspersores ao centro de cada parcela do fator lâminas de irrigação foram: 1,9; 4,7; 7,5; 10,3; e 13,1 m, correspondendo às lâminas de água L5, L4, L3, L2 e L1, respectivamente. A lâmina d’água aplicada, em cada nível de irrigação, foi definida pela média de precipitação ocorrida em quatro coletores distribuídos ao longo da parcela a 50 cm de altura do solo. O monitoramento da umidade no solo foi efetuado por um conjunto de dois tensiômetros instalados a 0,15 e 0,30 m (decisão e controle, respectivamente) de profundidade, instalados em três pontos na subparcela L4 (a 4,7 m de distância da linha de irrigação). O momento para se proceder a irrigação foi definido pela média das leituras dos tensiômetros de decisão, adotando valores de tensão de água no solo na faixa de 25 a 50 kPa, conforme sugerido por Oliveira et al. (2006), preferencialmente não ultrapassando valores acima de 30 kPa. Assim, a reposição de água ocorria dessa umidade crítica até a capacidade de campo, considerando a umidade do solo para um potencial mátrico de 10 kPa.

Em cada época de avaliação (120, 195, 270 e 345 DAP), uma planta de cada unidade experimental foi retirada e avaliada quanto às seguintes variáveis: número de folhas (NF), por contagem; altura da planta (AP) (cm), medida pela distância compreendida entre o colo da planta e o ápice foliar, com fita métrica; diâmetro do caule (DC) (mm), medido com paquímetro digital modelo Stanley digital Caliter® 150 mm; e área foliar (AF) (cm^2), obtida em integrador de área foliar de bancada modelo LI-3100 area mater, LI-COR®, Nebraska USA. As medidas de pesagem, obtidas em balança SHIMADZU® BL 3200H, foram: massa

fresca (MF) e seca (MS) das folhas (g); massa seca de raiz (MSR) (g). O material seco foi obtido pela manutenção em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até massa constante.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e os fatores qualitativos, quando significativos pelo teste F, foram submetidos a teste de Tukey ($p < 0,05$). Os fatores quantitativos foram ajustados a equações de regressão polinomial, adotando-se como critérios para escolha dos modelos os significados biológicos, a significância dos estimadores dos parâmetros de regressão até 5% e os valores R^2 .

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto à distribuição de água nas parcelas, verificaram-se os seguintes coeficientes de variação nas lâminas de irrigação aplicada em cada parcela: L5 = 16,05%; L4 = 19,57%; L3 = 15,18%; L2 = 21,47%; e L1 = 50,72%, com as respectivas médias de precipitação por aplicação de 21,5; 17,53; 13,25; 6,45; e 1,13 mm. Esses valores indicam que distribuição de água, à medida que se afasta da linha, até a lâmina L2 (10,3 m), não sofreu grandes alterações. No entanto, essa distribuição é afetada, a partir de L1 (13,1 m), onde se verificou elevado coeficiente de variação. Os coeficientes de variação representam a desigualdade de distribuição de água ao longo da linha de aspersão, o que pode ser atribuído a fatores como vento e velocidade de rotação dos aspersores.

Durante o período experimental, houve precipitação pluviométrica acumulada de 2.130 mm. Entretanto, cerca de 81% (1.718 mm) da chuva ocorreu entre maio e agosto de 2011, período que compreendeu a fase de estabelecimento da cultura. No período de crescimento vegetativo, entre setembro de 2011 e março de 2012, o clima caracterizou-se por déficit hídrico, com precipitação inferior a 40 mm entre dezembro de 2011 e março de 2012 (Figura 3, A e B). Tais condições permitiram, durante o período de crescimento vegetativo, a ocorrência de condições contrastantes na umidade no solo, entre os diferentes tratamentos do fator lâminas d'água. Assim, as condições de umidade no solo foram determinantes quanto à resposta do abacaxizeiro 'Vitória', às diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

Quanto ao desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro 'Vitória', verificou-se que o número de folhas (NF), a altura de plantas (AP) e a massa seca das raízes (MSR) responderam significativamente a interação doses de K_2O (K) $\times$ épocas de amostragem (E) e a interação lâminas de irrigação (L) $\times$ E (Figuras 5A, B e D; e 6A, B e C). O diâmetro do caule (DC) respondeu à interação K $\times$ E e ao efeito simples de L (Figuras 5C e 6D). Já, a área foliar (AF) e a massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas, responderam à interação K $\times$ L $\times$ E (Figuras 7 e 8). Até 195 dias após o plantio (DAP) (meados de outubro de 2011), não houve resposta das

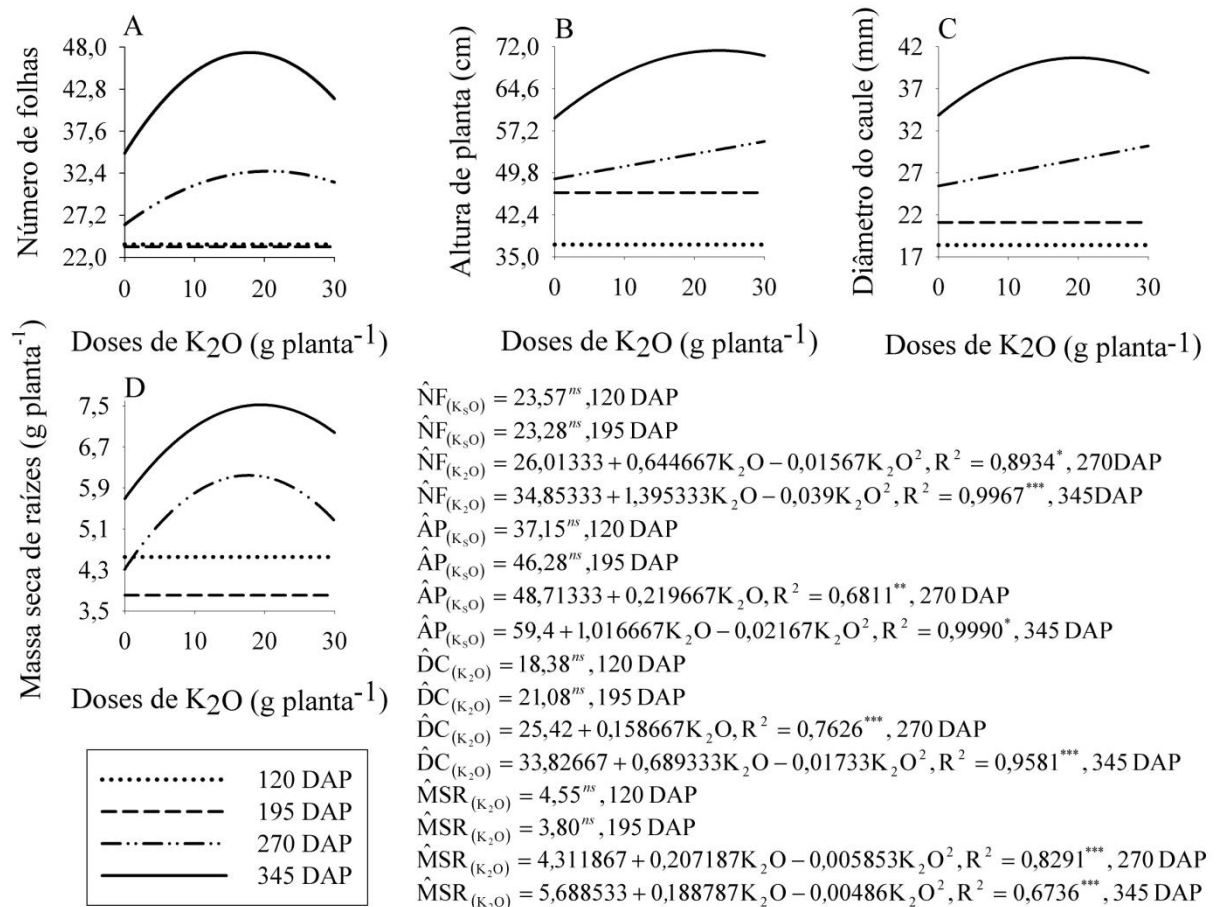
variáveis NF, AP, DC, MSR, AF e MS, às doses de K_2O aplicadas no solo (Figuras 5 e 7). Para as variáveis NF, AF e MS, também não houve diferenças significativas, quanto às lâminas de irrigação aplicadas (Figuras 6A e 7A, B, E e F). De forma geral, o fenômeno pode ser atribuído ao crescimento vegetativo lento, inerente à cultura do abacaxizeiro. Rodrigues et al. (2010) verificaram desenvolvimento vegetativo lento, até 8 meses após o plantio, sendo, segundo Azevedo et al. (2007), os primeiros 140 DAP, o período que compreende a fase de estabelecimento das raízes, para absorção de água e nutrientes, e das folhas, para fotossíntese.

Aos 270 e 345 DAP, houve aumento quadrático no NF, sendo estimado 32,65 e 47,33 folhas, com a aplicação de 20,57 e 17,88 g planta⁻¹ de K_2O , respectivamente. As lâminas de irrigação também afetaram significativamente o NF, ocorrendo valores mais elevados em L3 e L4 (respectivamente, 30,08 e 35 folhas, aos 270 DAP, e 44,75 e 47,42 folhas, aos 345 DAP) (Figura 6A). Uma vez que o NF correlacionou-se positivamente com a MS (Figura 9), os resultados demonstram que a promoção de crescimento pela aplicação de K_2O também resulta em maior NF nas plantas. Teixeira et al. (2011a) e Guarçoni; Ventura (2011) demonstraram o efeito positivo de doses de K_2O aplicadas no solo, sobre o crescimento da planta; enquanto, Melo et al. (2006b) demonstraram o efeito positivo de lâminas de irrigação. Os valores de NF, no momento da indução floral, estão acima dos 30 e próximo aos 46, obtidos por Reinhardt et al. (2002), para as cultivares Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente. Tais valores também estão próximos dos 43 da cultivar Pérola, obtidos por Souza et al. (2007) e Azevedo et al. (2007).

Aos 195 DAP, a variável AP não respondeu às doses de K_2O , mas, respondeu significativamente às lâminas de irrigação (Figuras 5B e 6B). Já, para variável MF, houve interação entre as doses de K_2O e as lâminas de irrigação aplicadas no solo, com melhores resultados para L4 (Figura 7D). A AP de 36,42 cm e a MF de 144,81 g planta⁻¹, ocorridas em L5, foram aproximadamente 34 e 26% inferiores às demais lâminas de irrigação. Visto que a cultura apresenta desenvolvimento lento, até aproximadamente o oitavo mês, esses resultados demonstram alta sensibilidade da cultura ao excesso hídrico. Segundo Silva e Silva (2006), o abacaxizeiro possui sistema radicular superficial, sendo muito sensível ao encharcamento do solo e, más condições de aeração e drenagem, prejudicam o desenvolvimento da planta. Aos 270 DAP, a AP aumentou linearmente 22%, até 55,30 cm, com o aumento das doses de K_2O , enquanto, aos 345 DAP, houve aumento quadrático, estimado em 71,33 cm, com a aplicação de 23,46 g planta⁻¹ de K_2O (Figura 5B). Quanto às lâminas de irrigação, houve melhor desempenho em L4, com AP de 54,75 cm, aos 270 DAP, e 75,33 cm, aos 345 DAP (Figura 6B). Os valores estão abaixo dos 115 cm observados por Souza et al. (2007) e por Azevedo et

al. (2007), para cultivar Pérola, e dos 133 e 99,81 cm, estimados por Rodrigues et al. (2010), para ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, respectivamente.

Figura 5 – Número de folhas (NF) (A), altura de planta (AP) (B), diâmetro do caule (DC) (C) e massa seca de raízes (MSR) (D) do abacaxizeiro ‘Vitória’, entre 120 e 345 DAP, em resposta a doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹), em ambiente de savana. *, **, * e ns significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.**



O DC não apresentou resposta significativa às doses de K₂O, aos 120 e 195 DAP (Figura 5C), mas, aos 270 DAP, o DC aumentou linearmente 15,9%, com as doses aplicadas, atingindo 30,18 mm e, aos 345 DAP, houve aumento quadrático estimado em 40,68 mm, com a dose de 19,88 g planta⁻¹ de K₂O. Para as lâminas de irrigação, houve apenas efeito simples, ocorrendo valores mais elevados em L3 e L4 (Figura 6D). Os valores obtidos foram abaixo dos 52 mm observados por Azevedo et al. (2007), entretanto, estes autores trabalharam com a cultivar Pérola.

A MSR não respondeu significativamente às doses de K₂O, até os 195 DAP (Figura 5D). Aos 270 e 345 DAP, os valores ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, sendo estimado 6,15 e 7,52 g planta⁻¹, com a aplicação de 17,70 e 19,42 g planta⁻¹ de K₂O. Quanto

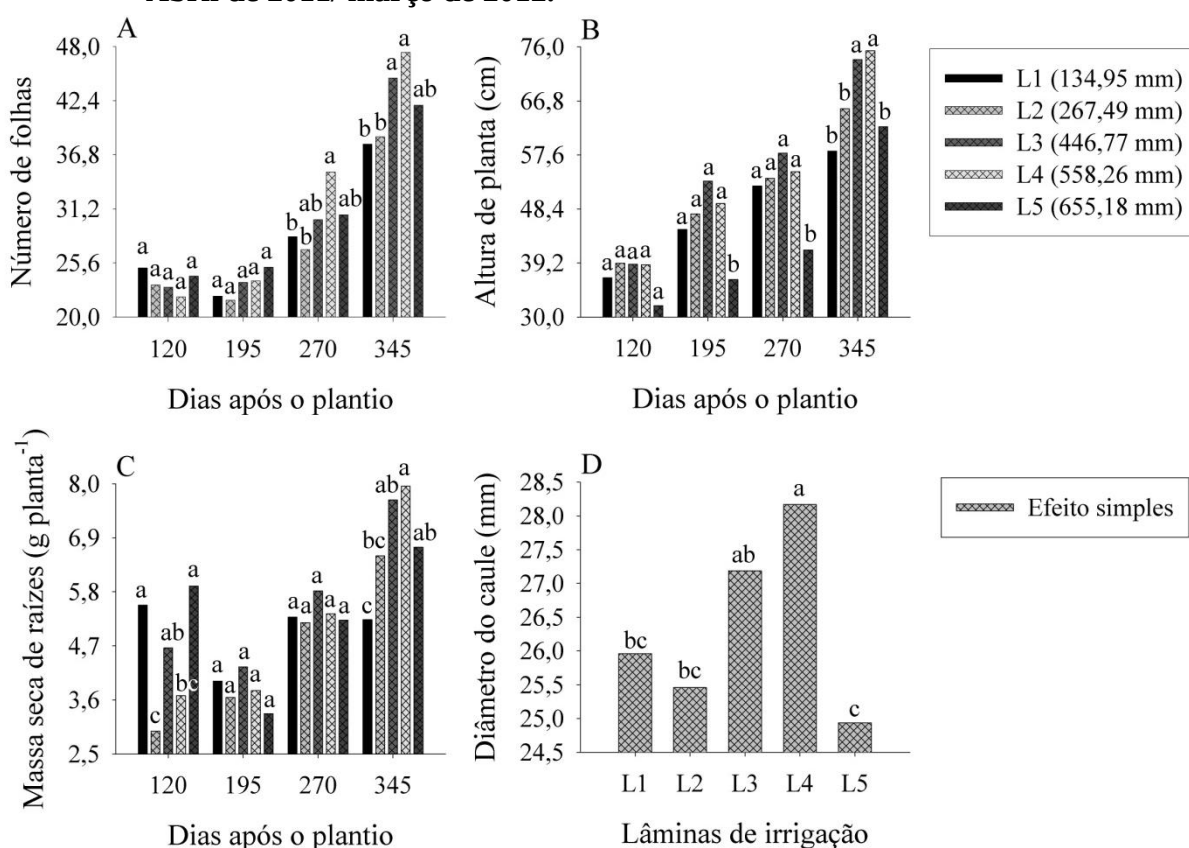
às lâminas de irrigação aplicadas, houve efeito significativo das lâminas de irrigação aos 120 e 345 DAP (Figura 6C). Aos 120 DAP, foram verificados valores mais elevados em L1 e L5, ou seja, em condições limitantes à absorção de água pelas plantas. Já, aos 345 DAP, os valores mais elevados foram observados em L3 e L4, tratamentos em que houve melhor desempenho do abacaxizeiro ‘Vitória’, quanto à produção de biomassa das folhas (Figura 8). Baseado nesses resultados pode-se inferir que durante o período de estabelecimento da planta, até 120 DAP, o crescimento das raízes depende do nível de umidade do solo. Enquanto, após estabelecimento, o crescimento das raízes acompanha o fluxo de crescimento vegetativo das plantas dependendo, portanto, de condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Santos e Carlesso (1998) reportaram a expansão do sistema radicular das plantas como um estímulo fisiológico em resposta ao déficit hídrico, na busca pela umidade nas camadas mais profundas do perfil.

As variáveis AF, MF e MS responderam às doses de K_2O e lâminas de irrigação aplicadas, somente a partir de 270 DAP (Figuras 7 e 8). O efeito não significativo das doses de K_2O , até 270 DAP, resulta tanto de uma resposta fisiológica de crescimento da planta em relação ao nutriente quanto da baixa disponibilidade inicial de K no solo da área experimental (Tabela 6). Ramos (2006), analisando a deficiência de macronutriente e boro, em abacaxizeiro ‘Imperial’, verificou que a omissão de K na solução nutritiva, afetou o crescimento das plantas somente a partir de 9^o mês após o plantio. Quanto à disponibilidade inicial de K no solo, o valor de $7,82 \text{ mg dm}^{-3}$ encontra-se muito abaixo dos 31 a 40 mg dm^{-3} , admitido como adequado por Vilela et al. (2004), para solos do cerrado com CTC inferior a $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Portanto, até 270 DAP, o K_2O aplicado atendera a demanda de equilíbrio entre as cargas negativas do solo e a concentração do potássio na solução, principalmente após a elevação de cargas negativas promovidas pela calagem. Teixeira et al. (2011b), verificando o efeito da adubação potássica nas propriedades químicas do solo e na nutrição do abacaxizeiro, utilizando KCl, K_2SO_4 e KCl+ K_2SO_4 como fonte, verificaram aumentos significativos na disponibilidade de K no solo em função das doses, independentemente da fonte empregada.

Aos 270 DAP, o efeito das doses de K_2O , em AF e MF, foi não significativo, em L5, linear positivo, em L2 e L3, e quadrático positivo, em L1 e L4. Já, para MS, o efeito foi não significativo, em L3 e L5, linear positivo, em L1 e L2, e quadrático positivo, em L4 (Figura 8). Os resultados apresentados na Figura 8 demonstram que L4 melhorou a eficiência do adubo potássico e propiciou melhores condições de cultivo ao abacaxizeiro. Já, nas demais lâminas de irrigação (L1, L2, L3 e L5), as respostas de crescimento das plantas demonstrou pouca ou nenhuma eficiência do adubo potássico, indicando que a biodisponibilidade do

potássio no solo foi afetada pelo conteúdo volumétrico de água no solo. Ernani et al. (2007), afirmam que a absorção do K pelas plantas por difusão e, ou, fluxo de massas, é afetada pela diminuição do teor de água no solo, em decorrência do aumento na tortuosidade do caminho a ser percorrido pelo nutriente. Ou seja, com a diminuição do volume de água no solo, as moléculas de água são adsorvidas às partículas sólidas e o filme d'água passa a ser cada vez menos espesso.

Figura 6 – Número de folhas (NF), altura de planta (AP) e massa seca de raízes (MSR), entre 120 e 345 dias após o plantio (A, B e C), e efeito simples do diâmetro do caule (DC) (D) do abacaxizeiro ‘Vitória’, em resposta a lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Mesmas letras representam médias semelhantes, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.



Aos 345 DAP, o incremento nas doses de K_2O aplicadas no solo, resultou em aumento quadrático às variáveis AF, MF e MS, para os níveis de irrigação L1, L2, L3 e L4, e linear positivo, para o nível L5 (Figura 8). O melhor desempenho do adubo potássico foi proporcionado pelo nível de irrigação L4, sendo estimados AF de 11.132,94 cm², com a dose de 16,91 g planta⁻¹ de K_2O , MF de 1.450 g planta⁻¹, com a dose de 16,90 g planta⁻¹ de K_2O , e MS de 179,81 g planta⁻¹, com a dose de 15,65 g planta⁻¹ de K_2O . A produção de massa fresca e seca, no momento da indução floral, para cultivar Vitória, ainda não foi estabelecida.

Entretanto, os valores obtidos em L4 estão entre os 1.550 e 1.350 g de MF, e abaixo dos 270 e 255 g de MS, estabelecidos por Reinhardt et al. (2002), para cultivar Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente. A máxima AF, estimada em 11.131,29 cm², foi comparável aos 11.600 cm², obtidas por Teixeira et al. (2011a), em trabalho com diferentes fontes e doses de K₂O, na cultivar Smooth Cayenne. Entretanto, esses autores não encontraram diferenças significativas com o incremento de até 700 kg ha⁻¹ (20,2 g planta⁻¹) de KCl, mas efeito linear positivo quando as fontes foram K₂SO₄ ou KCl+ K₂SO₄. A dose de K₂O estimada foi próxima aos 15 g planta⁻¹, recomendados pela CFSEMG (1999), para o abacaxizeiro, e aos 14,4 g planta⁻¹, de Guarçoni M. e Ventura (2011), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Em relação aos níveis de irrigação aplicados, verificou-se efeito diferencial entre as lâminas d'água, no tocante à AF, MF e MS (Figura 8). Em geral, L4 e L3 apresentaram os melhores resultados, enquanto, L1 e L5 foram inferiores. Em L5 foi aplicado 655,18 mm, o que provavelmente promoveu o encharcamento do solo e a lixiviação dos nutrientes, limitando o crescimento vegetativo do abacaxizeiro. O excesso de água ao solo por ocasião das irrigações reduz o suprimento adequado de O₂ que causa prejuízos na absorção dos nutrientes pela planta. Também o movimento da água, associado à baixa capacidade do solo em reter cátions (CTC), promove, então, arraste dos íons em profundidade, diminuindo a reserva nutricional do solo. Ernani et al. (2007) afirmam que a mobilidade vertical de dado nutriente no solo é determinada pela quantidade de água que percola e pela concentração do nutriente no solo, principalmente em elementos químicos de boa mobilidade o solo, como é o caso do potássio.

Os resultados obtidos em L1, lâmina correspondente a aplicação de 134,95 mm de água, cuja aplicação restringiu-se, basicamente, ao período de estabelecimento da cultura (115 mm), demonstram que as baixas condições de umidade do solo imprimiram limitações ao crescimento do abacaxizeiro 'Vitória', podendo inviabilizar seu cultivo em condições de sequeiro. San José et al. (2007), pela técnica de correlação de vórtices turbulentos, monitorou os padrões sazonais de CO₂, vapor d'água e fluxo de energia na cultura do abacaxizeiro, durante cinco estações úmida/seca consecutivas, em condições de savana, e verificaram que o déficit hídrico provoca limitações severas tanto na evapotranspiração da cultura, como nas taxas de assimilação de CO₂ para produção de biomassa nas plantas. Dessa forma, os longos períodos de escassez hídrica no solo de savana afetam o desempenho do abacaxizeiro, mesmo a espécie sendo favorecida pela adaptação fotossintética de captura noturna de CO₂ (metabolismo ácido das crassuláceas (CAM)), a qual promove maior eficiência do uso da água em condições secas (CARR, 2012).

Figura 7 – Área Foliar (AF) e massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 120 (A, C e E) e 195 dias após o plantio (B, D e F), em resposta a doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. ** e ^{ns} significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representam a imagem que a equação está inserida. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012.

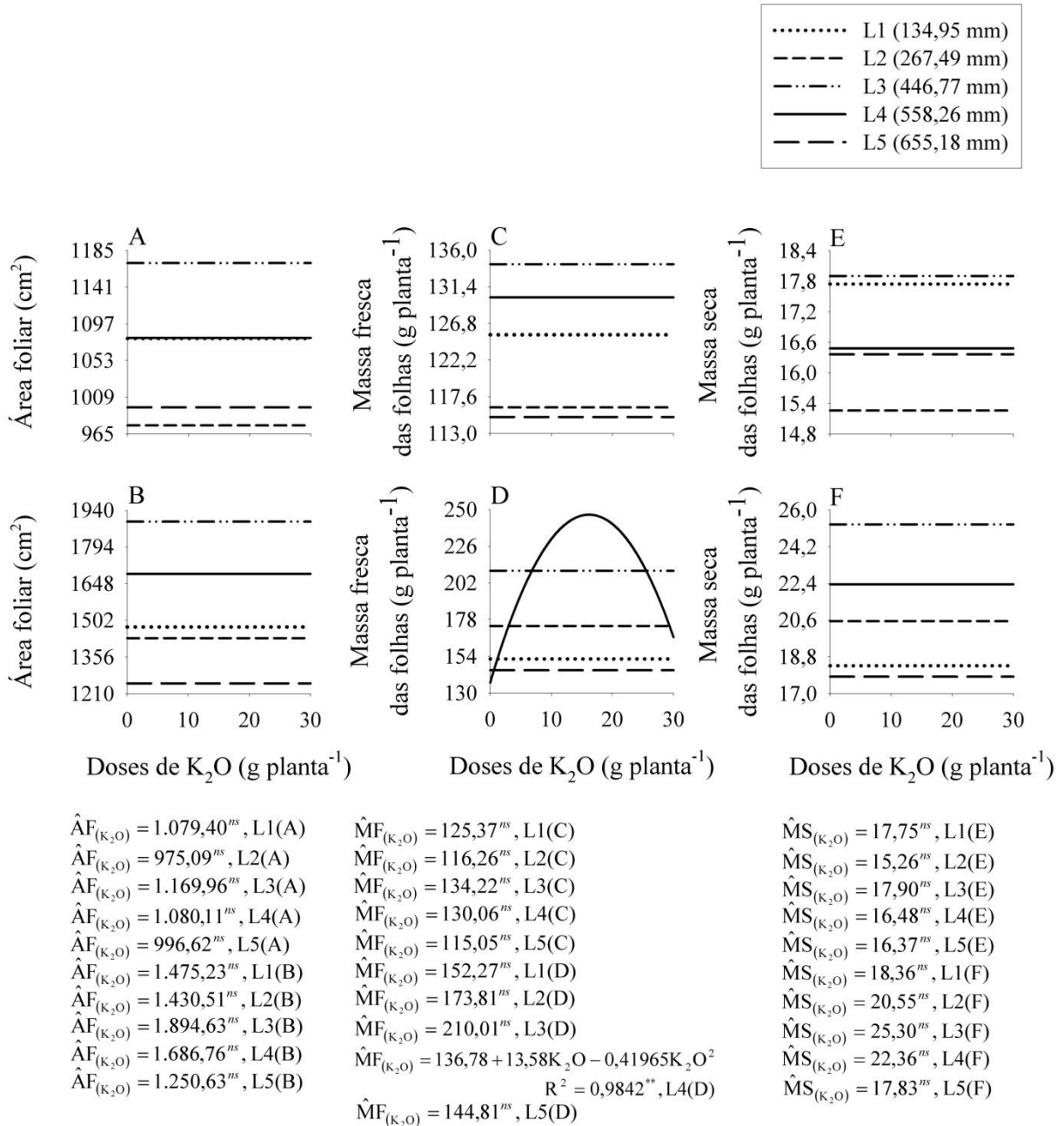
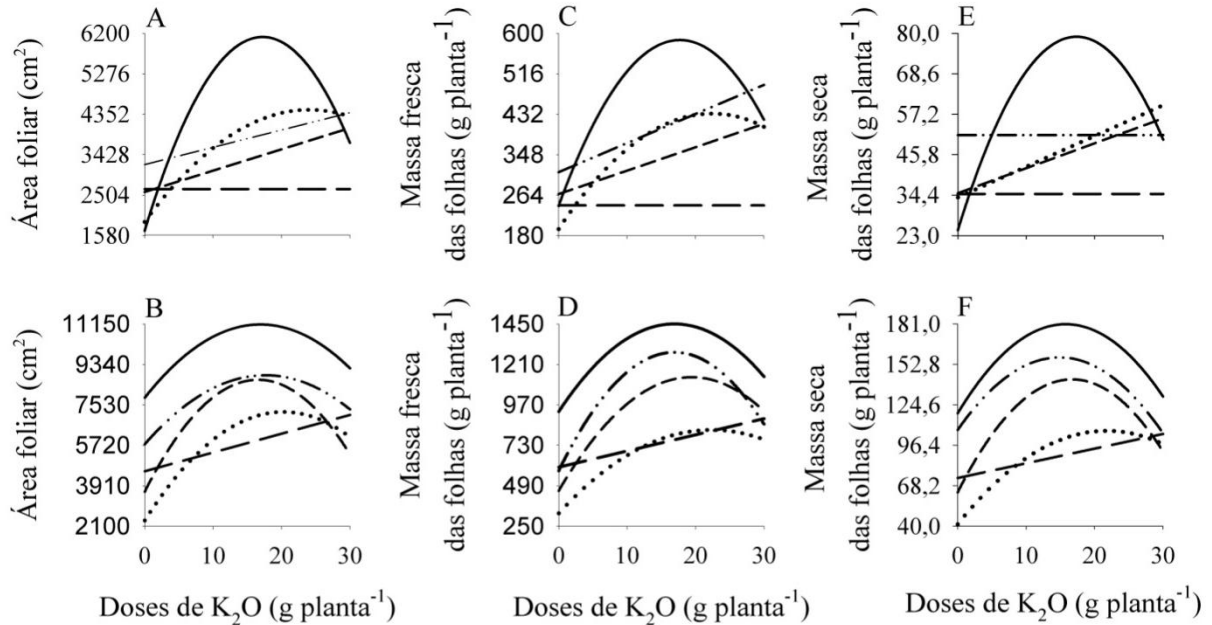


Figura 8 – Área Foliar (AF) e massa fresca (MF) e seca (MS) das folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 270 (A, C e E) e 345 dias após o plantio (B, D e F), em resposta a doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. *, **, * e ns significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representam a imagem que a equação está inserida.**



.....	L1 (134,95 mm)
-----	L2 (267,49 mm)
- . - . - .	L3 (446,77 mm)
————	L4 (558,26 mm)
————	L5 (655,18 mm)

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 1.889,204667 + 212,856133K_2O - 4,419433K_2O^2, R^2 = 0,9228^*, L1(A)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 2.574,674333 + 48,736433K_2O, R^2 = 0,5344^{**}, L2(A)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 3.200,727 + 39,490867K_2O, R^2 = 0,5440^*, L3(A)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 1.685,401833 + 513,60385K_2O - 14,885558K_2O^2, R^2 = 0,9893^{***}, L4(A)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 2.640,71^{ns}, L5(A)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 2.360,347333 + 479,654233K_2O - 11,842417K_2O^2, R^2 = 0,9281^{***}, L1(B)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 3.644,113167 + 606,66315K_2O - 18,356975K_2O^2, R^2 = 0,99917^{***}, L2(B)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 5.769,7385 + 350,941017K_2O - 9,967842K_2O^2, R^2 = 0,9719^{***}, L3(B)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 7.853,181 + 387,809933K_2O - 11,464K_2O^2, R^2 = 0,9619^{***}, L4(B)$$

$$\hat{AF}_{(K_2O)} = 4.565,734333 + 84,021767K_2O, R^2 = 0,8611^{***}, L5(B)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 193,572 + 21,395867K_2O - 0,477067K_2O^2, R^2 = 0,9069^{***}, L1(C)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 266,411 + 4,860433K_2O, R^2 = 0,5884^{**}, L2(C)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 311,820667 + 6,043067K_2O, R^2 = 0,8710^{***}, L3(C)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 241,704667 + 38,891133K_2O - 1,0973K_2O^2, R^2 = 0,9920^{***}, L4(C)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 243,01^{ns}, L5(C)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 326,406 + 44,245267K_2O - 0,9896K_2O^2, R^2 = 0,9447^{***}, L1(D)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 459,262167 + 69,563883K_2O - 1,793542K_2O^2, R^2 = 0,9948^{***}, L2(D)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 577,722833 + 83,398117K_2O - 2,471458K_2O^2, R^2 = 0,9453^{***}, L3(D)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 929,5855 + 61,593883K_2O - 1,822508K_2O^2, R^2 = 0,9906^{***}, L4(D)$$

$$\hat{MF}_{(K_2O)} = 600,230333 + 9,6017K_2O, R^2 = 0,8398^{***}, L5(D)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 33,721 + 0,866433K_2O, R^2 = 0,6225^{***}, L1(E)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 34,947333 + 0,7029K_2O, R^2 = 0,66362^{**}, L2(E)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 51,30^{ns}, L3(E)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 24,503333 + 6,287333K_2O - 0,181233K_2O^2, R^2 = 0,9973^{***}, L4(E)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 34,73^{ns}, L5(E)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 41,321833 + 5,982517K_2O - 0,137358K_2O^2, R^2 = 0,9514^{***}, L1(F)$$

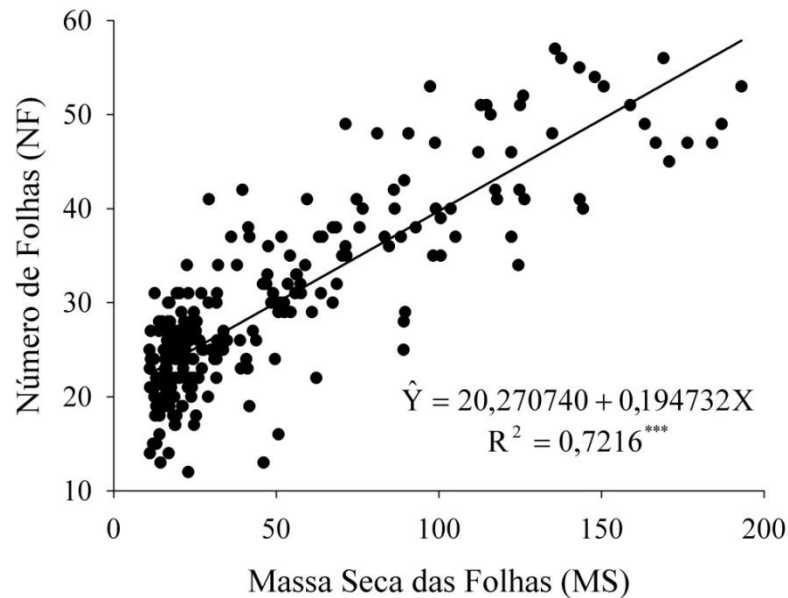
$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 63,539833 + 9,442983K_2O - 0,283025K_2O^2, R^2 = 0,9880^{***}, L2(F)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 107,063167 + 6,81265K_2O - 0,229492K_2O^2, R^2 = 0,9512^{***}, L3(F)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 118,722167 + 7,8055K_2O - 0,249408K_2O^2, R^2 = 0,9973^{***}, L4(F)$$

$$\hat{MS}_{(K_2O)} = 73,604333 + 1,023933K_2O, R^2 = 0,7834^{***}, L5(F)$$

Figura 9 – Correlação entre a produção de massa seca e o número de folhas, em abacaxizeiro ‘Vitória’, cultivado em ambiente Lavrado. * significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F. Boa Vista-RR, Brasil, Abril de 2011/ março de 2012.**



Os valores obtidos em L4, lâmina de irrigação correspondente a 558,26 mm, apresentaram a melhor desempenho, quanto ao crescimento vegetativo das plantas. Nesse tratamento, o manejo de irrigação adotado priorizou os limites entre 25 e 30 kPa para se proceder a irrigação, valores entre a faixa de 25-60 kPa estabelecido por Oliveira et al. (2006), e a elevação do potencial mátrico à capacidade de campo (10 kPa). Assim, os resultados demonstram a necessidade e a importância de uma irrigação bem manejada, para o abacaxizeiro, nas condições da savana roraimense, principalmente devido à perenidade de seu ciclo e, como demonstrado Araújo et al. (2001), à ocorrência de limitações hídricas no solo e irregularidade na distribuição espacial e temporal das chuvas. A lâmina aplicada encontra-se próxima aos 523,7 mm, obtida por Melo et al. (2006b), para máxima produção de massa seca da parte aérea, área foliar, comprimento da folha D e massa seca do caule, em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, nas condições do Sergipe. Mas, abaixo dos 4,5 mm dia⁻¹, obtidos por Azevedo et al. (2007), para o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro, nas condições dos tabuleiros costeiros do estado da Paraíba.

CONCLUSÕES

As condições edafoclimáticas da savana de Roraima imprimem restrição ao desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’, em condições de ausência de fertilização potássica e do uso da irrigação.

Nas condições experimentais, o abacaxizeiro ‘Vitória’ respondeu positivamente a adubação potássica, com melhores resultados sob aplicação de $16,9 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O e uma lâmina de irrigação de 558,26 mm.

O melhor desempenho vegetativo do abacaxizeiro e a maior eficiência do adubo potássico foram obtidos sob manejo da irrigação com o uso de tensiômetros instalados a 0,15m de profundidade e adotando-se umidade crítica entre 25 a 30 kPa, com reposição hídrica até a capacidade de campo (10 kPa).

Capítulo 4

TEORES DE FOLIARES E EXTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO

As condições de cultivo podem afetar o estado nutricional da planta e a extração de nutrientes pela cultura. Assim, um experimento de campo foi realizado nas condições edafoclimáticas da savana de Roraima, objetivando avaliar o efeito de doses de K_2O e lâminas de irrigação sobre o estado nutricional e a extração de macronutrientes do abacaxizeiro ‘Vitória’, em diferentes idades fisiológicas da planta. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados num arranjo de parcelas sub-subdivididas. As parcelas foram compostas pelas doses de potássio (0, 10, 20 e 30 g de K_2O planta⁻¹), as subparcelas foram compostas pelas lâminas de irrigação (L1 = 134,9; L2 = 267,5; L3 = 446,8; L4 = 558,3; e L5 = 655,2 mm) e as sub-subparcelas, pelas épocas de amostragem (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio – DAP). O estado nutricional dos abacaxizeiros foi avaliado quanto aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e as relações K:N, K:Ca e K:Mg nas folhas. Os teores foliares de K e P não sofreram alterações com as doses de K_2O , mas foram afetadas significativamente pelo regime hídrico que representou as condições de sequeiro (L1), principalmente nas épocas de maior déficit hídrico. Os teores foliares de N responderam positivamente ao incremento do K_2O no solo, aos 120 DAP, e decresceram a partir de 270 DAP. A irrigação em nível mais elevado (L5) reduziu os teores foliares de N. Aos 345 DAP, os teores foliares de Ca e Mg reduziram significativamente com as doses de K_2O , e apresentaram resposta diferencial aos níveis de irrigação adotados. A relação K:N no tecido foliar não foi afetada pela adubação, mas as relações K:Ca e K:Mg aumentaram significativamente. As lâminas de irrigação influenciaram essas relações de forma diferenciada sendo dependentes do período de amostragem. A ordem de extração de nutrientes pela planta foi $K > N > Ca > Mg > P$ e, aos 345 DAP, houve extração de 76,97 kg ha⁻¹ de N; 9,48 kg ha⁻¹ de P (21,72 kg ha⁻¹ de P_2O_5); 141,09 kg ha⁻¹ de K (169,95 kg ha⁻¹ de K_2O); 42,58 kg ha⁻¹ de Ca; e 25,70 kg ha⁻¹ de Mg, com relação de extração N:P:K:Ca:Mg de 1,00:0,12:1,83:0,55:0,33.

Palavras-chave: *Ananas comosus* var. *comosus*; nutrição mineral; savana; Amazônia.

LEVELS OF FOLIAR AND MACRONUTRIENT UPTAKE BY 'VITORIA' PINEAPPLE UNDER POTASSIUM FERTILIZATION AND IRRIGATION

ABSTRACT

Growing conditions can affect the nutritional status of the plant and nutrient uptake by the crop. Thus, we conducted a field experiment at conditions of savanna of Roraima, to evaluate the effect of K_2O levels and irrigation levels on nutritional status and macronutrient uptake in pineapple 'Vitoria' in different physiological ages of the plant. We adopted a randomized complete block design in plot arrangement and sub-divided. The plots were four levels of K_2O (0, 10, 20 and 30 g plant⁻¹), the subplots were five irrigation (L1 = 134.9; L2 = 267.5, = 446.8 L3, L4 = 558.3, and L5 = 655.2 mm) and sub-subplots were four sampling periods (120, 195, 270 and 345 days after planting - DAP). The nutritional status of pineapple evaluated to foliar N, P, K, Ca, Mg and K relations: N, K: Ca and K: Mg in the leaves. Foliar P and K did not change with the K_2O levels, but significantly affected by water regime that represented the rainfed conditions (L1), particularly in times of increased water deficit. Foliar N positively responded to the increase of K_2O in the soil at 120 DAP, and decreased from 270 DAP. Irrigation in higher level (L5) reduced foliar N. At 345 DAP, foliar Ca and Mg decreased significantly with doses of K_2O , and showed differential response to water levels adopted. The ratio K: N in the leaf tissue was not affected by fertilization, but relations K: Ca and K: Mg increased significantly. The water depth influenced these relationships differently and dependent sampling period. The order of nutrient uptake by the plant was $K > N > Ca > Mg > P$ and its 345 DAP, there was extraction 76.97 kg ha⁻¹ N, 9.48 kg P ha⁻¹ (21, 72 kg ha⁻¹ P₂O₅); 141.09 kg ha⁻¹ K (169.95 kg ha⁻¹ K₂O) 42.58 kg ha⁻¹ Ca, and 25.70 kg ha⁻¹ Mg, with respect to extraction N: P: K: Ca: Mg 1,00:0,12:1,83:0,55:0,33.

Keywords: *Ananas comosus* var. *comosus*; mineral nutrition; savanna; Amazonia.

4.1 INTRODUÇÃO

A região de Roraima, localizada ao extremo norte da Amazônia Brasileira, encontra seu espaço fitofisionômico inserido em três grandes sistemas ecológicos: florestas, campinas-campinaranas e savanas ou lavrado (BARBOSA et al., 2005). O sistema ecológico das savanas, possui condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de muitas culturas (ARAÚJO et al., 2001), entre elas a cultura do abacaxi.

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é uma espécie da família Bromeliaceae, mundialmente apreciada por suas características organolépticas. A abacaxicultura é praticada em muitos países: EUA (particularmente no Havaí), Filipinas, Austrália, África do Sul, Porto Rico, Quênia, México, Cuba e Formosa, tendo a ‘Smooth Cayenne’, como principal cultivar plantada (AZEVEDO et al., 2007). No Brasil, as cultivares mais usadas são: ‘Pérola’, que corresponde a 80% da área plantada, seguido das ‘Smooth Cayenne’, ‘Jupi’ e ‘Gold’ (MD-2), além de outras variedades locais, mais comum na região Amazônica (MATOS; REINHARDT, 2009). Porém, essas cultivares e variedades são suscetíveis à fusariose, doença mais grave do abacaxizeiro no Brasil. Recentemente, a Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical tem recomendado as cultivares Imperial e Vitória, apresentando boas características agrônomicas e resistência à doença (CABRAL; MATOS, 2005; INCAPER, 2006). Dessa forma, essas cultivares devem ser alvo contemporâneo de pesquisas.

A literatura é ampla em informações referentes ao nível crítico foliar para cultura do abacaxizeiro (GUARÇONI M.; VENTURA, 2011; MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003; PAULA et al., 1991; PAULA et al., 1999; RODRIGUES, 2009; SOUZA; REINHARDT, 2007; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2011b; VELOSO et al., 2001), entretanto, há falta de padronização quanto a época de amostragem e a parte da planta a ser analisada, sendo registradas grandes amplitudes de variação nos valores nutricionais da planta. Recentemente, Ramos et al. (2011) definiram, para cultivar Imperial, os teores foliares, em nível normal e deficiente, aos 5, 7, 9 e 12 meses de idade. Mas, os limites para a cultivar Vitória ainda não foram estabelecidos.

Nas condições de campo, a disponibilidade do nutriente e a umidade do solo, em contato com a superfície das raízes, são as condições para que os nutrientes sejam absorvidos pela planta. Portanto, a utilização de fertilizantes e da irrigação pode afetar diretamente a composição mineral e a extração de nutrientes pela planta. Muitos estudos têm sido realizados com o intuito de verificar o efeito de diferentes doses e fontes de K₂O sobre a nutrição

mineral do abacaxizeiro (GUARÇONI M.; VENTURA, 2011; PAULA et al., 1991; PAULA et al., 1999; RODRIGUES, 2009; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2011b; VELOSO et al., 2001), entretanto, esses trabalhos não enfatizam esse efeito de acordo com a idade da planta e não trazem informações sobre a extração de nutrientes pela cultura. Também, não foram encontrados registros sobre nutrição mineral da cultivar Vitória. Mais recentemente, Feitosa et al. (2011) trouxeram informações referente à extração de micronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, mas, quanto aos macronutrientes, não foram encontrados registros.

Na savana roraimense, ocorre solos de baixa fertilidade natural, sendo predominante Latossolos e Argissolos de coloração amarelada e coesos (BENEDETTI et al., 2011). Também, ocorre prolongado período de clima seco e déficit hídrico (ARAÚJO et al., 2001), fazendo-se necessário o uso da irrigação para que a abacaxicultura seja economicamente viável, já que a espécie possui certa perenidade. Tais condições, singulares da região, devem ser investigadas quanto à nutrição mineral, pois, sistemas irrigados estão mais susceptíveis a perdas por lixiviação, principalmente, em solos arenosos e de baixa CTC.

Assim, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Vitória’, quanto aos teores foliares e extração de macronutrientes, sob diferentes doses de adubo potássico e lâminas de irrigação por aspersão convencional, em diferentes épocas de amostragem, nas condições do sistema ecológico da savana de Roraima.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Roraima (UFRR), campus Cauamé, Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Boa Vista-RR, Brasil, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°42’30’’N, 47°38’00’’W e 90m de altitude. A região apresenta precipitação anual de 1688 mm, com estação seca entre os meses de outubro e março (ARAÚJO et al., 2001). A média de temperatura do ar é 27,7°C e o clima classificado como Tropical Chuvoso (Aw) muito quente, segundo a classificação de Köppen (ARAÚJO et al., 2012).

As informações climáticas de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação acumulada, durante o período experimental (Figura 13A), foram coletadas em uma estação automática da marca Imetos SD da Pessl instrumentos, instalada próximo a área experimental. O experimento foi instalado em ambiente de savana e o solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, textura Franco Argilo Arenoso (491 g kg⁻¹ de areia, 151 g kg⁻¹ de silte e 358 g kg⁻¹ de argila e densidade do solo de 1,50 g cm⁻³). As

propriedades químicas e as características granulométricas do solo estão representadas nas Tabelas 8 e 9. Pelas informações de clima e solo ($\theta_{cc} = 0,210$ e $0,230 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$; $\theta_{pmp} = 0,107$ e $0,120 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, para as profundidades de 0-15 e 0-30 cm respectivamente; capacidade de armazenamento de água – CAD = 32 mm) presentes área experimental, obteve-se o balanço hídrico climático, para o abacaxizeiro (Z = 30 cm), durante o período de desenvolvimento vegetativo. Essas informações, juntamente com a evapotranspiração potencial, encontram-se na Figura 13B. A curva de retenção de umidade do solo está apresentada na Figura 14.

Mudas micropropagadas do abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) ‘Vitória’ adquiridas do Laboratório de Biotecnologia da Empresa Bioclone Produção de Mudas LTDA[®], foram aclimatizadas em casa de vegetação e, quando atingiram 30 ± 10 cm de altura, transferidas para ambiente externo, para aclimação nas condições de campo. O plantio das mudas no campo foi realizado em covas de 20 cm de diâmetro e profundidade em 10 de abril de 2011, cerca de 30 dias após o preparo do solo e calagem. O preparo do solo consistiu de uma aração e uma niveladora. A necessidade de calcário foi determinada pelo critério do Al^{3+} e do $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, levando em consideração o valor de Y (1,51), em função da textura do solo, $X = 2,0$ e $M_t = 15\%$, conforme recomendação da CFSEMG (1999), para calcário dolomítico, na profundidade de 0-15 cm. Por ocasião do plantio, foi aplicado nas covas 3 g planta^{-1} de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples; $1,5 \text{ g planta}^{-1}$ de micronutriente FTE BR-12 (B = 1,8%; Cu = 0,8%; Fe = 3,0%; Mn = 2,0%; Zn = 0,9% e Mo = 0,1%); e $1/3$ (3 g planta^{-1}) do N recomendado (CFSEMG, 1999), na forma de uréia. As adubações de cobertura foram realizadas com a complementação do N (6 g planta^{-1}) e com as doses de K_2O , na forma de cloreto de potássio, correspondente aos tratamentos contemplados em cada unidade experimental. Os adubos foram aplicados numa faixa de 10 cm de largura, 5 cm ao lado e abaixo do colo da planta, com posterior incorporação ao solo. As doses foram igualmente divididas e o parcelamento ocorreu aos 90, 165, 240 e 315 dias após o plantio das mudas no campo (DAP), totalizando quatro aplicações.

Tabela 9 – Análise química da área utilizada para o estudo do desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob adubação potássica e lâminas de irrigação. Boa Vista-RR, 2012.

Prof. (cm)	pH	Complexo sortivo ⁽¹⁾								V	m	P	C
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	S	t	T				
		cmol _c dm ⁻³											
0-15	5,18	0,81	0,25	0,02	1,6	2,26	1,08	2,68	3,34	32,34	59,70	5,05	10,01
15-30	4,21	3,38	0,10	0,01	2,4	3,65	3,49	5,89	7,14	48,88	40,75	3,89	6,19

⁽¹⁾pH em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹; K⁺ e P: extrator mehlich-1; H+Al: extrator SMP; M.O.: matéria orgânica por Walkley – Black; S: soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio.

Tabela 10 – Micronutrientes e granulometria da área utilizada para o estudo do desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, sob adubação potássica e lâminas de irrigação. Boa Vista-RR, 2012.

Prof. (cm)	Micronutrientes ⁽¹⁾						Granulometria		
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
	mg dm ⁻³						g kg ⁻¹		
0-15	1,66	61,0	3,2	0,13	0,34	3,96	252	85	663
15-30	0,66	48,7	0,2	0,13	0,25	6,50	307	70	623

⁽¹⁾Zn, Fe, Mn e Cu: extrator mehlich-1; B: extrator água quente; S: extrator fosfato monocálcio em ácido acético.

Os tratos culturais envolveram aplicação de cobertura morta, utilizando a palha da vegetação graminosa natural (*Trachypogon plumosus*), sobre as entrelinhas; e capinas manuais com manutenção da palhada; visando o controle do mato, a diminuição do impacto da gota e a preservação do ambiente. Utilizou-se o inseticida líquido, a base de fenil pirazol (2,5 g L⁻¹), Bioinset 25CE®, na dosagem de 2,5 ml L⁻¹ de calda, para controle das formigas. A indução floral foi realizada aos 345 dias após o plantio, com produto a base de Etefom (240 g L⁻¹), na dosagem de 4 L ha⁻¹ do produto comercial Ethrel®.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram esquematizados em parcelas sub-subdivididas, cujas parcelas corresponderam a quatro doses de adubação potássica (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹ de K₂O) e as subparcelas a cinco lâminas de irrigação (L1 = 134,95; L2 = 267,49; L3 = 446,77; L4 = 558,26; e L5 = 655,18 mm). O desenvolvimento vegetativo das plantas foi analisado em sub-subparcelas, sendo quatro épocas distintas (120, 195, 270 e 345 DAP).

Figura 10 – Temperaturas média, mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (%) (A); balanço hídrico climático e evapotranspiração potencial (B), ao longo do desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’. Boa Vista-RR, Brasil.

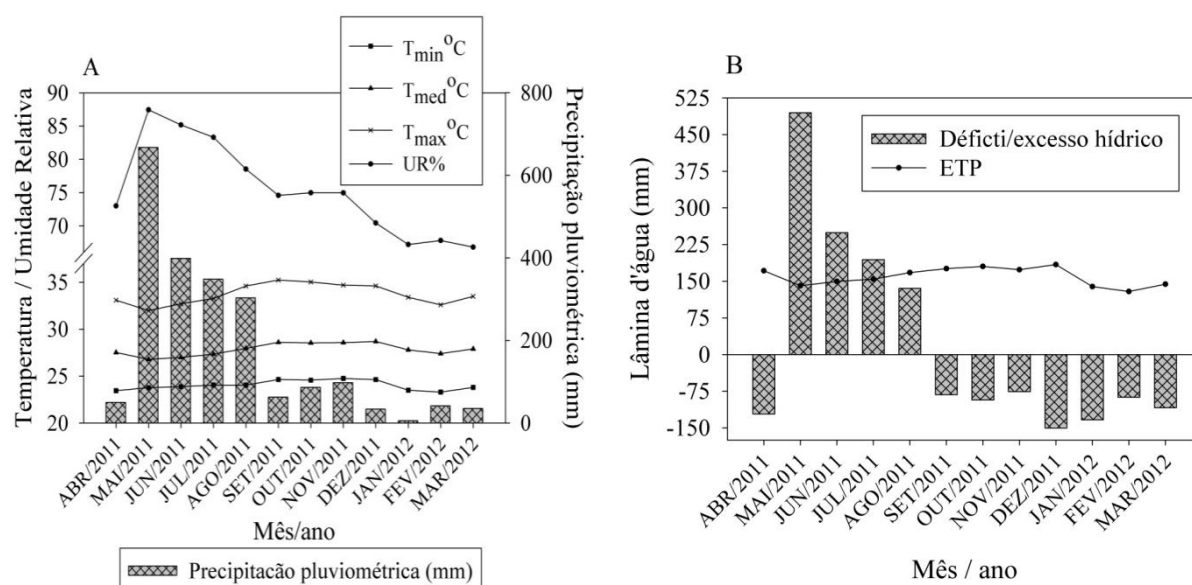
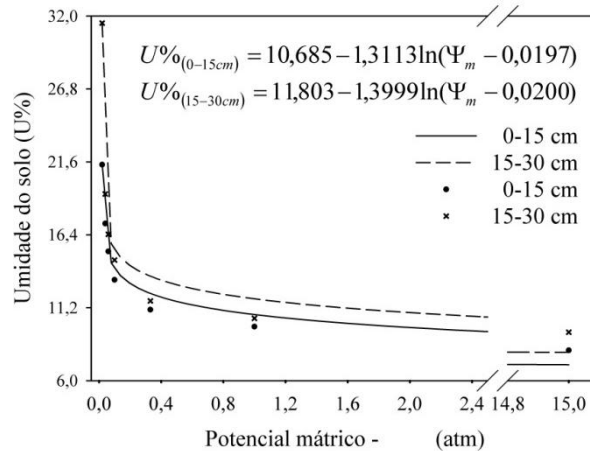


Figura 11 – Curva de retenção de umidade no solo para as camadas de 0-15 e 15-30 cm.



A área experimental totalizou 303 m² (20,2 × 15,0 m), sendo constituída por 60 unidades experimentais de 4,48 m² (2,8 × 1,6 m) e bordaduras laterais de 0,5 m. Adotou-se o espaçamento em linhas duplas de 1,0 × 0,4 × 0,4 m, representando a densidade de 35.710 plantas ha⁻¹. Cada unidade experimental compôs quatro filas de abacaxi (16 plantas), tomando-se como área útil a fileira dupla central (8 plantas). Cada parcela foi constituída de 80 plantas (22,4 m²) e subparcelas de 16 plantas (4,48 m²), totalizando 960 plantas.

As lâminas de irrigação foram aplicadas por aspersão convencional, em única linha (“Line Source”) de aspersores FABRIMAR A232, com bocais de 6,4 × 3,2 mm de diâmetro, conforme metodologia proposta por Hanks et al. (1976). Entretanto, os primeiros 115 mm de cada lâmina de irrigação aplicada, em cada tratamento, foram realizados em duas linhas de aspersores espaçados 15 × 6 m, durante o período de estabelecimento da cultura. As distâncias das linhas de aspersores ao centro de cada parcela do fator lâminas de irrigação foram: 1,9; 4,7; 7,5; 10,3; e 13,1 m, correspondendo às lâminas de água L5, L4, L3, L2 e L1, respectivamente. A lâmina d’água aplicada, em cada nível de irrigação, foi definida pela média de precipitação ocorrida em quatro coletores distribuídos ao longo da parcela. O controle da umidade no solo foi efetuado por um conjunto de dois tensiômetros a 0,15 e 0,30 m (decisão e controle, respectivamente) de profundidade, instalados em três pontos na parcela L4 (a 4,7 m de distância da linha de irrigação). O momento para se proceder a irrigação foi definido pela média das leituras dos tensiômetros de decisão, adotando valores de tensão de água no solo na faixa de 25 a 50 kPa (1 kPa = 0,01 atm) (OLIVEIRA et al., 2006). A lâmina líquida de irrigação baseou-se nos valores de umidade da curva característica do solo, sendo calculado pela diferença entre o volume de água na capacidade de campo e o volume de água atual no solo, para profundidade 30 cm. Para a lâmina bruta (LB) aferiu-se 70% de eficiência do sistema.

Em cada época de avaliação (120, 195, 270 e 345 DAP), foi retirada uma planta de cada unidade experimental e levadas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por sete dias. A massa seca da parte aérea (MSPA) foi obtida pela pesagem das plantas secas em balança SHIMADZU® BL 3200H. Posteriormente, o material foi moído em moinho do Willey, com peneira de 20 mesh, e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os teores totais de N, P, K Ca e Mg foram obtidos conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). A extração de nutrientes pela cultura foi obtida multiplicando-se os teores do nutriente na planta pela produção de MSPA proporcionais a um hectare plantado.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e correlação linear e os fatores qualitativos, quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de médias de Tukey ($p < 0,05$). Os fatores quantitativos foram ajustados a equações de regressão polinomial, adotando-se como critérios para escolha dos modelos com significados biológicos, a significância dos estimadores dos parâmetros de regressão até 5% e os maiores valores de R^2 .

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) nas concentrações foliares de K sob as interações doses de K_2O no solo (K) $\times$ lâmina de irrigação adotada (L) $\times$ época de amostragem (E), K $\times$ L e K $\times$ E (Figura 12C). Entretanto, houve efeito significativo de L sob a interação L $\times$ E (Figura 13C).

O efeito não significativo observado no teor foliar de K do abacaxizeiro em função de doses de K_2O aplicadas no solo (Figura 13C) não é uma constatação comum na literatura e muitos registros são encontrados, demonstrando o efeito do aumento de doses de K_2O no solo elevando os teores foliares de K (GUARÇONI; VENTURA, 2011; PAULA et al., 1991; PAULA et al., 1999; RODRIGUES, 2009; SPIRONELLO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2011b; VELOSO et al., 2001). Entretanto, a ausência de efeito significativo das doses de K_2O aplicadas no sobre os teores foliares de K não é indicativa de que não houve absorção pela planta, já que houve correlação positiva entre o conteúdo de K na parte aérea da planta sua produção de biomassa (Figura 14), demonstrando efeito de diluição. A baixa fertilidade natural dos solos da savana, com nível muito baixo de potássio ($7,8 \text{ mg dm}^{-3}$) e baixa capacidade de troca catiônica (CTC) (Tabela 8), são os fatores que preponderaram para ocorrência desses resultados. Em geral, esses fatores determinam atividade e o poder tampão de potássio no solo, ou seja, determinam a capacidade do solo em manter estável a concentração de K na solução (ERNANI et al., 2007). Dessa forma, o solo da área

experimental pode ter limitado a absorção pela planta ao nível de consumo de luxo. A concentração inicial de K no solo da área experimental foram muito abaixo dos 31 a 40 mg dm⁻³, admitido por Vilela et al. (2004), como adequado para solos do cerrado com CTC inferior a 4 cmol_c dm⁻³. Os resultados obtidos por Teixeira et al. (2011b) demonstram que quanto menor os teores de K no solo, menores são os teores foliares de K no abacaxizeiro. Dessa forma, os resultados obtidos fomentam a necessidade de pesquisas relacionadas à potassagem em solos da savana.

Os valores de K foliar em função das doses de K₂O (Figura 12C) está em conformidade com os 17,3 e os 11,6-20,0 g kg⁻¹ estabelecidos por Veloso et al. (2001) e Ramos et al. (2011), respectivamente. Porém, estão abaixo dos 35 g kg⁻¹ admitido por Souza e Reinhardt (2007), para o longo do ciclo da cultura. Entretanto, os teores foliares de K, para cultivar Vitória, ainda não foram estabelecidos.

Quanto ao efeito da irrigação sobre os teores foliares de K, não houve alterações significativas aos 120 e aos 345 dias após o plantio (DAP) ocorrendo valores de 15,99 e 20,54 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 13C). Aos 195 DAP, início do período de déficit hídrico no solo e diminuição das chuvas (Figura 10), verificou-se tendência de menores valores de K foliar nos níveis mais baixos de irrigação. Aos 270 DAP, período de elevada limitação hídrica no solo e precipitação pluviométrica abaixo do mínimo exigido pela cultura (AZEVEDO et al., 2007), houve pronunciada ocorrência de baixos teores foliares de K, em L1. Ernani et al. (2007) relataram que, muitas vezes, os nutrientes existem em teores suficientes no solo, mas, em decorrência de seca, excesso de água ou qualquer impedimento físico do solo ao crescimento das raízes, eles não são absorvidos em quantidades suficientes.

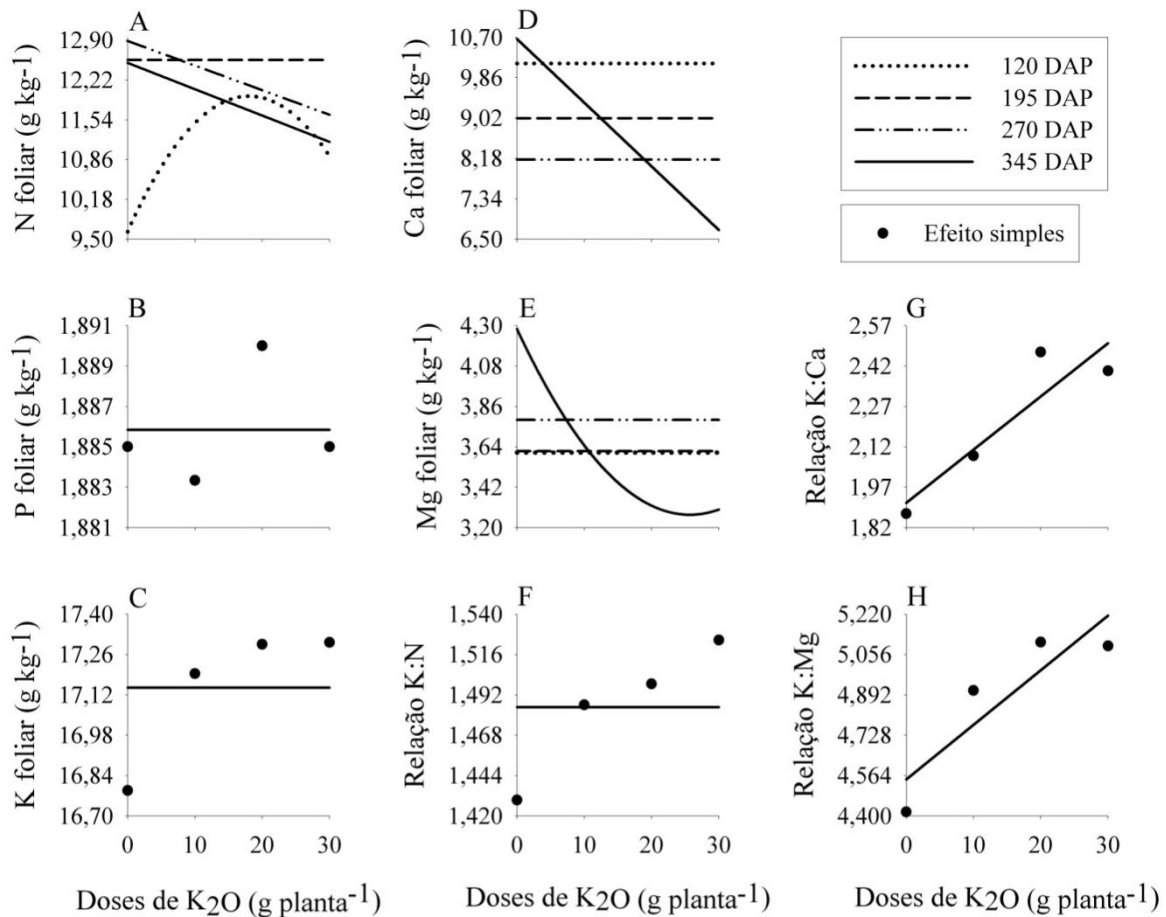
Os teores foliares de N do abacaxizeiro 'Vitória' responderam significativamente à interação K × E e ao efeito simples de L (Figura 12A e 13A). Aos 120 DAP, os teores foliares de N ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático e o teor máximo de N foi estimado em 11,94 g kg⁻¹, com a aplicação de 18,04 g planta⁻¹ de K₂O. Aos 195 DAP, a resposta para os teores foliares N às doses de K₂O aplicadas no solo foi não significativa e, aos 270 e 345 DAP, houve decréscimos lineares de 4,21 e 4,5%, respectivamente, para cada dose de fertilizante aplicada (Figura 12A).

Os resultados obtidos aos 120 DAP demonstram que inicialmente, quando a concentração de K no solo apresenta disponibilidade muito baixa (Tabela 8), a absorção de N pela planta é favorecida pela aplicação de K₂O no solo, até a dose de 18,04 g planta⁻¹ (Figura 12A). Possivelmente, o aumento nos teores foliare de N com as doses de K₂O ocorreu devido à maior produção de fotoassimilados para biossíntese de proteínas e aminoácidos, em

decorrência do papel específico do K na abertura e fechamento dos estômatos, que regula as trocas gasosas e a captura do CO_2 no processo de fotossíntese (MALEZIÉUX; BARTHOLOMEW, 2003; TAIZ; ZEIGER, 2009). À medida que as épocas de amostragem vão avançando, ocorre aumento na disponibilidade de K no solo com a segunda (165 DAP), a terceira (240 DAP) e a quarta (315 DAP) aplicação do parcelamento do adubo e, simultaneamente, uma redução na precipitação pluviométrica local. O aumento nas concentrações de K no solo, principalmente por ocasião do incremento nas doses de K_2O aplicadas e devido à baixa CTC associada ao solo da área experimental, tornam-se preponderante interferindo positivamente na incorporação do NH_3 fornecido pela uréia, havendo perdas tanto pelo processo de lixiviação da amônia quanto de volatilização da uréia. Dessa forma, os teores foliares de N passam a não significativo aos 195 DAP e linear negativo a partir dos 270 DAP (Figura 12A). O fenômeno auxilia na explicação de alguns resultados divergentes encontrados na literatura para cultura do abacaxizeiro, como as reduções lineares no N foliar em função do aumento de doses de K_2O aplicadas no solo, observadas por Spironello et al. (2004) e Teixeira et al. (2011b), as elevações verificadas por Guarçoni; Ventura (2011) e os resultados não significativos obtidos por Rodrigues (2009) e Veloso (2001).

Houve efeito simples das lâminas de irrigação sobre os teores foliares de N do abacaxizeiro ‘Vitória’ (Figura 13A). Quanto aos baixos teores foliares de N ocorridos em L5, considerando a alta mobilidade do N no perfil (COSTA et al., 1999), é possível que perdas tenham sido provocadas pela lixiviação tanto do NH_4^+ , proveniente da hidrólise da uréia, quanto do NO_3^- , proveniente da nitrificação do NH_4^+ , dado o elevado excesso de água no solo (RIBEIRO, 1996). Os baixos teores foliares de N em L3 e L4 são explicados por simples diluição, já que houve elevado crescimento das plantas nessas lâminas de irrigação (Figura 14). Em geral, os teores foliares de N estão próximos dos 12,9, 11,3-18,6 e 9,7-14,8 g kg^{-1} considerados adequado por Veloso et al. (2001), Rodrigues et al. (2009) e Ramos et al. (2011), respectivamente, e ligeiramente abaixo dos 13-15 g kg^{-1} admitido por Souza e Reinhardt (2007), para o longo do ciclo. Para o momento da indução floral, os teores estão adequados segundo Souza e Reinhardt (2007).

Figura 12 – Efeito simples das doses de K_2O aplicadas no solo (0, 10, 20 e 30 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) (K) sobre os teores de P e K e nas relações nutricionais K:N, K:Ca e K:Mg (B, C, F, G, e H) e efeito da interação $K \times$ Épocas de amostragem (E) (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio) sobre os teores foliares de N, Ca e Mg (A, D, e E) do abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. *, **, * e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.**



$$\hat{N}_{(K_2O)} = 9,627667 + 0,256767K_2O - 0,007117K_2O^2, R^2 = 0,8079^{***}, 120DAP$$

$$\hat{N}_{(K_2O)} = 12,56^{ns}, 195DAP$$

$$\hat{N}_{(K_2O)} = 12,886 - 0,042067K_2O, R^2 = 0,8540^*, 270DAP$$

$$\hat{N}_{(K_2O)} = 12,513333 - 0,045K_2O, R^2 = 0,5755^{***}, 345DAP$$

$$\hat{P}_{(K_2O)} = 1,89^{ns}$$

$$\hat{K}_{(K_2O)} = 17,14^{ns}$$

$$\hat{Ca}_{(K_2O)} = 10,16^{ns}, 120DAP$$

$$\hat{Ca}_{(K_2O)} = 9,02^{ns}, 195DAP$$

$$\hat{Ca}_{(K_2O)} = 8,16^{ns}, 270DAP$$

$$\hat{Ca}_{(K_2O)} = 10,665333 - 0,132467K_2O, R^2 = 0,8429^{***}, 345DAP$$

$$\hat{Mg}_{(K_2O)} = 3,61^{ns}, 120DAP$$

$$\hat{Mg}_{(K_2O)} = 3,62^{ns}, 195DAP$$

$$\hat{Mg}_{(K_2O)} = 3,79^{ns}, 270DAP$$

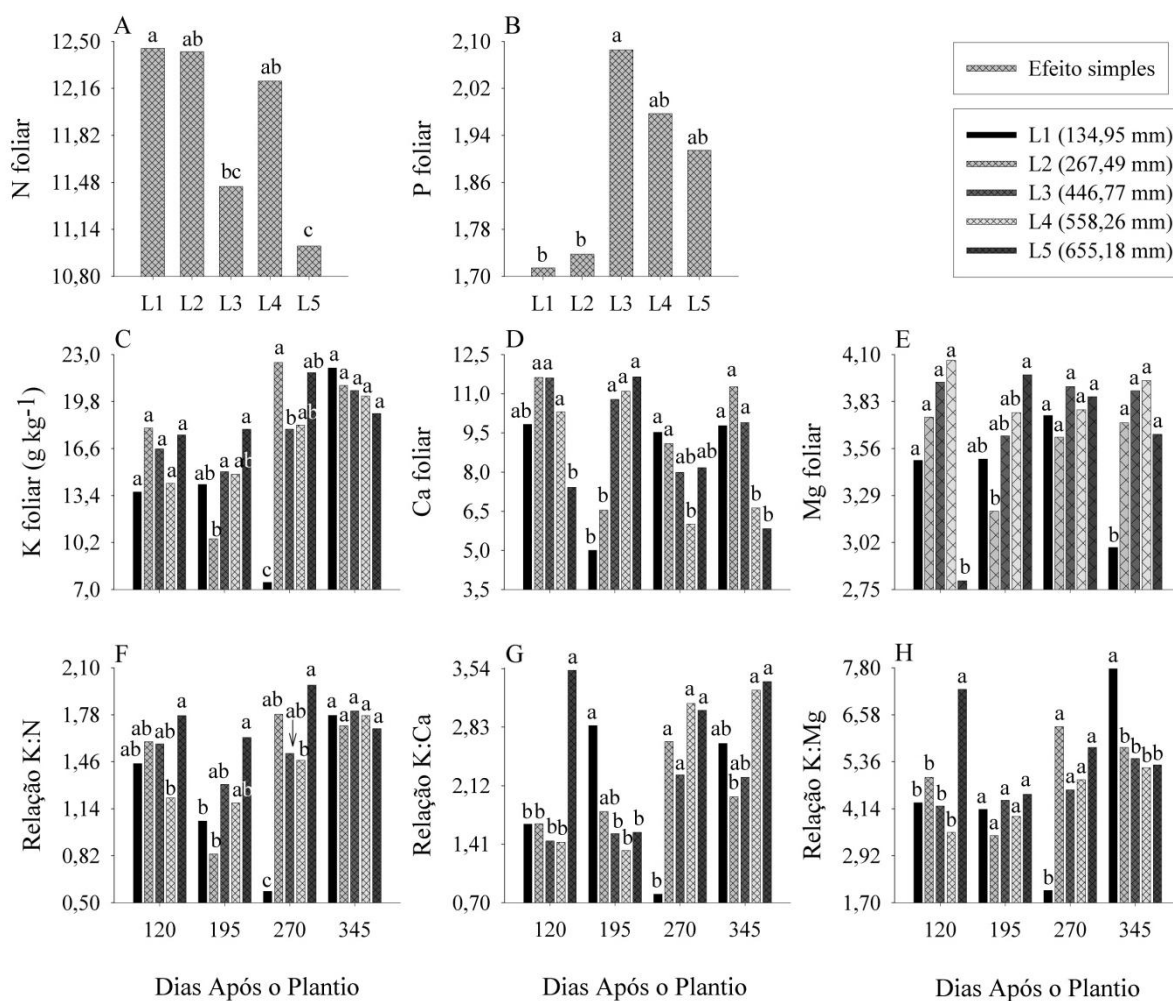
$$\hat{Mg}_{(K_2O)} = 4,282 - 0,0788K_2O + 0,001533K_2O^2, R^2 = 0,9999^*, 345DAP$$

$$\hat{K} : N_{(K_2O)} = 1,48^{ns}$$

$$\hat{K} : Ca_{(K_2O)} = 1,911134 + 0,019783K_2O, R^2 = 0,8308^{**}$$

$$\hat{K} : Mg_{(K_2O)} = 4,54796 + 0,022188K_2O, R^2 = 0,7908^{**}$$

Figura 13 – Efeito simples das lâminas de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5) (L) sobre os teores foliares de N e P (A e B) e efeito da interação L × Épocas de amostragem (E) (120, 195, 270 e 345 dias após o plantio) sobre os teores de K, Ca e Mg e nas relações nutricionais K:N, K:Ca e K:Mg (C, D, E, F, G e H) do abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado em ambiente de lavrado, Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. Mesmas letras representam médias semelhantes entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$).



Os teores foliares de P não foram afetados pelas doses de K_2O aplicadas no solo e, ou pelas épocas de avaliação. Também não houve efeito significativo nas interações $K_2O \times L$ e $L \times E$. Já, o efeito simples de L afetou significativamente os teores foliares de P (Figura 13B). O efeito não significativo das doses de K_2O sobre os teores foliares de P corroboram com os resultados publicados por Guarçoni; Ventura (2011), Paula et al. (1999), Rodrigues (2009), Spironello et al. (2004) e Veloso et al. (2001). A concentração foliar também está de acordo com os valores obtidos por esses autores e entre os $0,67-1,23 \text{ g kg}^{-1}$, considerado adequado por Ramos et al. (2011).

Quanto ao nível de água aplicado, os valores demonstram que baixos níveis de umidade no solo diminuem os teores foliares de P (Figura 13B). O teor verificado em L3

contrastou em 17,8%, o teor observado em L1. Possivelmente, devido ao aumento do fluxo difusivo de P com a elevação da umidade do solo, como demonstrado por Costa et al. (2006).

Os teores foliares de Ca e Mg foram significativamente afetados pelas interações K $\times$ E e L $\times$ E (Figuras 12D e E; e 13D e E). No desdobramento da interação K $\times$ E, os teores de Ca e Mg não responderam significativamente as doses de K₂O aplicadas no solo aos 120, 195 e 270 DAP, mas responderam negativamente ao K₂O aos 345 DAP. Aos 345 DAP, houve decréscimo linear de 13,25% nos teores foliares de Ca, em função da dose de K₂O aplicada, e redução quadrática nos teores de Mg estimada em 3,29 g kg⁻¹, com aplicação de 25,70 g planta⁻¹ de K₂O. Para esses nutrientes, Malavolta (2006) entende o fenômeno como inibição competitiva. Quanto ao processo no solo, à medida que ocorre cada parcelamento da adubação potássica, o fator concentração de K no solo torna-se preponderante, deslocando Ca²⁺ e Mg²⁺ com maior energia de adsorção. Efeito semelhante foi publicado por Paula et al. (1991), Teixeira et al. (2011b) e Veloso et al. (2001), para os teores foliares de Ca e Mg em abacaxizeiro ‘Pérola’, e por Spironello et al. (2004), para o teor de Mg, em ‘Smooth Cayenne’. Entretanto, resultados não significativos em relação à resposta de doses de K₂O sobre teores foliares de Ca no abacaxizeiro são comumente encontrados na literatura (PAULA et al., 1999; RODRIGUES, 2009; SPIRONELLO et al., 2004; VELOSO et al., 2001).

Os teores foliares de Ca estão de acordo com os valores obtidos por Veloso et al. (2001), em experimento com aplicação de 1,0 Mg ha⁻¹ de calcário. Entretanto, acima dos valores observados por Paula et al. (1999), Rodrigues (2009) e Teixeira et al. (2002), em experimento sem a prática da calagem. Veloso et al. (2001) verificam que a aplicação de 1 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, em Latossolo Amarelo do nordeste paraense, não resultou em aumentos na produtividade e reduziu o tamanho dos frutos. Dessa forma, os resultados apresentados demonstram a necessidade de estudos sobre métodos de calibração de calcário, para cultura do abacaxizeiro na savana. Quanto aos teores foliares de Mg, os valores estão próximos dos obtidos por Spironello et al. (2004) e Teixeira et al. (2002).

Embora tenha ocorrido variação significativa nos teores foliares de Ca e Mg, entre os diferentes níveis de irrigação aplicado dentro de cada época de avaliação, todas as lâminas apresentaram teores dentro da faixa adequada, conforme Paula et al., (1999), Rodrigues (2009), Spironello et al. (2004), Teixeira et al. (2002) e Veloso et al. (2001). Os resultados demonstraram maior demanda de Ca pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, na fase inicial de desenvolvimento, decrescendo na fase vegetativa e no momento da indução floral. Rodrigues (2009) obteve resultados semelhantes, com maiores valores aos 4 meses de idade e posterior decréscimo aos 8 meses e no momento da indução floral, para cultivar Pérola.

Quanto as relações K:N, K:Ca e K:Mg, o efeito foi não significativo para as interações $K \times L \times E$, $K \times L$ e $K \times E$. O efeito simples de K foi não significativo para K:N, porém, linear positivo de 1,98 e 2,21%, para K:Ca e K:Mg, respectivamente, em função das doses aplicadas (Figuras 12F, G e H). Na literatura tem sido constatado aumentos lineares na relação K:N (GUARÇONI; VENTURA, 2011; RODRIGUES, 2009; SPIRONELLO et al., 2004). Entretanto, esses resultados foram provenientes de aumento nos teores foliares de K, além de decréscimo nos teores de N (SPIRONELLO et al., 2004). Deste modo, o efeito não significativo para relação K:N no presente trabalho se deve, provavelmente, à ausência de efeito significativo dos teores foliares K em relação às doses de K_2O , discutida anteriormente. A elevação nas relações K:Ca e K:Mg com o aumento das doses de K_2O , estão de acordo com os resultados obtidos por Paula et al. (1991), Spironello et al. (2004) e Veloso et al. (2001). Já, Rodrigues (2009) verificou aumentos lineares na relação K:Mg, porém, efeito não significativo na relação K:Ca.

Quanto à resposta das diferentes lâminas de irrigação sobre as relações K:N, K:Ca e K:Mg, houve variações significativas dentro de cada época de amostragem (Figura 13F, G e H). Embora tenham ocorrido maiores valores de K:N, K:Ca e K:Mg em L5, aos 120 DAP, os resultados são pouco conclusivos. Pois, tal época foi caracterizada por estação de chuva, excesso hídrico no solo (Figura 10) e pelo período de estabelecimento da cultura. Aos 195 e 270 DAP, os valores elevados na K:N em L5 foram provenientes dos baixos teores foliares de N em relação ao K foliar. Nessas épocas de amostragem, ocorreram clima seco e déficit hídrico no solo (Figura 10). Houve baixa relação K:N em L1 e L2, aos 195 DAP, e em L1 aos 270 DAP. Esses resultados decorreram dos baixos teores foliares de K que, possivelmente, tiveram sua absorção pela planta dificultada durante os processos de difusão do potássio, em decorrência da baixa umidade do solo. Aos 345 DAP, não houve diferenças significativas na relação K:N, em função das lâminas de irrigação.

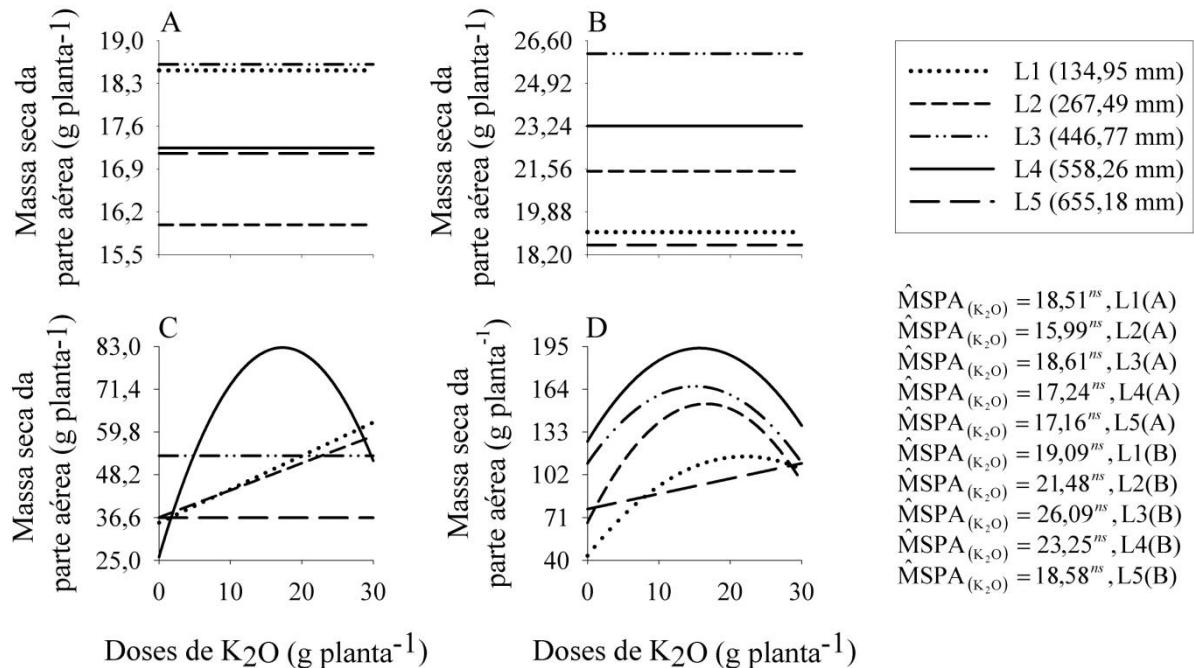
Aos 195 DAP, o valor de K:Ca em L1 foi significativamente superior às demais lâminas de irrigação. Já, aos 270 DAP, L1 apresentou o menor valor (Figura 13G). Entretanto, tal o contraste decorreu principalmente devido à variação nos teores foliares de K. Dessa forma, as condições climáticas extremas ocorridas no período correspondentem a essas épocas de amostragem, concomitante às formas de aplicação do adubo potássico e do calcário, possibilitam a compreensão do fenômeno. Na Figura 10 (A e B), é possível observar as condições climáticas aos 195 (outubro de 2011) e 270 DAP (janeiro de 2012). No mês de referência correspondente à época 195 DAP, houve precipitação pluviométrica de 86,40 mm, evapotranspiração potencial de 180,39 mm e déficit hídrico no solo de 93,11 mm. Já, no mês

correspondente à época 270 DAP, a situação tornou-se mais limitante, com os respectivos valores de 5,40, 139,10 e 133,70 mm. Assim, considerando a forma de aplicação do adubo potássico, 10 cm ao lado e 5 cm abaixo da planta, e a forma de fornecimento de cálcio, calagem em área total, se pode compreender a menor difusão do K (afastado das raízes) em relação a absorção do Ca (em contato com a raiz), com o agravamento das condições hídricas da atmosfera e do solo, já que a aplicação de água, em L1, ocorreu basicamente durante o período de estabelecimento da cultura. Aos 345 DAP, por ocasião do início das precipitações pluviométricas, os teores foliares de K se restabelecem, pouco interferindo nas relações K:Ca. Padrão semelhante foi observado para as relações K:Mg (Figura 13H), possivelmente, porque Mg é fornecido juntamente com Ca pela calagem.

Embora o equilíbrio nutricional entre os elementos K, Ca e Mg sejam de grande importância para cultura do abacaxizeiro, informações sobre as relações foliares K:N, K:Ca e K:Mg são escassas e valores de referência ainda não foram estabelecidos. Entretanto, Rodrigues (2009), trabalhando com a cultivar Pérola, admitiu valores de 2,4-3,0, para relação K:N, 3,0, para K:Ca, e 5,0, para K:Mg.

A massa seca da parte aérea (MSPA) e as extrações de N, K, Ca e Mg pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, respondeu significativamente à interação $K \times L \times E$ (Figuras 14, 15, 16, 17 e 18), enquanto, à extração de P respondeu às interações $K \times E$ e $L \times E$ (Figura 19). No desdobramento das interações observadas, não houve resposta diferencial entre as diferentes doses de K_2O e lâminas de irrigação, quanto à MSPA e a extração dos macronutrientes, aos 120 e 195 DAP (Figuras 14A e B, 15 e 16). As médias de extração nessas épocas de amostragem foram: 6,83 e 9,77 kg ha⁻¹ de N; 9,94 e 11,10 kg ha⁻¹ de K (11,97 e 13,37 kg ha⁻¹ de K_2O); 6,31 e 7,09 kg ha⁻¹ de Ca; e 2,25 e 2,81 kg ha⁻¹ de Mg (Figuras 15 e 16) e a extração de P foi 1,18 e 1,43 kg ha⁻¹ (2,70 e 3,28 kg ha⁻¹ de P_2O_5) (Figura 19), respectivamente. A ordem de extração para essas épocas foi: $K > N > Ca > Mg > P$ e as relações N:P:K:Ca:Mg foram: 1,00:0,17:1,46:0,92:0,33 e 1,00:0,15:1,14:0,73:0,29 aos 120 e 195 DAP, respectivamente. Informações sobre a extração inicial de macronutrientes pelo abacaxizeiro são escassas, porém, alguns autores concordam que os requisitos nutricionais são baixos até os 4-5 meses (MARLÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003; ALMEIDA; SOUZA, 2011).

Figura 14 – Massa seca da parte aérea do abacaxizeiro ‘Vitória’ (MSPA) aos 120 (A), 195 (B), 270 (C) e 345 dias após o plantio (D), cultivado sob diferentes doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{*}, ^{**} e ^{ns} significativo a 0,1 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Letra entre parênteses a frente das equações, representa a imagem que a equação está inserida.**



$$\begin{aligned} \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 35,205 + 0,905333K_2O, R^2 = 0,6294, L1^{***} (C) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 36,651 + 0,734433K_2O, R^2 = 0,6445^{**} L2(C) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 53,34^{ns}, L3(C) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 25,916 + 6,563933K_2O - 0,1898K_2O^2, R^2 = 0,9964^{***}, L4(C) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 36,56^{ns}, L5(C) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 43,286 + 6,537933K_2O - 0,1485K_2O^2, R^2 = 0,9614^{***}, L1(D) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 67,196333 + 10,395467K_2O - 0,3135K_2O^2, R^2 = 0,9863^{***}, L2(D) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 110,258167 + 7,415483K_2O - 0,246642K_2O^2, R^2 = 0,9424^{***}, L3(D) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 126,106167 + 8,60995K_2O - 0,274242K_2O^2, R^2 = 0,9981^{***}, L4(D) \\ \hat{MSPA}_{(K_2O)} &= 77,166333 + 1,103133K_2O, R^2 = 0,7996^{***}, L5(D) \end{aligned}$$

Aos 270 DAP, a MSPA apresentou resposta diferencial à adubação potássica, dentro de cada nível de irrigação adotado. A maior eficiência do adubo foi verificada em L4, seguido de L3, L2 e L1, sendo a menor eficiência verificada em L5 (Figura 14C). Na lâmina de irrigação de melhor desempenho, o aumento nas doses de K_2O proporcionou incremento quadrático, com máxima estimada em 82,6 g planta⁻¹ de MSPA, com a aplicação de 17,3 g planta⁻¹ de K_2O . Nesta lâmina, também ocorreram maior extração de N, K e Mg. Foram estimados 36,4 kg ha⁻¹ de N, com a dose de 17,5 g planta⁻¹; 52,9 kg ha⁻¹ de K (63,7 kg ha⁻¹ de K_2O), com 17,68 g planta⁻¹; e 11,0 kg ha⁻¹ de Mg, com 16,7 g planta⁻¹ de K_2O (Figuras 17A, B e D). A extração de P respondeu às doses de K_2O de forma independente do nível de

irrigação adotado. A extração de P apresentou aumento quadrático, com máxima estimada em $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P ($9,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5), para a dose de $22,6 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 19A). As diferentes lâminas de irrigação responderam de forma independente das doses de K_2O , havendo menor extração em L5. Em média, a extração nos demais níveis de irrigação adotados foi $3,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ($8,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5) (Figura 19B). Já, a extração de Ca, em média $13,87 \text{ kg ha}^{-1}$, não diferiu estatisticamente entre as doses e os níveis de irrigação (Figura 17C). Os valores nutricionais obtidos para máxima extração apresentou diferença ínfima, considerando a dose de $17,29 \text{ g planta}^{-1}$, para máxima produção de massa seca. Dessa forma, a extração de nutrientes no tratamento mais eficiente, aos 270 DAP, apresentou a seguinte ordem: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$, com relação N:P:K:Ca:Mg de $1,00:0,25:1,45:0,38:0,30$.

Figura 15 – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 120 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 g planta^{-1}) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{ns} não significativo pelo teste F ($P > 0,05$).

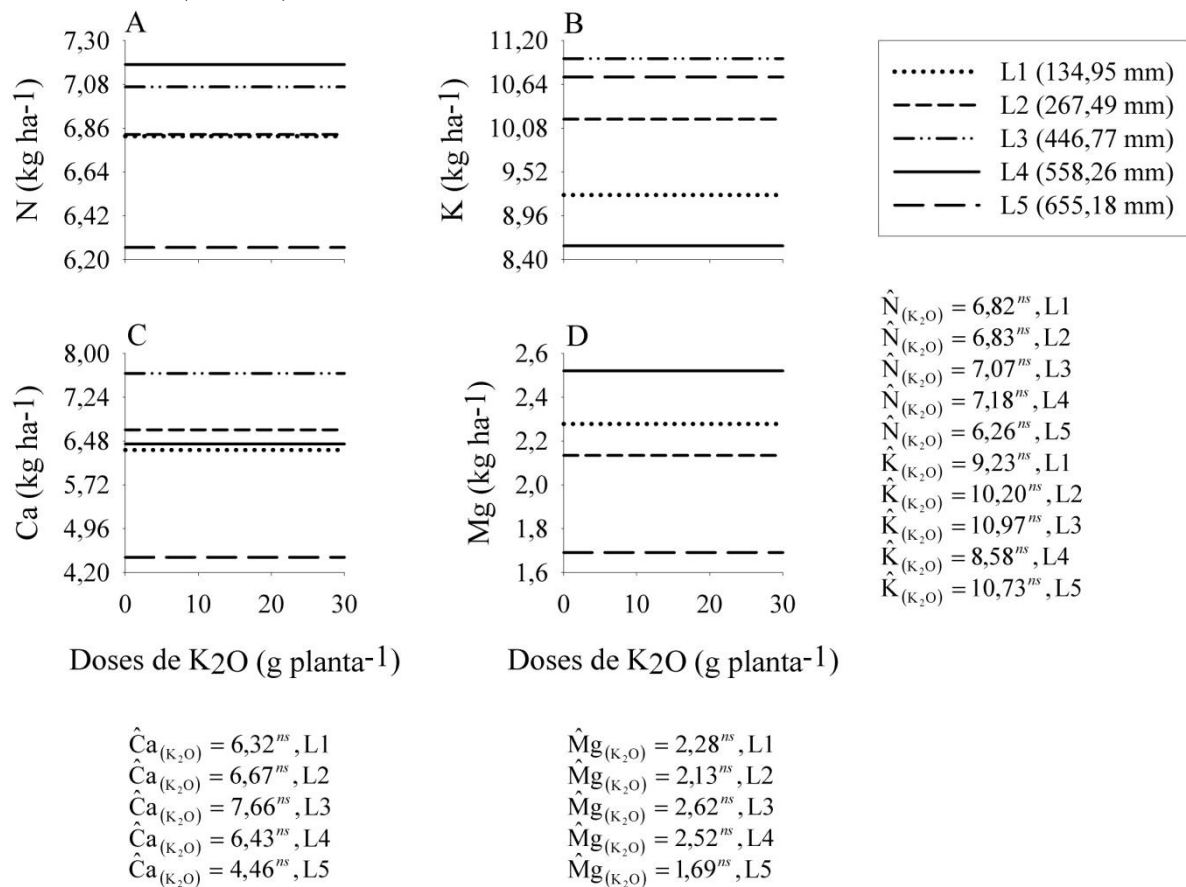
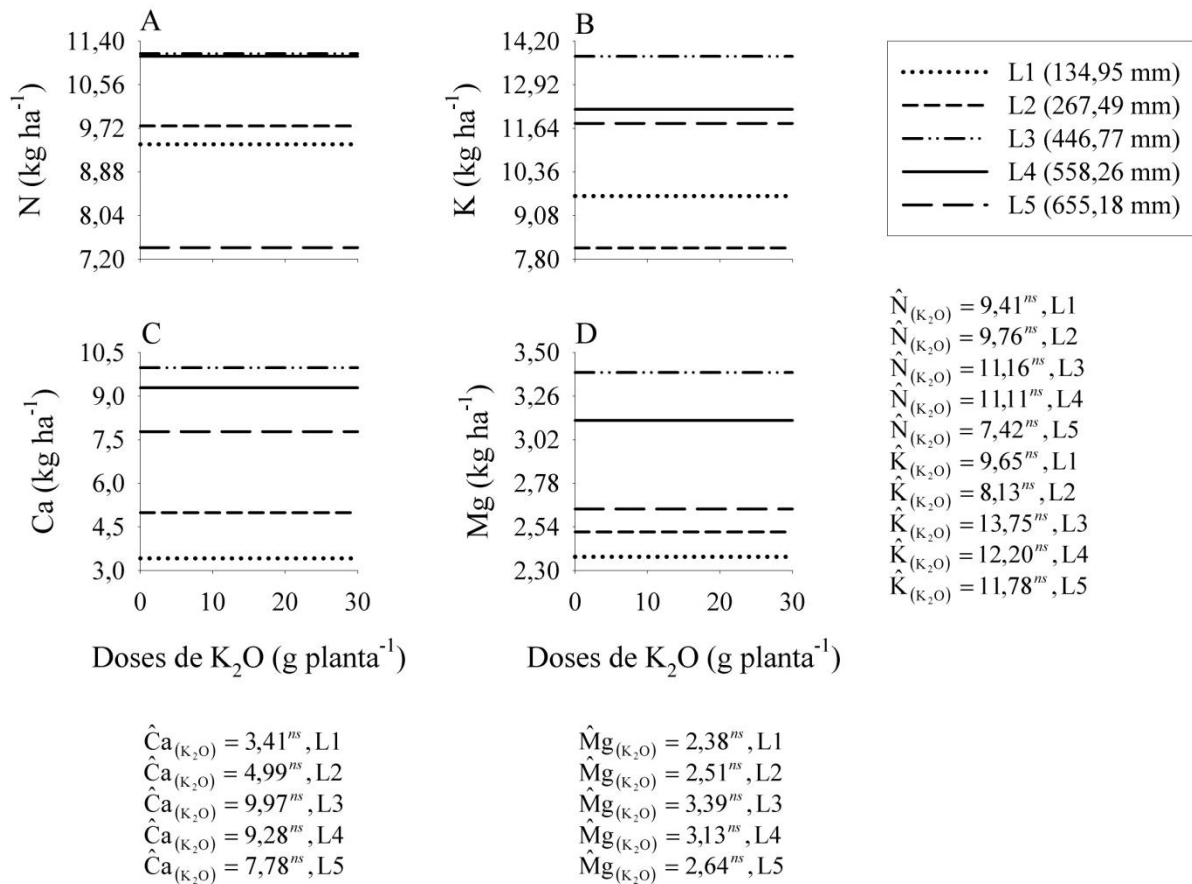


Figura 16 – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 195 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. ^{ns} não significativo pelo teste F (P>0,05).

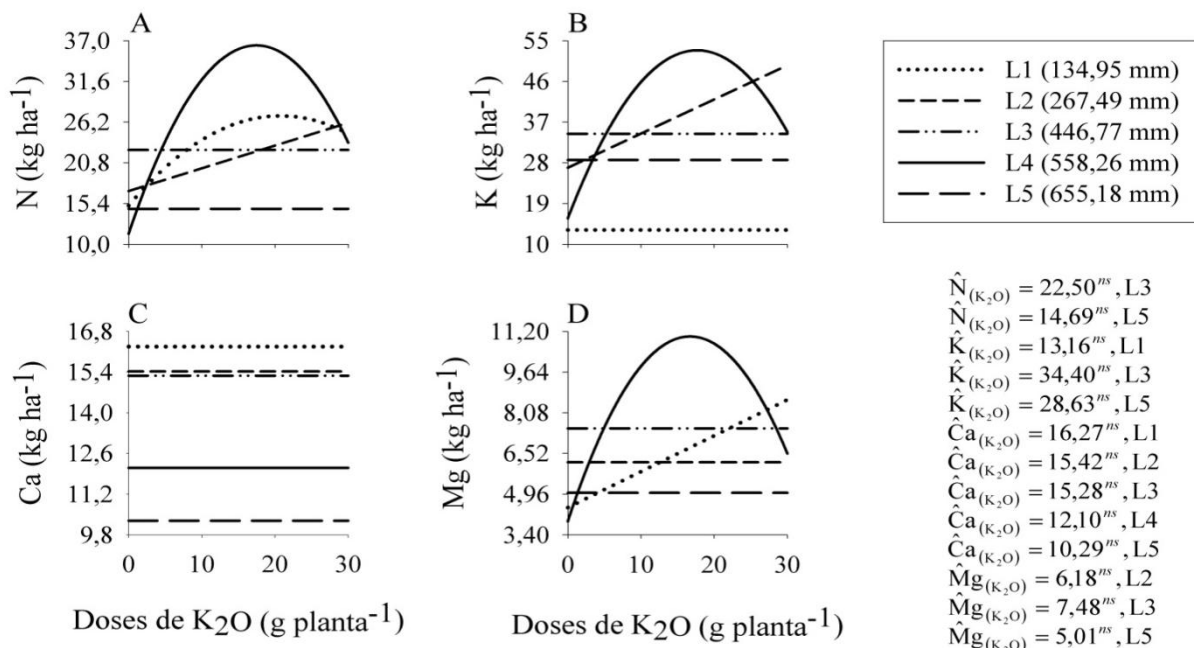


Aos 345 DAP, também foram verificadas respostas diferenciais das doses de K₂O sobre a MSPA, dentro de cada nível de irrigação aplicado (Figura 14D). A maior eficiência do adubo foi verificada em L4, seguido de L3 e L2. A menor eficiência foi observada nos níveis L1 e L5. A produção de massa seca em L4 aumentou de forma quadrática, com máxima estimada em 193,70 g planta⁻¹ de MSPA, para a dose de 15,70 g planta⁻¹ de K₂O. Nesta lâmina, a máxima extração de nutrientes foi estimada em 76,97 kg ha⁻¹ de N, com a dose 15,37 g planta⁻¹ de K₂O; 141,09 kg ha⁻¹ de K (169,95 kg ha⁻¹ de K₂O), com 16,00 g planta⁻¹; 42,58 kg ha⁻¹ de Ca, com 8,68 g planta⁻¹; e 25,70 kg ha⁻¹ de Mg, com 13,40 g planta⁻¹ (Figura 18). A extração de P respondeu as doses de K₂O e aos níveis de irrigação, de forma independente, sendo 9,48 e 11,80 kg ha⁻¹ (21,72 e 27,04 kg ha⁻¹ de P₂O₅) para dose de 17,16 g planta⁻¹ e o nível de irrigação L4, respectivamente (Figura 19). Se considerarmos a dose de máxima produção de MSPA (15,70 g planta⁻¹), os valores nutricionais pouco diferem daquele obtido pela dose de máxima absorção. Dessa forma, a ordem de extração, aos 345 DAP, foi

K>N>Ca>Mg>P, com relação N:P:K:Ca:Mg de 1,00:0,12:1,83:0,55:0,33. A ordem de absorção está de acordo com aquela apresentada por Souza e Reinhardt (2007), e a relação N:P:K apresentou valores inferiores para o K.

A literatura é ampla em informações sobre a extração de nutrientes pelo abacaxizeiro, com valores variando de 60 a 355 kg ha⁻¹ de N; 8 a 53 kg ha⁻¹ de P; 151 a 1.257 kg ha⁻¹ de K; 81 a 252 kg ha⁻¹ de Ca; e 33 a 157 kg ha⁻¹ de Mg (SOUZA; REINHARDT, 2007). Entretanto, esses valores variam com a densidade de plantas, nível de adubação adotado, irrigação, idade da planta e a cultivar utilizada. Mais recentemente, Feitosa et al. (2001), publicaram a extração de micronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, em diferentes épocas de amostragem, mas, informações referentes à extração de macronutrientes por esta cultivar, ainda não foram constatadas.

Figura 17 – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 270 após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. *, **, * e ^{ns} significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.**



$$\begin{aligned} \hat{N}_{(K_2O)} &= 15,112776 + 1,148858K_2O - 0,027698K_2O^2, R^2 = 0,6928^*, L1 \\ \hat{N}_{(K_2O)} &= 17,051627 + 0,301678K_2O, R^2 = 0,5952^{**}, L2 \\ \hat{N}_{(K_2O)} &= 11,386901 + 2,863116K_2O - 0,082006K_2O^2, R^2 = 0,9958^{***}, L4 \\ \hat{K}_{(K_2O)} &= 26,911471 + 0,75482K_2O, R^2 = 0,8297^{**}, L2 \\ \hat{K}_{(K_2O)} &= 15,684786 + 4,206468K_2O - 0,118949K_2O^2, R^2 = 0,9914^{***}, L4 \\ \hat{Mg}_{(K_2O)} &= 4,444183 + 0,137653K_2O, R^2 = 0,8324^{***}, L1 \\ \hat{Mg}_{(K_2O)} &= 3,913445 + 0,848642K_2O - 0,025394K_2O^2, R^2 = 0,9989^{***}, L4 \end{aligned}$$

Figura 18 – Extração dos nutrientes N, K, Ca e Mg (A, B, C e D) pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 345 após o plantio, cultivado sob diferentes doses de K_2O (0, 10, 20 e 30 $g\ plant^{-1}$) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. *, ** e ^{ns} significativo a 0,1 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.**

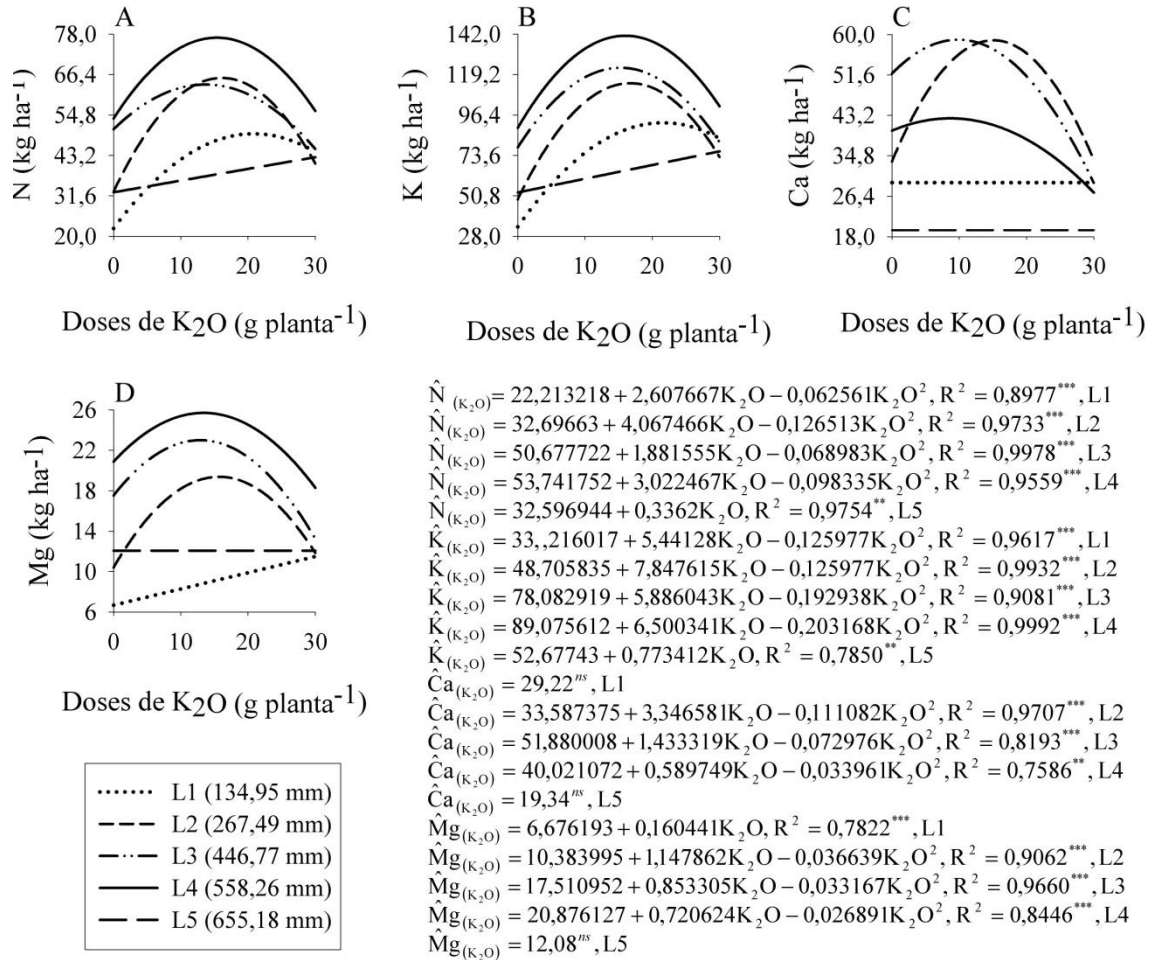
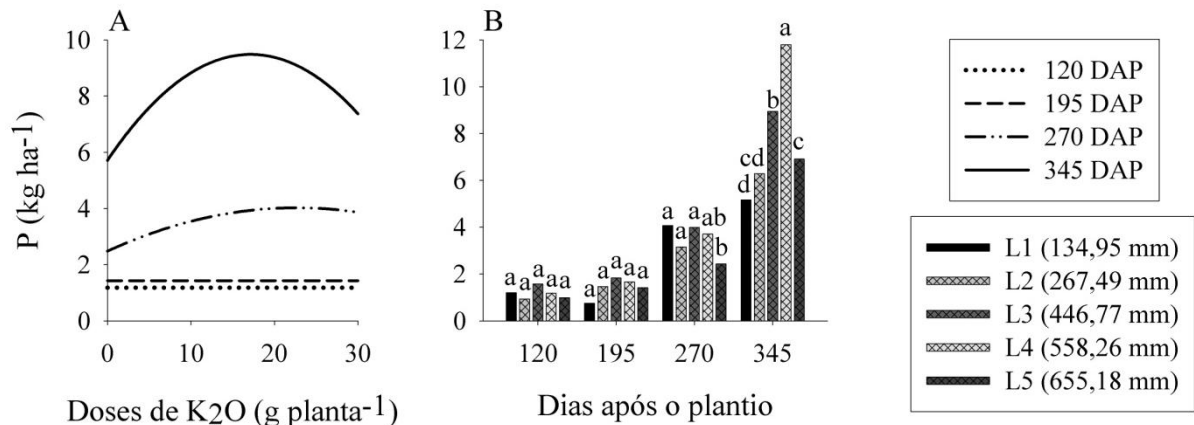


Figura 19 – Extração de P pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’, entre 120 e 345 dias após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes doses de K₂O (0, 10, 20 e 30 g planta⁻¹) e níveis de lâmina de irrigação (L1, L2, L3, L4 e L5), em ambiente de savana. Boa Vista-RR, Brasil. Abril de 2011/ março de 2012. *, * e ^{ns} significativo a 0,1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. Mesmas letras representam médias semelhantes, pelo teste de Tukey (P>0,05), quanto aos níveis de irrigação testados.**



$$\hat{P}_{(K_2O)} = 1,18^{ns}, 120DAP$$

$$\hat{P}_{(K_2O)} = 1,43^{ns}, 195DAP$$

$$\hat{P}_{(K_2O)} = 2,479527 + 0,136493K_2O - 0,003014K_2O^2, R^2 = 0,9709^*, 270DAP$$

$$\hat{P}_{(K_2O)} = 5,710565 + 0,439712K_2O - 0,012813K_2O^2, R^2 = 0,9992^{***}, 345DAP$$

CONCLUSÕES

Os teores foliares de K, P e a relação K:N não foram significativamente afetados pelas doses de K₂O aplicadas no solo, mas diferiram quanto ao nível de irrigação adotado, nas condições edafoclimáticas da savana de Roraima. Nas épocas mais críticas, em relação às condições hídricas do ar e do solo, o tratamento que representou o regime sequeiro diminuiu significativamente os teores foliares de K. Já, os teores foliares de P independeram da época de amostragem, mas também foram inferiores nas menores lâminas de irrigação.

Os teores foliares de N, Ca, Mg e as relações nutricionais K:Ca e K:Mg foram influenciados pelo incremento nas doses de K₂O no solo e níveis de irrigação adotados, respondendo de forma diferencial às diferentes épocas de amostragem.

A cultura do abacaxizeiro cultivar Vitória apresentou baixa extração inicial de nutrientes e elevada extração no momento da indução ao florescimento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O.A.; SOUZA, L.F.S. Capítulo 11: Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi. In: SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; FILHO, M.A.C. (Eds.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, p. 339-368.
- ALMEIDA, O.A.; SOUZA, L.F.S.; REINHARDT, D.H.; CALDAS, R.C. Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de tabuleiro costeiro da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.431-435, 2002.
- ARAGÓN, C.; CARVALHO, L.; GONZÁLEZ, J.; ESCALONA, M.; AMANCIO, S. The physiology of ex vitro pineapple (*Ananas comosus* L. Merr. var MD-2) as CAM or C3 is regulated by the environmental conditions. **Plant Cell Reports**, v.31, n.4, p.757–769, 2012.
- ARAÚJO, W.F.; CONCEIÇÃO, M.A.F.; VENÂNCIO, J.B. Evapotranspiração de referência diária em Boa Vista (RR) com base na temperatura do ar. **Irriga**, v.1, n.(esp.)1, p.155-169, 2012.
- ARAÚJO, W.F.; JÚNIOR, A.S. A.; MEDEIROS, R.D.; SAMPAIO, R.A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.563-567, 2001.
- AZEVEDO, P.V.; SOUZA, C.B.; SILVA, B.B.; SILVA, V.P.R. Water requirements of pineapple crop grown in a tropical environment, Brazil. **Agricultural Water Management**, v.88, n.1-3, p.201-208, 2007.
- BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; CANELAS, L.P. ; BRESSAN-SMITH, R.; OLIVARES, F.L. Growth promotion of pineapple ‘Vitória’ by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.5, p.1593-1600, 2010.
- BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; GIRO, V.B.; CANELAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro ‘Vitória’ em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p. 979-990, 2009.
- BARBOSA, R.I.; MIRANDA, I.S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H.A.M.; SOUZA, J.A.C (Eds). **Savanas de Roraima: Etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005. p.61-78.
- BARBOSA, R.I.; XAUD, H.A.M.; SOUZA, J.A.C (Eds). **Savanas de Roraima: Etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005. 202p.
- 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.185-194, 2006.
- BENEDETTI, U.G.; VALE JÚNIOR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R; MELO, V.F. & UCHÔA, S.C.P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e

de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.2, p.299-312, 2011.

BORLAND, A.M.; GRIFFITHS, H.; HARTWELL, J.; SMITH, J.A.C. Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands. **Journal of Experimental Botany**, v.60, n.10, p.2.879-2.896, 2009.

BREGONCI, I.S.; SCHMILDT, E.R.; COELHO, R.I.; REIS, E.F.; BRUM, V.J.; SANTOS, J.G. Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [*Ananás comosus* (L.) Merrill] em diferentes recipientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.705-711, 2008.

BUCHANAN, B. B. Fotossíntese: reações de carboxilação. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009, p.182-219.

BUSATO, J.G. **Química do húmus e fertilidade do solo após adição de adubos orgânicos**. Campos dos Goytacazes, 2008. 135p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

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

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-Vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CARR, M.K.V. The water relations and irrigation requirements of pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*): a review. **Experimental Agriculture**, n.48, v.4, p.488-501, 2012.

CATUNDA, P.H.A.; MARINHO, C.S.; GOMES, M.M.A.; CARVALHO, A.J.C. Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro ‘Imperial’. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.3. p.345-352, 2008.

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds). Viçosa: UFV, 1999, 359p.

CHAN, Y.K.; COPPENS d’EECKENBRUGGE, G.; SANEWSKI, G.M. Breeding and variety Improvement. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.33-55.

COELHO, R.I.; CARVALHO, A.J.C.; LOPES, J.C.; TEIXEIRA, S.P.; MARINHO, C.S. Coroa do abacaxi ‘Smooth Cayenne’ na produção de mudas do tipo rebentão. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.6, p.1.867-1.871, 2007

COPPENS d’EECKENBRUGGE, G.; LEAL, F. Morphology, anatomy and taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.13-32.

COSTA, J.P.V.; BARROS, N.F.; ALBUQUERQUE, A.W.; FILHO, G.M.; SANTOS, J.R. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.10, n.4, p.828-835, 2006.

COSTA, S.N.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; RAMOS, V.B.N. Mobilidade de nitrato em colunas de solo sob condições de escoamento não permanente. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v.3, n.2, p.190-194, 1999.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R.L.; HAWERROTH, F.J.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Das Américas para o mundo – origem domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1473-1483, 2010.

CUNHA, G.A.P; REINHARDT, D.H.R.C.; MATOS, A.P.; SOUZA, L.F.S.; SANCHES, N.F.; CABRAL, J.R.S.; ALMEIDA, O.A. **Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro**. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. (Circular Técnica, 73).

CUNHA FILHO, F.N.; TORRES, A.C.; CHARCHAR, J.M. Avaliação de substratos na produção de mudas do abacaxizeiro ornamental [*Ananás comosus* (L.) Merr. var. *bracteatus* (Lindl.) Coppens & F. Leal] em condições de casa de vegetação. **Plant Cell Culture Micropropagation**, v.4, n.2, p.70-75, 2008.

FAOSTAT. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=en> > Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

FRANCO, L.R.L. **Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob diferentes lâminas de irrigação por gotejamento**. Janaúba, MG, 2010. 60p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. IX – Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p.551-594.

FEITOSA, H.O.; AMORIM, A.V.; LACERDA, C.F.; SILVA, F.B. Crescimento e extração de micronutrientes em abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista brasileira de fruticultura**, v.33, n.(esp.)1, p.706-712, 2011.

GUARÇONI M., A.; VENTURA, J. A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi ‘Gold’ (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.4, p.1.367-1.376, 2011.

HANKS, R.J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V.P. Line source sprinkler for continous variable irrigation crop production studies. **Soil Science American Journal**, v.40, n.3, p.426-429, 1976.

HEPTON, A. Cultural system. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.109-142.

HOHRBACH, K.G.; LEAL, F.; COPPENS d’EECKENBRUGGE, G. History, distribution and world production. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.1-12.

HOHRBACH, K.G.; JOHNSON, M.W. Pest, diseases and weeds. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.203-251.

IBGE. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp> > Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

INCAPER. **‘Vitória’: nova cultivar de abacaxi resistente à fusariose**. Vitória, ES: DCM-Incaper, 2006. 4p. (DCM-Incaper. Documento, 148).

LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G.; ALMEIDA, D.L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.392-395, 2007.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; JERÔNIMO, J.F.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.474-479, 2006.

LOEILLET, D. Panorama du marché mondial de l’ananas: l’importance de l’Europe (The world pineapple market: the importance of Europe). **Acta Horticulturae** v.425, p.37-48, 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ed. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

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

MARTINEZ, P.F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 53-76. (Documentos IAC, 70).

MATOS, A.P.; SANCHES, N.F. (Ed.). **Cultura do abacaxi: sistema de produção para região de Itaberaba, Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2011. 57p. (Documentos 138).

MATOS, A.P.; REINHARDT, D. H. Pineapple in Brazil: characteristics, research and perspectives. **Acta Horticulturae**, v.822, p.25-35, 2009.

MATOS, A.P.; REINHARDT, D.H.; SANCHES, N.F.; SOUZA, L.F.S.; TEIXEIRA, F.A.; JÚNIOR, J.E.; GOMES, D.C. **Produção de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 2009. (Circular Técnica, 89).

MELO, A.S.; 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, p.93-98, 2006b.

MELO, V.F.; FRANCELINO, M. R.; UCHÔA, S.C.P.; SALAMENE, S. & SANTOS, C.S.V. Solos da área indígena Yanomami no médio rio Catrimani, Roraima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.487-496, 2010a.

MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FONTES, L.E.F.; CHAGAS, A.C.; LEMOS JÚNIOR, J.B. & ANDRADE, R.P. Caracterização física, química e mineralógica da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.6, p.1039-1050, 2006a.

MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. & UCHÔA. Indian land use in the Raposa–Serra do Sol Reserve, Roraima, Amazonia, Brazil: Physical and chemical attributes of a soil catena developed from mafic rocks under shifting cultivation. **Catena**, v.80, n.2, p.95-105, 2010b.

MORAES, A. M. de. **Técnicas de micropropagação e criopreservação para abacaxizeiro**. Areia – PB, 2007. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias.

MOREIRA, M.A.; CARVALHO, J.G.; PASCAL, M.; FRÁGUAS, C.B.; SILVA, A.B. Efeito de substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.875-879, 2006.

OLIVEIRA, A.S.; COELHO, E.F.; FACCIOLI, G.G. **Manejo da irrigação na produção de fruteiras**. Brasília, DF: LK, 2006. 136p.

PAULL, R.E.; DUARTE, O. **Tropical fruits**. 2 ed. London, UK: CAB, 2003, (Crop production science in horticulture series, n.20).

PAULA, M.B.; CARVALHO, V.D.; NOGUEIRA, F.D.; SOUZA, L.F.S. Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.9, p.1.337-1.343, 1991.

PAULA, M.B.; HOLANDA, F.S.R.; MESQUITA, H.A.; CARVALHO, V.D. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.7, p.1.217-1.222, 1999.

RADANBRASIL. **FOLHA NA.20 BOA VISTA E PARTE DAS FOLHAS NA.21 TUMUCUMAC, NB.20 RORAIMA E NB21**. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Levantamento dos Recursos Naturais. Rio de Janeiro, 1975. v.8.

RAMOS, M.J.M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de Boro em abacaxizeiro cultivar Imperial**. Campos dos Goytacazes – RJ, 2006. 95f. Tese (Doutorado Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias.

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

REINHARDT, D.H.R.C. **Técnicas de produção e pós-colheita do abacaxi**. Fortaleza: FRUTAL/SINDIFRUTA, 2002. 72p.

REINHARDT, D.H.R.C; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S.; SANCHES, N.F.; MATOS, A.P. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, v.57, n.1, p.43-53, 2002.

RIBEIRO, A.C. Como evitar a perda do nitrogênio de adubos por volatilização. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.43-46, 1996.

RODRIGUES, A.A. **Nutrição mineral, produção, qualidade e análise econômica do abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N**. Areia – PB, 167f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, 2009.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiro ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.126-134, 2010.

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

SAN JOSÉ, J.; MONTES, R.; NIKONOVA, N. Seasonal patterns of carbon dioxide, water vapour and energy fluxes in pineapple. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.147, n.1-2, p.16-34, 2007.

SANTOS, R.R.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SANTOS, M.R.A.; TIMBÓ, A.L.O.; CARVALHO, A.C.P.P.; MORAIS, J.P.S. Estudo de adubos e substratos orgânicos no desenvolvimento de mudas micropropagadas de helicônia. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p.273-278, 2006.

SANTOS, P.C.; FREITAS, S.J.; FREITAS, M.S.M.; SOUSA, L.B.; CARVALHO, A.J.C. Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.954-961, 2011.

SCHAEFER, C.E.G.R.; RESENDE, S.B. de; CORRÊA, G.F. & LANI, J.L. Características químicas e pedogênese de solos afetados por sódio do noroeste de Roraima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.431-438, 1993.

SILVA, C.A.; SILVA, C.J. Irrigação na cultura do abacaxizeiro. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.5, n.9, 2006. Disponível em: <[http://www.revista.inf.br/agro09/notas/NOTA02%20\(2\).pdf](http://www.revista.inf.br/agro09/notas/NOTA02%20(2).pdf)> Acesso em: 06/01/2013.

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

SOUZA JÚNIOR, E.E.; BARBOZA, S.B.S.C.; SOUZA, L.A.C. Efeitos de substratos e recipientes na aclimação de plântulas de abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) Merrill] cv. Pérola. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.2, p.147-151, 2001.

SOUZA, L.F.S.; REINHARDT, D.H. 10. Pineapple. In: CRISÓTOMO, L.A.; NAUMOV, A. (eds.). **Fertilizing for high yield and quality tropical fruits of Brazil**. Horgen/Switzerland: International Potash Institute, 2007, p.179-201. (IPI Bulletin No. 18).

SMITH, M.K.; KO, H.-L.; HAMILL, S.D.; SANEWSKI, G.M.; GRAHAM, M.W. Biotechnology. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (eds.). **The pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.57-68.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.155-159, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009, p.182-219.

TEIXEIRA, J. B.; CRUZ, A. R. R.; FERREIRA, F. R.; CABRAL, J. R. Biotecnologia aplicada à produção de mudas: produção de mudas micropropagadas de abacaxi. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.3, n.19, p.42-47, 2001.

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; MELLIS, E.V. Potassium fertilization for pineapple: effects on plant growth and fruit yield. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.618-626, 2011a.

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; MELLIS, E.V. Potassium fertilization for pineapple: effects on soil chemical properties and plant nutrition. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.627-636, 2011b.

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

VALE JÚNIOR, J.F. **Pedogênese e alterações dos solos sob manejo itinerante, em áreas de rochas vulcânicas ácidas e básicas, no nordeste de Roraima**. Viçosa, MG, 2000. 185p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.

VALE JÚNIOR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Solos sob savanas de Roraima: gênese, classificação e relações ambientais**. Boa Vista, RR: Gráfica Ioris, 2010. 219p.

VALE JÚNIOR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. ; COSTA, J.A.V. Etnopedologia e transferência de conhecimento: diálogos entre os saberes indígena e técnico na terra indígena Malacacheta, Roraima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.2, p.403-412, 2007.

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**, v.23, n.2, p.396-402, 2001.

VILELA, L.; SOUSA, D.M.G.; SILVA, J.E. Adubação potássica. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ed. Brasília: Embrapa, 2004. p.169-183.

ZHU, J. **Physiological responses fo pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) to CO₂ enrichment, temperatures and water deficit**. Ann Arbor – MI (USA), 1996. 138p. Doctor of Phylosophy (Agronomy and Soil Science) – University of Hawaii.

APÊNDICES

Apêndice A – Análises de variâncias geral e desdobramento do fator substrato × cultivar, para o experimento “Desempenho de cultivares micropropagadas de abacaxizeiro em substratos de natureza orgânica”.

FV ¹	GL	NF	AP	DC	MFPA	MSPA	AF	DR	RPA	N	P	K	Ca	Mg
----- Pr>Fc ³ -----														
Bloco	3	0,0497	0,0029	0,4307	0,0000	0,0000	0,0000	0,0312	0,0201	0,0436	0,0000	0,4774	0,0003	0,0037
Substrato	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cultivar	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Substrato × Cultivar	8	0,0000	0,0000	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de substrato dentro de cada cultivar -----														
Substrato/Pérola	4	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Substrato/Vitória	4	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Substrato/Imperial	4	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de cultivar dentro de cada substrato -----														
Cultivar/SP	2	0,7588	0,4524	0,0676	0,8823	0,8223	0,9369	0,0017	0,0000	0,9924	0,9469	0,9658	0,9949	0,9951
Cultivar/SP+E	2	0,0000	0,0000	0,3109	0,0000	0,0004	0,0002	0,0000	0,2103	0,9517	0,0269	0,0000	0,1637	0,0038
Cultivar/SP+C	2	0,0013	0,0104	0,0000	0,8534	0,5445	0,0506	0,6292	0,0015	0,9820	0,7958	0,7390	0,9862	0,9710
Cultivar/SP+E+C	2	0,0000	0,0000	0,0157	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8443	0,0000	0,0000	0,0000	0,0956	0,0000
Cultivar/ORG	2	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3788	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QMR²	-	1,4359	4,8342	0,9331	83,2046	1,5721	11.154,82	0,2661	0,0262	353,8956	30,6421	277,13	4.235,94	133,4988
CV(%)	-	5,76	6,46	6,18	7,48	8,73	8,94	18,08	31,77	13,47	11,43	18,90	52,73	21,96
Média	-	20,79	34,04	15,62	121,98	14,37	1.181,71	2,85	0,51	139,70	48,44	88,07	123,43	52,61

¹FV: fonte da variação; GL: número de graus de liberdade; NF: número de folhas; AP: altura de planta (cm); DC: diâmetro do caule (mm); MFPA: massa seca da parte aérea (g planta⁻¹); MSPA: massa seca da parte aérea (g planta⁻¹); AF: área foliar (cm²); DR: densidade de raiz (g dm⁻³); RPA: relação raiz parte aérea⁻¹; N, P, K, Ca e Mg: conteúdos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na planta (g planta⁻¹), respectivamente. ²QMR: quadrado médio do resíduo; CV: coeficiente de variação. ³Pr: probabilidade; Fc: estatística F calculada.

Apêndice B – Análises de variâncias geral e desdobramento dos fatores Doses de K₂O × Lâminas de irrigação × Épocas de amostragem, para o experimento “Desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’ sob adubação potássica e irrigação por aspersão em linha, em ambiente Lavrado, Roraima”.

FV ¹	GL	NF	AP	DC	AF	MF	MS	MSR
					Pr>Fc ³			
Bloco	2	0,1387	0,0812	0,0500	0,0000	0,0069	0,0004	0,0001
Doses de K₂O (K)	3	0,0407	0,0133	0,0324	0,0001	0,0001	0,0001	0,0021
Resíduo a	6	-	-	-	-	-	-	-
Lâminas de irrigação (L)	4	0,0007	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0393
K × L	12	0,2614	0,5823	0,5498	0,0000	0,0000	0,0004	0,0934
Resíduo b	32	-	-	-	-	-	-	-
Época de amostragem (E)	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × E	9	0,0002	0,0097	0,0048	0,0000	0,0000	0,0000	0,0069
L × E	12	0,0080	0,0035	0,1189	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × L × E	36	0,2597	0,8915	0,4786	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000
Resíduo c	120	-	-	-	-	-	-	-
Total	239	-	-	-	-	-	-	-
---- Análise do desdobramento de K dentro de cada época de amostragem ----								
K/120DAP	3	0,6267	0,0559	0,9768	-	-	-	0,0607
K/195DAP	3	0,2844	0,2383	0,7607	-	-	-	0,4609
K/270DAP	3	0,0020	0,0165	0,0001	-	-	-	0,0000
K/345DAP	3	0,0000	0,0000	0,0000	-	-	-	0,0000
Resíduo	120	-	-	-	-	-	-	-
---- Análise do desdobramento de lâmina dentro de cada época de amostragem ----								
L/120DAP	4	0,6729	0,0661	0,9433	-	-	-	0,0000
L/195DAP	4	0,5073	0,0000	0,4599	-	-	-	0,2849
L/270DAP	4	0,0036	0,0000	0,0021	-	-	-	0,6063
L/345DAP	4	0,0000	0,0000	0,0001	-	-	-	0,0000
Resíduo	120	-	-	-	-	-	-	-
-- Análise do desdobramento de K dentro de cada lâmina de irrigação × época de amostragem --								
K/L1 × 120DAP	3	-	-	-	0,7466	0,6551	0,5803	-
K/L1 × 195DAP	3	-	-	-	0,9272	0,8767	0,9235	-
K/L1 × 270DAP	3	-	-	-	0,0001	0,0000	0,0000	-
K/L1 × 345DAP	3	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-
K/L2 × 120DAP	3	-	-	-	0,9914	0,9475	0,9896	-
K/L2 × 195DAP	3	-	-	-	0,9464	0,8539	0,9158	-
K/L2 × 270DAP	3	-	-	-	0,0077	0,0003	0,0018	-
K/L2 × 345DAP	3	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-
K/L3 × 120DAP	3	-	-	-	0,8476	0,4647	0,7039	-
K/L3 × 195DAP	3	-	-	-	0,4615	0,2742	0,4428	-
K/L3 × 270DAP	3	-	-	-	0,0501	0,0002	0,1025	-
K/L3 × 345DAP	3	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-
K/L4 × 120DAP	3	-	-	-	0,9902	0,9746	0,9498	-
K/L4 × 195DAP	3	-	-	-	0,3638	0,0573	0,4345	-
K/L4 × 270DAP	3	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-
K/L4 × 345DAP	3	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-
K/L5 × 120DAP	3	-	-	-	0,9463	0,9410	0,9090	-
K/L5 × 195DAP	3	-	-	-	0,8826	0,8788	0,8796	-
K/L5 × 270DAP	3	-	-	-	0,4948	0,4539	0,5869	-
K/L5 × 345DAP	3	-	-	-	0,0001	0,0000	0,0000	-
Resíduo	120	-	-	-	-	-	-	-
QMRa²	-	56,7625	48,6552	22,9736	387,291,7664	5,975,8470	71,3092	1,0883
QMRb	-	23,3771	67,2964	12,9448	122,245,2980	2,209,3352	75,5851	2,4129
QMRc	-	26,9000	49,9940	10,6694	536,828,6739	2,985,1379	73,0772	1,1952
CV(%) parcela	-	25,29	13,78	18,20	19,07	20,05	17,26	20,31
CV(%) subparcela	-	16,23	16,20	13,66	10,72	12,29	17,77	30,24
CV(%) sub-subparcela	-	17,41	13,97	12,40	22,46	14,17	17,48	31,28
Média	-	29,80	50,63	26,34	3262,58	385,56	48,91	5,14

¹FV: fonte da variação; GL: número de graus de liberdade; NF: número de folhas; AP: altura de planta (cm); DC: diâmetro do caule (mm); AF: área foliar (cm²); MF: massa seca das folhas (g planta⁻¹); MS: massa seca das folhas (g planta⁻¹); MSR: massa seca de raiz (g planta⁻¹). ²QMR: quadrado médio do resíduo; CV: coeficiente de variação. ³Pr: probabilidade; Fc: estatística F calculada.

Apêndice C – Análises de variâncias gerais e desdobramento dos teores foliares de K, N, P, Ca e Mg e das relações foliares K:N, K:Ca e K:Mg, para o experimento “Teores de macronutriente na planta e extração pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ sob adubação potássica e lâminas de irrigação”.

FV¹	GL	K	N	P	Ca	Mg	K:N	K:Ca	K:Mg
----- Pr>Fc³ -----									
Bloco	2	0,0001	0,0645	0,0000	0,5155	0,3509	0,0008	0,0242	0,0009
Doses de K₂O (K)	3	0,1709	0,0361	0,8432	0,0871	0,0650	0,1034	0,0297	0,0156
Resíduo a	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Lâminas de irrigação (L)	4	0,0000	0,0003	0,0067	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0002
K × L	12	1,0000	0,1363	1,0000	0,6156	0,8662	0,8419	0,4118	0,8079
Resíduo b	32	-	-	-	-	-	-	-	-
Época de amostragem (E)	3	0,0000	0,0000	0,1020	0,0001	0,2892	0,0000	0,0001	0,0000
K × E	9	1,0000	0,0002	1,0000	0,0050	0,0041	0,4503	0,5500	0,5301
L × E	12	0,0000	0,1693	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × L × E	36	1,0000	0,3130	1,0000	0,8898	0,9679	0,9959	0,9964	0,9987
Resíduo c	120	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	239	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de K dentro de cada época de amostragem -----									
K/120DAP	3	-	0,0002	-	0,6631	0,9892	-	-	-
K/195DAP	3	-	0,3121	-	0,5725	0,7108	-	-	-
K/270DAP	3	-	0,1246	-	0,2377	0,0555	-	-	-
K/345DAP	3	-	0,0223	-	0,0000	0,0000	-	-	-
Resíduo	120	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de lâmina dentro de cada época de amostragem -----									
L/120DAP	4	0,0264	-	0,0000	0,0001	0,0000	0,0316	0,0000	0,0000
L/195DAP	4	0,0006	-	0,0000	0,0000	0,0181	0,0004	0,0095	0,5475
L/270DAP	4	0,0000	-	0,0101	0,0054	0,7753	0,0000	0,0000	0,0000
L/345DAP	4	0,4416	-	0,0027	0,0000	0,0006	0,9554	0,0066	0,0008
Resíduo	120	-	-	-	-	-	-	-	-
QMRa²	-	1,4981	0,6012	0,0018	5,2881	0,3144	0,0299	0,7723	0,7671
QMRb	-	15,1080	2,8084	0,2795	3,2890	0,2903	0,1455	0,6400	1,6818
QMRc	-	16,1435	2,6591	0,1769	5,7295	0,3336	0,1889	1,2360	2,7108
CV(%) parcela	-	7,1400	6,51	2,27	25,54	15,31	11,65	39,80	17,94
CV(%) subparcela	-	22,67	14,07	28,04	20,15	14,71	25,69	36,24	26,57
CV(%) sub-subparcela	-	23,44	13,69	22,30	26,59	15,77	29,28	50,35	33,73
Média	-	17,14	11,91	1,89	9,00	3,66	1,48	2,71	4,88

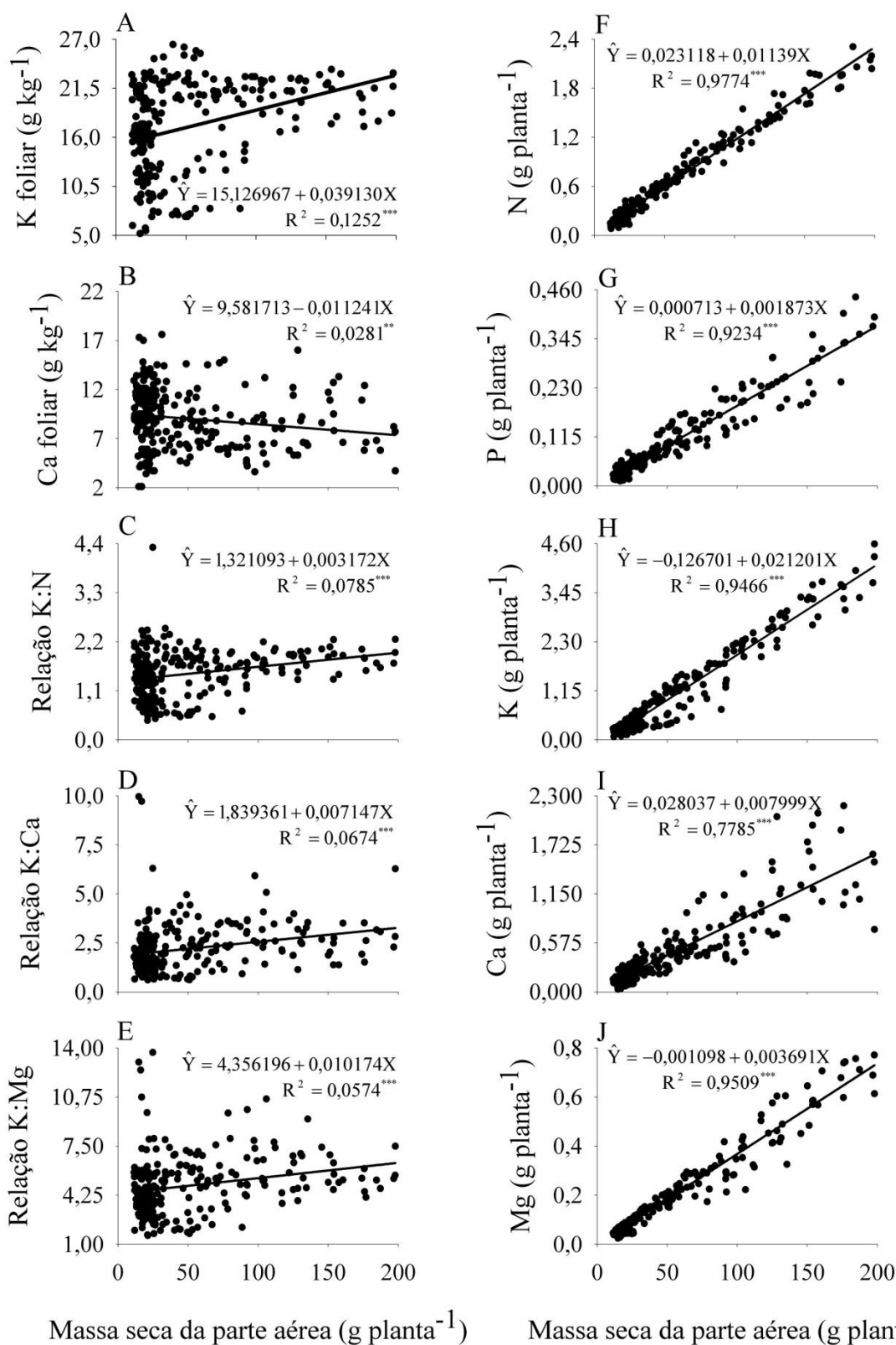
¹FV: fonte da variação; GL: número de graus de liberdade; K, N, P, Ca, Mg, K:N, K:Ca e K:Mg: teores foliares de potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (g kg⁻¹), respectivamente e relações nutricionais. ²QMR: quadrado médio do resíduo; CV: coeficiente de variação. ³Pr: probabilidade; Fc: estatística F calculada.

Apêndice D – Análises de variâncias gerais e desdobramento da extração dos nutrientes K, N, P, Ca e Mg, para o experimento “Teores de macronutriente na planta e extração pela cultura do abacaxizeiro ‘Vitória’ sob adubação potássica e lâminas de irrigação”.

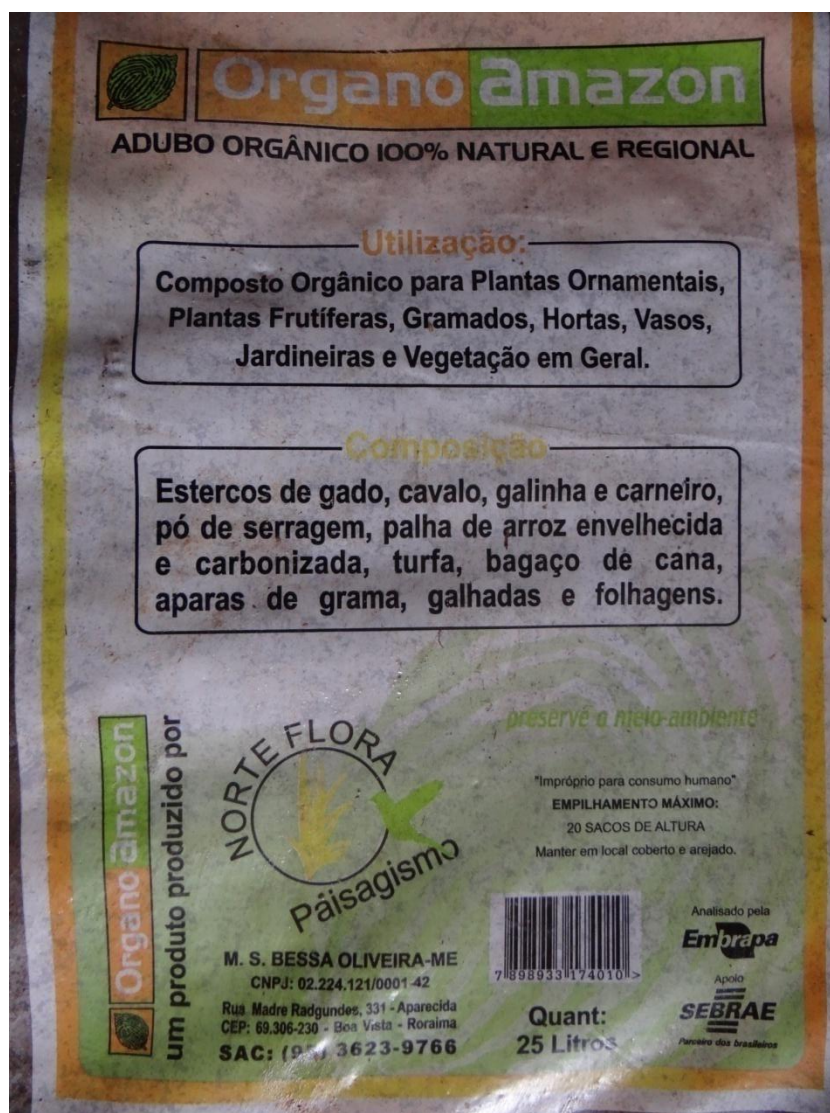
FV ¹	GL	N	P	K	Ca	Mg
				Pr>Fc ³		
Bloco	2	0,0007	0,0036	0,0065	0,0014	0,0060
Doses de K ₂ O (K)	3	0,0003	0,0002	0,0001	0,0198	0,0153
Resíduo a	6	-	-	-	-	-
Lâminas de irrigação (L)	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × L	12	0,0015	0,1398	0,0108	0,1556	0,0003
Resíduo b	32	-	-	-	-	-
Época de amostragem (E)	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × E	9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
L × E	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K × L × E	36	0,0000	0,0886	0,0471	0,0064	0,0000
Resíduo c	120	-	-	-	-	-
Total	239	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de K dentro de cada época de amostragem -----						
K/120DAP	3	-	0,9621	-	-	-
K/195DAP	3	-	0,9501	-	-	-
K/270DAP	3	-	0,0001	-	-	-
K/345DAP	3	-	0,0000	-	-	-
Resíduo	120	-	-	-	-	-
----- Análise do desdobramento de lâmina dentro de cada de época de amostragem -----						
L/120DAP	4	-	0,5548	-	-	-
L/195DAP	4	-	0,0908	-	-	-
L/270DAP	4	-	0,0003	-	-	-
L/345DAP	4	-	0,0000	-	-	-
Resíduo	120	-	-	-	-	-
--- Análise do desdobramento de K dentro de cada lâmina de irrigação × época de amostragem ---						
K/L1 × 120DAP	3	0,5731	-	0,9325	0,9874	0,905
K/L1 × 195DAP	3	0,9189	-	0,9881	0,9988	0,966
K/L1 × 270DAP	3	0,0004	-	0,7215	0,1540	0,004
K/L1 × 345DAP	3	0,0000	-	0,0000	0,0715	0,000
K/L2 × 120DAP	3	0,6473	-	0,9979	0,9491	0,972
K/L2 × 195DAP	3	0,8831	-	0,9984	0,9811	0,933
K/L2 × 270DAP	3	0,0066	-	0,0290	0,2627	0,031
K/L2 × 345DAP	3	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,000
K/L3 × 120DAP	3	0,7228	-	0,9605	0,9667	0,803
K/L3 × 195DAP	3	0,2094	-	0,9332	0,6676	0,444
K/L3 × 270DAP	3	0,4064	-	0,6191	0,6981	0,098
K/L3 × 345DAP	3	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,000
K/L4 × 120DAP	3	0,9976	-	0,9955	0,9590	0,931
K/L4 × 195DAP	3	0,4021	-	0,8968	0,6055	0,621
K/L4 × 270DAP	3	0,0000	-	0,0002	0,1689	0,000
K/L4 × 345DAP	3	0,0000	-	0,0000	0,0037	0,000
K/L5 × 120DAP	3	0,9511	-	0,9875	0,9661	0,981
K/L5 × 195DAP	3	0,9932	-	0,9742	0,9507	0,959
K/L5 × 270DAP	3	0,3997	-	0,7387	0,9676	0,556
K/L5 × 345DAP	3	0,0247	-	0,0188	0,8676	0,347
Resíduo	120	-	-	-	-	-
QMRa ²	-	17,9765	0,4828	52,2871	21,8837	5,2109
QMRb	-	22,2910	1,1191	67,9861	33,4641	1,6473
QMRc	-	17,9443	0,9951	110,6807	38,5575	2,4857
CV(%) parcela	-	19,45	19,99	20,95	29,74	33,78
CV(%) subparcela	-	21,66	30,44	23,89	36,77	18,99
CV(%) sub-subparcela	-	19,43	28,70	30,48	39,47	23,33
Média	-	21,80	3,48	34,52	15,73	6,76

¹FV: fonte da variação; GL: número de graus de liberdade; N, P, K, Ca e Mg: extração dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (kg ha⁻¹), respectivamente. ²QMR: quadrado médio do resíduo; CV: coeficiente de variação. ³Pr: probabilidade; Fc: estatística F calculada.

Apêndice E – Correlação linear entre produção de massa seca e teores foliares de K e Ca (g kg⁻¹) (A e B), relações nutricionais K:N, K:Ca e K:Mg (C, D e E) e conteúdo de N, P, K, Ca e Mg (F, G, H, I e J), em abacaxizeiro ‘Vitória’, cultivado em ambiente de savana. * e ** significativo a 0,1 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Boa Vista-RR, Brasil, Abril de 2011/ março de 2012.**



Apêndice F – Embalagem com as especificações técnicas do substrato Organoamazon[®] utilizado no experimento “Desempenho de cultivares micropropagadas de abacaxizeiro em substratos de natureza orgânica”.



Apêndice G – Imagem da área experimental, com abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 219 dias após o plantio, em ambiente savânico, Boa Vista-RR, Brasil. Novembro de 2011.



Apêndice H – Funcionamento do sistema de irrigação por aspersão convencional, em única linha, sobre o abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 345 dias após o plantio, em ambiente savânico, Boa Vista-RR, Brasil. Novembro de 2011.



Apêndice I – Detalhe dos tensiômetros e pluviômetros instalados na área experimental, para o monitoramento da umidade do solo e do volume de água aplicado, respectivamente.



Apêndice J – Detalhe da iniciação floral do abacaxizeiro ‘Vitória’, Boa Vista-RR, Brasil, abril de 2012.



Apêndice K – Detalhe da inflorescência do abacaxizeiro ‘Vitória’, Boa Vista-RR, Brasil, maio de 2012.



Apêndice L – Planta adulta do abacaxizeiro ‘Vitória’ aos 530 dias após o plantio.



Apêndice M – Moinho do tipo Willey utilizado no preparo das amostras de plantas (à esquerda) e amostras prontas para serem encaminhadas ao laboratório (à direita). Boa Vista-RR, Brasil.

