



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA - PB



ACLIMATIZAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO
(*Ananas comosus* L. var. *comosus*) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS
ORGÂNICOS E COMERCIAL

VANDEILSON LEMOS ARAUJO

AREIA-PB

2013

VANDEILSON LEMOS ARAUJO

ACLIMATIZAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO
(*Ananas comosus* L. var. *comosus*) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS
ORGÂNICOS E COMERCIAL

AREIA-PB

2013

VANDEILSON LEMOS ARAUJO

ACLIMATIZAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO
(*Ananas comosus* L. var. *comosus*) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS
ORGÂNICOS E COMERCIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento à parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Agricultura Tropical.

Orientadora: Prof^ª. Dr. Rejane Maria Nunes Mendonça

AREIA-PB

2013

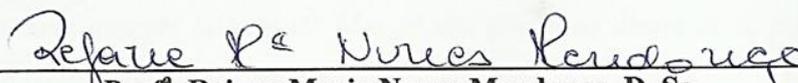
VANDEILSON LEMOS ARAUJO

ACLIMATIZAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO
(*Ananas comosus* L. var. *comosus*) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS
ORGÂNICOS E COMERCIAL

Aprovada em 30 / 09 /2013

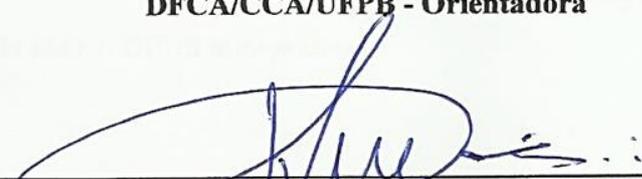
Banca Examinadora

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento à parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Agricultura Tropical.



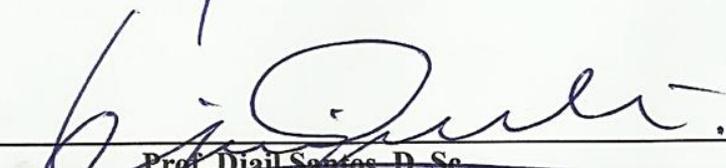
Prof.^a. Rejane Maria Nunes Mendonça, D. Sc.

DFCA/CCA/UEPB - Orientadora



Prof. Thiago Jardelino Dias, D. Sc.

DAP/CCHSA/UEPB - Examinador



Prof. Djail Santos, D. Sc.

DSE/CCA/UEPB - Examinador



Prof. Walter Esfrain Pereira, D. Sc.

DCFS/CCA/UEPB - Examinador

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

A663a Araujo, Vandeilson Lemos.

Aclimatização e aclimação de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial em substratos orgânicos e comercial / Vandeilson Lemos Araújo. - Areia: UFPB/CCA, 2013.
117f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

Bibliografia.

Orientadora: Rejane Maria Nunes Mendonça.

1. Abacaxizeiro – Composto orgânico 2. Abacaxizeiro – Produção de mudas 3. Abacaxi – Micropopagação 4. *Ananas comosus* L. Mendonça, Rejane Maria Nunes (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.774(043.3)

As perfeições de Deus

Que és, portanto, ó meu Deus? Que és, repito, senão o Senhor Deus? Ó Deus sumo, excelente, poderosíssimo, onipotentíssimo, misericordiosíssimo e justíssimo.

Tão oculto e tão presente, formosíssimo e fortíssimo, estável e incompreensível; imutável, mudando todas as coisas; nunca novo e nunca velho; renovador de todas as coisas, conduzindo à ruína os soberbos sem que eles o saibam; sempre agindo e sempre repouso; sempre sustentando, enchendo e protegendo; sempre criando, nutrindo e aperfeiçoando, sempre buscando, ainda que nada te falte.

Amas sem paixão; tens zelos, e estás tranquilo; te arrependes, e não tens dor; te iras, e continuas calmo; mudas de obra, mas não de resolução; recebes o que encontras, e nunca perdeste nada; não és avaro, e exiges lucro. A ti oferecemos tudo, para que sejas nosso devedor; porém, quem terá algo que não seja teu, pois, pagas dívidas que a ninguém deves, e perdoas dívidas sem que nada percas com isso?

E que é o que até aqui dissemos, meu Deus, minha vida, minha doçura santa, ou que poderá alguém dizer quando fala de ti? Mas ai dos que nada dizem de ti, pois, embora seu muito falar, não passam de mudos charlatães.

Confissões, Santo Agostinho.

Ao grande autor da vida, o DEUS todo poderoso.

OFEREÇO.

Aos meus pais, **Antonia André de Araujo e Pedro Barreiro Lemos** (*In memoriam*), ao meu irmão **Pedro B. Lemos Filho**, a minha esposa **Claudina da S. Pereira**, ao meu filho **Pedro Emanuel P. Lemos**, pelos ensinamentos, carinho, acreditando e depositando em mim confiança, amor e dedicação.

DEDICO.

A todos os meus familiares que torcem e me dão força para alcançar minhas vitórias.

A Prof^a. Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça pelos momentos de paciência, orientação e ensinamentos transmitidos.

A Coordenação do Programa de Pós-graduação em Agronomia, em especial a secretaria Cícera Eliane de Araújo pelo apoio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos professores Djail Santos, (DSER/CCA/UFPB); Thiago Jardelino Dias, (DAP/CCHSA/UFPB), Walter Esfrain Pereira (DCFS/ CCA /UFPB), pelas valiosas contribuições.

Aos Professores Flavio P. de Oliveira (DSER) e Manoel Bandeira (DFCA) pela colaboração. Obrigado;

Ao pesquisador José Rodrigues Pereira (Embrapa Algodão) pelo apoio no decorrer desta caminhada. Muito obrigado;

Ao funcionário do Viveiro de Fruticultura Josinaldo, pelo apoio e colaboração neste trabalho;

A técnica do Laboratório de Fruticultura, Jandira Costa, pelo apoio e colaboração.

Aos amigos Alberto, Arivaldo, José Madson e Leandro Firmino pelo apoio e colaboração no decorrer do trabalho;

Aos amigos e conterrâneos Itaporanguenses: Agenor Júnior, Altamiro Malta, Dácio, Djacir Veriato, Daniel Júnior, Estênio Dantas, Franciezer Lima, Elder Lira, Edglei, Erika Almeida, Figueredo Junior, George Henrique, Gilberto Lisboa, Helder Arruda, Jardélio, Samuel, Whéllysson Cordão.

Minha gratidão!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	xi
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I – ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO (<i>Ananas comosus</i> L. var. <i>comosus</i>) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS E COMERCIAL	19
Resumo	19
Abstrat	20
1.1 Introdução.....	21
1.2 Material e Métodos.....	23
1.2.1 Caracterização da área experimental.....	23
1.2.2 Instalação e condução do ensaio.....	23
1.2.3 Variáveis analisadas	26
1.2.3.1 Análise física dos substratos.....	26
1.2.3.2 Variáveis de crescimento.....	27
1.2.3.3 Análise do índice SPAD e nitrogênio nas folhas.....	27
1.2.4 Análise estatística	28
1.2.5 Caracterização física dos substratos	28
1.3 Resultados e Discussão.....	35
1.3.1 Variáveis de crescimento.....	35
1.3.1.1 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA).....	35
1.3.1.2 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB).....	39
1.3.1.3 Análise do índice SPAD e nitrogênio nas folhas.....	45
1.3.1.4 Teste de média para os substratos formulados a base do Golden Mix [®]	48
1.4 Conclusões.....	51
1.5 Referências Bibliográficas.....	52

CAPÍTULO II – ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO (<i>Ananas comosus</i> L. var. <i>comosus</i>) CV. IMPERIAL EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS E COMERCIAL	57
Resumo	57
Abstrat	58
2.1 Introdução	59
2.2 Material e Métodos	61
2.2.1 Caracterização da área experimental	61
2.2.2 Instalação e condução do ensaio	61
2.2.3 Variáveis analisadas	64
2.2.4 Análise do índice SPAD, clorofila total e nitrogênio total nas folhas	65
2.2.5 Análise estatística	65
2.3 Resultados e Discussão	66
2.3.1 Variáveis de crescimento	66
2.3.1.1 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA)	66
2.3.1.2 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco de bovino (CBEB)	70
2.3.1.3 Taxas de crescimento absoluta e relativa	75
2.3.1.4 Análise de índice SPAD, nitrogênio e clorofila total nas folhas	79
2.3.1.5 Teste de média para os substratos formulados a base do Golden Mix [®]	84
2.4 Conclusões	88
2.5 Referências Bibliográficas	89
ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1:** Bandejas utilizadas para o cultivo do abacaxizeiro ‘Imperial’ (A); vista superior das mudas nas bancadas de concreto após o transplântio em bandejas multicelulares (B) 23
- Figura 2:** Temperaturas máxima (T máx), média (T méd) e mínima (T mín) aferidas no interior da estufa a partir do transplântio das plântulas 24
- Figura 3:** Detalhes dos nebulizadores utilizados na irrigação das mudas (A); sistema de nebulização em funcionamento (B) 25
- Figura 4:** Características físicas dos substratos utilizados na aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’, porosidade total (A), espaço de aeração (B), água facilmente disponível (C), água tamponante (D), água remanescente ao potencial de 100 hPa (E). (–) valores considerados como referência, De Boodt; Verdonck (1972) e Zanetti et al., (2003), (I) desvio padrão 31
- Figura 5:** Distribuição do tamanho das partículas dos substratos utilizados para aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ 34
- Figura 6:** Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da Muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) de mudas do abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandeja, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) e S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada 36
- Figura 7:** Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) e S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada 38

Figura 8: Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) do abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S9 (80% CBEB + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 41

Figura 9: Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S9 (80% CBEB + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 44

Figura 10: Índice SPAD (A) e Teor de N-total em folhas (B) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) e S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 45

Figura 11: Índice SPAD (A) e N-total (B) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (20% CAC + 20% AL) e S9 (80% CBEB + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 46

Figura 12: Mudanças de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S16 e S15 aos 150 dias após transplante para bandejas de polietileno 50

CAPÍTULO II

- Figura 1:** Temperaturas máxima (T máx), média (T méd) e mínima (T mín), aferidas durante o período experimental (outubro de 2012 a março de 2013). Fonte: estação meteorológica do CCA/UFPB, Areia-PB..... 62
- Figura 2:** Vista dos canteiros com as mudas transplantadas nos sacos de polietileno (A), funcionamento do sistema de irrigação (B)..... 61
- Figura 3:** Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada 67
- Figura 4:** Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 69
- Figura 5:** Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC) CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 72
- Figura 6:** Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB +

20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC) CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada..... 74

Figura 7: Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) .. 75

Figura 8: Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)..... 76

Figura 9: Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S13 (20% CBEA+ 80% GM), S14 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM) 76

Figura 10: Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC+ 20% AL) ... 77

Figura 11: Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1(20% CAC + 80% AL), S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)..... 78

Figura 12: Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S13 (20% CBEA+ 80% GM), S14 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM)..... 79

Figura 13: Índice SPAD (A), clorofila total (B) e N-total (C) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC +20% AL). 80

Figura 14: Índice SPAD (A), clorofila total (B) e N-total (C) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)..... 81

Figura 15: Mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14 e S15 aos 150 dias após transplântio em sacolas plásticas.
..... 87

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1: Composição percentual dos substratos avaliados	25
Tabela 2. Densidades úmida (Du) e seca (Ds) dos substratos utilizados para aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’	29
Tabela 3: Resumo das médias para índice SPAD e N-total das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas em substratos orgânicos e comercial.....	47
Tabela 4: Valores médios de diâmetro caulinar (DC), comprimento caulinar (CC), diâmetro da muda (DM), comprimento da muda (CM), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC), fitomassa seca radicular (FSR), relação parte aérea/raiz (RPA/R) e razão de área foliar (RAF) durante aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’	49

CAPÍTULO II

Tabela 1: Composição percentual dos substratos avaliados	62
Tabela 2: Resumo das médias para índice SPAD, clorofila total e N-total das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas em substratos orgânicos e comercial.....	82
Tabela 3: Resumo da análise de correlação paramétrica de Pearson para o índice SPAD e teor de nitrogênio em folhas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivados em substratos orgânicos e comercial	83
Tabela 4: Resumo das médias para as características de crescimento em diâmetro caulinar (DC), comprimento caulinar (CC), comprimento da muda (CM), diâmetro da muda (DM), número de folhas (NF); área foliar (AF), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca radicular (FSR), relação parte aérea/raiz (RPA/R) e razão de área foliar (RAF) durante aclimatação de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’	85

VANDEILSON LEMOS ARAUJO. **Aclimatização e aclimatação de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial em substratos orgânicos e comercial.** Areia, PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB. Setembro de 2013. 117f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura Tropical.

RESUMO: A otimização na fase de aclimatização de mudas de abacaxizeiro tem sido promovida por meio do uso de substratos adequados, visando à obtenção de materiais orgânicos com potencialidades de utilização, de baixo custo e fácil aquisição, resultando em menor tempo de produção, proporcionando com isso a obtenção de mudas de melhor qualidade, livres de pragas e mais baratas, para posterior formação de matrizeiro, garantindo ao produtor maior estabilidade. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ durante a aclimatização e aclimatação em substratos comercial e orgânicos. Foram desenvolvidos dois experimentos no Viveiro de Fruticultura, DFCA/CCA/UFPB, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por 12 mudas. No experimento I os tratamentos compreenderam 16 composições de substratos, formulados a base de mistura de compostos orgânicos e substrato comercial, correspondendo à fase de aclimatização. No experimento II os tratamentos compreenderam 15 composições de substratos, correspondendo à fase de aclimatação. Sendo obtidos através da combinação de composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de aves - CBEA, composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de bovino - CBEB, casca de arroz carbonizada - CAC, areia - AL, terra de subsolo - TS e Golden Mix[®] - GM. No experimento I avaliou-se o crescimento aos 90 dias após o transplântio, determinando-se diâmetro caulinar, comprimento caulinar, diâmetro da planta, número de folhas, área foliar, fitomassa seca foliar, caulinar e radicular; relação parte aérea/raiz e razão de área foliar; índice SPAD e N-total. No experimento II foram utilizadas as mesmas misturas do experimento I, com exceção do S5, avaliou-se o crescimento aos 150 dias após o transplântio para sacos plásticos, determinando-se diâmetro caulinar, comprimento caulinar, diâmetro da planta, número de folhas, área foliar, fitomassa seca foliar, caulinar e radicular; relação parte aérea/raiz e razão de área foliar, taxa de crescimento absoluta e relativa; índice SPAD, clorofila total e N-total.

Palavras chave: composto orgânico, abacaxi, produção de mudas, micropropagação.

VANDEILSON LEMOS ARAUJO. **Acclimatization of cutting pineapple (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial in trade and organic substrates.** Areia, PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB. September 2013. 117f. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura Tropical.

ABSTRACT: The optimization during the acclimatization of plants of pineapple has been promoted through the use of suitable substrates, in order to obtain organic materials with potential use, low cost and easy, resulting in reduced production time, providing with that the seedlings of better quality, pest free and cheaper for subsequent formation of mother nursery ensuring the largest producer stability. Given the above, the objective was to evaluate the growth and development of seedlings of pineapple 'Imperial' during acclimatization and acclimatization business and organic substrates. Two experiments were conducted in the Fruit Nursery, DFCA/CCA/UFPB with completely randomized design with four replications, and the experimental unit consisting of 12 seedlings. In the first experiment, the treatments comprised 16 substrate composition, formulated based on a mixture of organic compounds and commercial substrate, corresponding to the acclimatization phase. In the second experiment comprised 15 treatments substrate compositions, corresponding to the acclimatization phase. being obtained by combining composed of crushed cane sugar and chicken manure - CBEA, composed of crushed sugar cane and cattle manure - CBEB, carbonized rice hull - CAC, sand - AL, subsoil - TS and Golden Mix[®] - GM. In the first experiment evaluated the growth at 90 days after transplanting, determining stem diameter, shoot length, plant diameter, number of leaves, leaf area, leaf dry weight, stem and root; relative shoot/root ratio and leaf area, SPAD index and N-total. In the second experiment the same mixtures of experiment I, except substrate S5 were used, evaluated the growth at 150 days after transplanting in plastic bags, determining stem diameter, shoot length, plant diameter, leaf number, area foliar dry weight, stem and root; relative shoot/root ratio and leaf area ratio, absolute and relative growth, SPAD index, N-total and total chlorophyll.

Keywords: organic compound, pineapple, plant propagation, micropropagation

INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro ‘Imperial’ é um híbrido lançado em 2003 pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. Nas avaliações realizadas em distintas regiões produtoras do Brasil, esse híbrido destacou-se dos demais genótipos por ser resistente à fusariose, apresentando fruto de polpa amarela, teores de açúcar elevados e excelente sabor nas análises sensoriais. Outra vantagem do abacaxi ‘Imperial’ é a ausência de espinhos nas folhas. Em função das características sensoriais e físico-químicas dos seus frutos este híbrido é apropriado, tanto para consumo “in natura” quanto para industrialização (CABRAL; MATOS, 2003).

No Brasil, ainda não se tem viveiros credenciados que comercializem mudas convencionais de abacaxizeiro, o que limita o aumento das áreas de produção. Desta forma, as mudas convencionais comercializadas no país são heterogêneas e de baixa qualidade. A produção de mudas por propagação *in vitro* é uma alternativa utilizada para incrementar a qualidade e a produtividade da abacaxicultura, uma vez que possibilita a obtenção de uma grande quantidade de propágulos sadios, homogêneos e com vigor que garanta um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrência de pragas (BALDOTTO et al., 2010).

Estudos de aclimatização de plântulas ainda *in vitro*, indicam uma antecipação de alterações morfológicas e fisiológicas que minimizam os impactos decorrentes da transição para casas de vegetação, tais como aumento da densidade de fluxo luminoso, baixa umidade relativa do ambiente, variações da temperatura, dentre outros (KODYM; ARIAS, 1999; CALVETE et al., 2002; ALBERT, 2004).

Vários estudos vêm sendo realizados com o intuito de minimizar o impacto na fase de aclimatização de mudas, a fim de reduzir o impacto da transferência das mudas do laboratório para a casa de vegetação e desta para o campo. Porém, a redução nos custos de produção, através da diminuição do tempo de permanência no viveiro, atingindo o ponto ideal de plantio mais rapidamente, pode ser conseguida com melhores substratos, notadamente que utilizem materiais alternativos, provenientes da região de origem. As empresas produtoras de substrato para plantas nem sempre se localizam próximo ao mercado consumidor e o transporte a grandes distâncias onera o custo, limitando, com frequência, a sua aquisição (FERMINO; KAMPPF, 2012).

As mudas micropropagadas de abacaxizeiro, após a retirada do meio de cultura necessitam passar por processo de aclimatização em ambiente protegido e aclimação em

canteiros para crescimento e rustificação, até atingirem o tamanho ideal para o plantio definitivo no campo, processo este que onera o preço final para comercialização. Entretanto, elaborar uma mistura para substratos não é tão simples, pois a qualidade final depende dos materiais e da sua interação mediante suas características físicas, químicas e biológicas, podendo influenciar as respostas das plantas. Para tanto, estudos que visem à elaboração de substratos alternativos, de fácil e constante disponibilidade a um baixo custo, sendo uma alternativa em relação aos substratos comerciais, tornam-se essenciais para dar suporte a produção de mudas de abacaxizeiro, principalmente pelos produtores para obtenção de matrizeiro.

OBJETIVOS

- **Geral**

Avaliar as características de crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial, durante as fases de aclimatização e aclimação em substratos orgânicos e comercial.

- **Específicos**

- Avaliar, na fase de aclimatização, a influencia dos diferentes substratos em bandejas de polietileno, no crescimento inicial das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’;
- Avaliar, na fase de aclimação, a influência dos diferentes substratos em sacolas de polietileno, no crescimento das mudas de abacaxizeiro;
- Caracterizar fisicamente três composições de substratos, ao longo da fase de produção de mudas abacaxizeiro;
- Avaliar existência de correlação entre a leitura SPAD e os teores de nitrogênio presentes nas mudas.

REVISÃO DE LITERATURA

Importância econômica da abacaxicultura

O Brasil deverá produzir em 2013, 1.524.103 toneladas de infrutescências de abacaxi, em uma área de 56,2 mil hectares, com rendimento médio de 26,4 kg ha⁻¹. Nesse ano, a distribuição percentual da produção nacional por região fisiográfica foi assim relacionada: Nordeste (35,10%), Sudeste (31,70%), Norte (24,30%), Centro-Oeste (8,30%) e Sul (0,50%), sendo os maiores produtores nacionais os estados da Paraíba (17,20%), Pará (19,20%) e Minas Gerais (14,10%) (IBGE/LSPA, 2013).

As cultivares mais plantadas no mundo são ‘Smooth Cayenne’, ‘Singapore Spanish’, ‘Queen’, ‘Espanola Roja’, ‘Pérola’ e ‘Perolera’, sendo aproximadamente 70% do plantio mundial realizado com a cultivar ‘Smooth Cayenne’. A cultivar ‘Pérola’ é a mais cultivada no Brasil, particularmente na região Nordeste, destinada principalmente para o consumo como fruto fresco, por apresentar alta qualidade sensorial. Esta cultivar tem frutos menores que as da cv. Smooth Cayenne, levemente cônicos, variando de 1 a 1,5 kg, com polpa branca e suco contendo elevados teores de açúcar e reduzida acidez, apresenta suscetibilidade a uma das principais doenças da cultura, a fusariose (CUNHA, 2007).

Buscando reduzir as perdas provocadas pela fusariose, foram lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, cultivares de abacaxi resistentes à doença como ‘Imperial’, híbrido resultante do cruzamento das cultivares ‘Perolera’ e ‘Smooth Cayenne’; ‘Vitória’, cruzamento das cultivares ‘Primavera’ e ‘Smooth Cayenn]e’; além de ‘Ajubá’, ‘Primavera’, ‘Roxo de Tefé’ e ‘Alto Turi’. Esses genótipos foram indicados para as regiões produtoras onde a fusariose é o fator limitante à produção. Associado à tolerância à fusariose, foram também melhorados quanto ao aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos frutos e ausência de espinhos nas folhas (CABRAL et al., 2009; MELETTI et al., 2011).

Aclimatização e aclimação de mudas de abacaxizeiro

A propagação do abacaxizeiro é basicamente vegetativa, sendo realizada comercialmente a partir de diversas partes da planta matriz, tais como as gemas de seções do caule, rebentão, filhote, filhote rebentão e coroa. Outro método de grande importância para a cultura é a micropropagação, feita em laboratórios comerciais denominados biofábricas. Esta técnica produz mudas uniformes, sadias, de alto vigor e já enraizadas, o que facilita o

planejamento e o desenvolvimento da cultura e posterior comercialização das mudas (COPPENS D'EECKENBRUGGE; LEAL, 2003).

Os termos aclimatização e aclimatação são muitas vezes confundidos, porém, a correta conotação do termo aclimatização refere-se á transferência de plântulas *in vitro* para um ambiente protegido, como em casas de vegetação (ambiente controlado), sendo esse um processo basicamente artificial. A aclimatação representa a fase seguinte do processo de adaptação que ocorre, essencialmente, em ambiente natural, também mencionada por alguns como enviveiramento (GUERRA; NOLDARI, 2006).

Zhang et al. (2009) relatam a necessidade da aclimatização das mudas provenientes da cultura de tecidos, pois mudas obtidas *in vitro* são sensíveis e tenras, uma vez que não desenvolvem a cutícula, resultando em alta transpiração. Além da parede celular não apresentar rigidez suficiente para a sustentação, as folhas são delgadas, fotossinteticamente inativas, os estômatos não operam eficientemente, causando, assim, estresse hídrico nos primeiros dias após a retirada das mudas dos frascos. Por essas razões, a etapa de transplântio é de extrema importância para evitar a desidratação, que as mudas são submetidas nesse processo. Em condições *in vitro*, os estômatos não são totalmente funcionais, permanecendo abertos a maior parte do tempo devido à elevada umidade dentro dos recipientes. Além disso, a camada de cera que recobre a epiderme é mínima ou inexistente, não constituindo uma proteção eficiente contra a desidratação. Para agravar o quadro, mudas micropropagadas podem ter conexões vasculares deficientes, o que contribui para reduzir o transporte de água no seu interior (CARVALHO et al, 2001; VALERO-ARACAMA et al., 2007).

Desta forma, a perda de vigor e a subsequente morte devido ao dessecação são dois sérios problemas que ocorrem com mudas transferidas de condições *in vitro* para casa de vegetação, sendo, portanto, os principais fatores da baixa sobrevivência de determinadas espécies. A mudança do metabolismo heterotrófico para o autotrófico é outro fator envolvido que deve ser considerado. As mudas provenientes do cultivo *in vitro* são de pequeno tamanho (média de 5 cm) quando transplantadas, sendo necessário aumentar de 10 a 20 vezes o seu tamanho durante a aclimatização, antes de serem transferidas ao viveiro. Além disso, as raízes formadas *in vitro* podem não serem funcionais quando transplantadas e, sendo assim, novas raízes têm que se desenvolver e se tornarem aptas para absorver água do substrato (AMÂNCIO et al., 1999; ARAGÓN et al., 2005).

As mudas de abacaxizeiro micropropagadas são comercializadas após aclimatização com altura aproximada de 6-7 cm e massa fresca da parte aérea de 2-3 g. A fase de aclimatização ainda é necessária para que o tamanho e a rusticidade da muda, para o plantio definitivo no campo, sejam atingidos. Reinhardt; Cunha (1999) recomendam uma altura a partir de 25 cm, como adequada para o plantio definitivo das mudas obtidas por seccionamento do caule. Coelho et al. (2007) obtiveram mudas de abacaxizeiro provenientes de seccionamento de caule, com 200 g, em período próximo a nove meses de aclimatização.

A aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Vitória' foi avaliada por Baldotto (2009) em resposta à inoculação com bactérias promotoras de crescimento, aos 150 dias, observando-se por planta, 17 a 19 folhas, 13 a 15 cm de diâmetro de roseta e 125 a 223 cm² de área foliar.

Por ser um dos fatores mais limitantes produção de mudas, o manejo de água através da irrigação e de suma importância no processo de aclimatização, além de controlar a umidade relativa do ambiente. O manejo de irrigação, mais especificamente a frequência de aplicação da água, é de fundamental importância para o estabelecimento e para o adequado crescimento das mudas micropropagadas no processo de aclimatização, pois irrigações excessivas ou deficientes costumam afetar negativamente o desenvolvimento das plantas. As irrigações muito frequentes com lâminas reduzidas costumam molhar somente alguns centímetros da camada superficial do substrato, facilitando maior perda de água por, evaporação prejudicando o sistema radicular das mudas, por limitar seu crescimento à porção superficial do substrato (FARIAS; SAAD, 2005; BOMFIM et al., 2011; FARIA et al., 2012).

Um outro fator é o controle da luminosidade, primordial para o crescimento das mudas, fornecendo sinais que regulam o desenvolvimento. Dessa forma, as modificações nos níveis de irradiância podem condicionar diferentes respostas fisiológicas das plantas relacionadas às características bioquímicas, anatômicas e de crescimento. Assim, devem ser minimizadas as diferenças entre os ambientes *in vitro* e *ex vitro* no início da aclimatização para propiciar às mudas *in vitro* uma transição favorável para o mecanismo fotoautotrófico durante a aclimatização (BRAGA et al., 2011).

Apesar das vantagens oferecidas pelas mudas micropropagadas, os custos de produção desse material são elevados e na maior parte das vezes inviabilizam sua utilização na produção comercial (MELLO et al., 2000). Os onerosos custos de produção das mudas micropropagadas vêm justificando a realização de inúmeras pesquisas nas diferentes etapas da

produção de mudas (micropropagação - aclimatização - aclimatação) com o intuito de reduzir os custos e viabilizar esse processo em larga escala (KODYM; ARIAS 2001; CATUNDA et al., 2007; SILVA et al., 2007; BREGONCI et al., 2008).

Substratos

Um bom substrato deve apresentar propriedades físicas e químicas adequadas para o desenvolvimento da muda, ser poroso para facilitar a drenagem e permitir boa aeração, apresentar boa sanidade, baixo nível de salinidade e boa disponibilidade de nutrientes. Segundo Ristow et al. (2009), o uso do substrato adequado garante o estabelecimento do plantio e reduz o tempo de formação da muda.

Na avaliação da qualidade de um substrato não basta conhecer as propriedades gerais de seus principais componentes, é necessário determiná-las para cada ingrediente ou mistura em particular (FERMINO, 2002). Segundo Schmitz et al. (2002), materiais com elevada densidade, como é o caso da areia e do solo, quando utilizados de forma isolada, ou em grandes proporções dentro da mistura, tornam-se inconvenientes pelo peso excessivo que dificulta a manipulação das plantas em recipientes.

Schmitz et al. (2002) avaliando a distribuição granulométrica dos materiais areia e casca de arroz carbonizada (CAC), obtiveram como frações mais abundantes os intervalos de 0,50 - 0,25 mm (> 60%) e 2,0 - 1,0 mm (+/- 50%), para areia e CAC, respectivamente. Fernandes (2013) realizando a caracterização física dos substratos S1 (20% casca de arroz carbonizada + 20% composto orgânico + 60% areia), S2 (20% casca de arroz carbonizada + 40% composto orgânico + 40% areia), S3 (20% casca de arroz carbonizada + 60% composto orgânico + 20% areia), S4 (20% CAC + 80% composto orgânico) e S5 (Golden Mix[®] - 100% fibra de coco) observou-se valores para os substratos S1, S2, S3 e S4 predominantemente de partículas de tamanho intermediário (11,8 - 0,50 mm) e pequena (0,50 - 0,25 mm), já para o substrato S5 destacou-se as frações intermediárias (2,0 - 0,50 mm).

As principais características físicas do substrato a serem analisadas são: porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), densidade e retenção de água, as quais tornam-se indispensáveis para uma correta escolha e segura utilização (BELLÉ; KAMPF, 1994; FERMINO, 1996; GAULAND, 1997).

Diversos compostos podem ser utilizados como substratos para o cultivo de espécies vegetais, porém, em algumas situações, pode ser interessante realizar misturas destes para que

se possa atingir as melhores condições químicas e físicas para o crescimento das plantas (GRASSI FILHO; SANTOS, 2004). As propriedades físicas ideais de um substrato incluem simultaneamente uma aeração adequada, boa capacidade de retenção de água e drenagem livre, uma vez que o sistema radicular é confinado a um volume restrito a ser explorado (MENEZES JUNIOR et al; 2000). As propriedades químicas dos substratos referem-se principalmente ao valor do pH, à capacidade de troca catiônica (CTC) e à salinidade (GRUSZYNSKI, 2002).

Na opção por um determinado substrato, objetiva-se otimizar as condições ambientais para o desenvolvimento da planta em uma ou mais etapas da propagação. Existem vários substratos comerciais e outros que podem ser produzidos, a partir de resíduos agroindustriais. Os resíduos da indústria sucroalcooleira podem ser utilizados para composição de substratos, e têm proporcionado, em alguns casos, uma maior taxa de crescimento para algumas espécies tais como *E. grandis* (Aguiar, 1989) e *C. limonia* (SERRANO et al., 2006).

A utilização de resíduos da agroindústria disponíveis regionalmente como componente para substratos pode propiciar a redução de custos, assim como auxiliar na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente (FERMINO, 2003; ABAD et al., 2001; SCHMITZ et al., 2002). Dentre os materiais que se acredita apresentarem potencial para uso como substrato para plantas encontra-se o resíduo da moagem da cana de açúcar. Zanetti et al. (2003) avaliando os substratos comerciais (Golden Mix[®] fibroso; Golden Mix[®] misto; Rendmax[®]; Citros 9[®]; Multicitrus[®] e V8[®]) todos recomendados para citros, e verificaram que existem diferenças entre os substratos recomendados para produção inicial de porta-enxertos e para fase final de produção de mudas. Segundo os autores, os substratos recomendados para produção inicial de porta-enxertos apresentam granulometria mais fina do que os recomendados para a formação final da muda e que a recomendação de um determinado substrato deve ser realizada avaliando-se as condições de infraestrutura e da capacitação técnica do produtor, sempre com o objetivo de fornecer uma relação ar:água adequada a cada cultivo. Schafer et al. (2008) avaliando as características físicas e químicas dos substratos Rendmax Citrus[®] Mecplant[®] e uma mistura baseada em turfa + casca de arroz carbonizada (1:1), antes e após o cultivo, verificaram que o espaço de aeração e o volume de água remanescente foram as características que sofreram modificação significativa no decorrer do cultivo, o que pode alterar o equilíbrio entre poros e sólidos e, assim, afetar negativamente a troca gasosa nos substratos.

Freitas et al. (2011) avaliaram aclimação de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ‘Vitória’ utilizando os substratos - solo de superfície, compostagem de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro, solo + areia + Plantmax hortaliças[®] e cinco doses de Osmocote[®]. Não se verificou diferenças entre as médias das variáveis aos 240 dias após o transplante - comprimento da planta (37,98 cm), diâmetro do colo da planta (28,11 mm), número de folhas (32), matéria seca da parte aérea (14,85 g).

Em trabalho realizado com seis espécies de plantas ornamentais cultivadas em vaso, Trochoulas et al. (1990) verificaram que o bagaço de cana compostado permitiu um crescimento comparável com aquele obtido com a turfa de *Sphagnum* ou a casca de pinus. Outro experimento, testando misturas de turfa e bagaço de cana de açúcar como substrato para a produção de mudas de tomateiro e maracujá-amarelo, também demonstrou resultados favoráveis para as duas espécies na mistura que continha 50% em volume de cada um dos materiais (BIASI et al., 1995).

Catunda (2007) estudando o efeito de brassinosteróides e substratos observou que durante a aclimação, a combinação entre bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro, juntamente com a aplicação de brassinosteróides, pode ser utilizada para acelerar o crescimento do abacaxizeiro cv. Imperial e obtendo-se mudas aclimatizadas em menor período.

Moreira et al. (2006) avaliando o efeito de substratos na aclimação de mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’ aos 90 dias após o transplante, observaram que para as variáveis analisadas na parte aérea, que os melhores resultados com os substratos (composto orgânico), (50% solo + 50% esterco bovino) e (40% solo + 30% esterco bovino + 30% Plantmax[®]), verificando que as plantas com maior altura e número de folhas apresentaram também maiores valores de massa da matéria fresca e seca da parte da parte aérea.

De modo geral, resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente utilizados como alternativa para minimizar o impacto ambiental provocado por tais produtos. Durante o processamento do coco verde ou maduro origina-se uma quantidade significativa de resíduos dos quais as cascas de coco maduro são geralmente utilizadas como combustível de caldeiras ou processadas para o beneficiamento de fibras longas, curtas ou pó (ROSA et al., 2001).

Para a utilização de muitos resíduos agroindustriais na composição de substratos, faz-se necessário a sua compostagem. A compostagem pode ser definida como a decomposição biológica dos constituintes orgânicos dos resíduos sob condições controladas (HOITINK;

POOLE, 1980). No norte do estado do Rio de Janeiro, o uso do substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira, advindo da mistura bagaço de cana moído e torta de filtro, tem sido utilizado com êxito para produção de mudas de cana-de-açúcar e eucalipto (Morgado, 1998), goiabeira (Schiavo; Martins, 2002) e citros (SERRANO et al., 2004). Pois conferiu às mudas qualidades morfofisiológicas semelhantes ou superiores às alcançadas com o uso de substratos comerciais.

Observa-se que estão disponíveis no mercado nacional, diferentes substratos comerciais, recomendados indistintamente para diversas espécies, cujas formulações e propriedades são praticamente desconhecidas e cujos desempenhos como meio de cultivo não estão bem estabelecidos (MENEZES JÚNIOR et al., 2000). Por outro lado, são necessários estudos sobre matérias-primas abundantes e de baixo custo disponíveis. Porém, deve-se evidenciar que para a produção de mudas em recipientes, faz-se necessário ajustar os substratos de forma que possam assegurar o crescimento da biomassa aérea e das raízes de maneira equilibrada (CALVETE, 2004).

Entre as características mais importantes, pode-se destacar o diâmetro caulinar, comprimento da muda, número de folhas, fitomassa seca de raiz e parte aérea. O comprimento da muda é uma das principais características, pois determina o momento ideal para estabelecimento das mudas no campo. A área foliar permite estimar a eficiência das folhas na captação da energia solar, na produção de assimilados e na influência sobre o crescimento e desenvolvimento da planta; com a determinação das fitomassas secas em intervalos regulares de tempo é possível à quantificação do aumento de material acumulado na formação de órgãos ou de toda planta (KVET et al., 1971).

Com base na fitomassa seca e na área foliar podem ser calculados vários índices fisiológicos, entre estes merecem destaque a razão de área foliar (RAF), que quantifica o crescimento da área foliar em relação à planta toda (KVET et al., 1971). É por meio desse índice que se detectam os efeitos do deslocamento de assimilados para as folhas e a proporção de assimilados entre área foliar e fitomassa da matéria seca da planta; taxa de crescimento absoluto (TCA), que indica a variação ou incremento entre duas amostragens. Esta medida indica, na verdade, a velocidade média de crescimento ao longo do período de observação; e taxa de crescimento relativo (TCR), que é taxa de incremento na matéria seca, com material novo, por unidade de tempo (BENINCASA, 2003).

Segundo Bernardi et al. (2008) a relação parte aérea/raíz (PA/R) é útil para estudar o equilíbrio entre a produção de folhas e raízes, devido às modificações no ambiente, uma vez que indica a existência de uma interdependência entre os órgãos no balanço por água, nutrientes e carbono. Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO₂ e a fitomassa seca total, que é o resultado da fotossíntese.

O nitrogênio desempenha funções importantes no metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), além de integrar uma série de compostos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro, incluindo bases nitrogenadas de nucleotídeos e aminoácidos, proteínas, moléculas de clorofila, entre outros (Malézieux; Bartholomew, 2003; Malavolta, 2006; Vieira et al., 2010).

A atividade fotossintética, o conteúdo de proteínas solúveis de nitrogênio e de outros macro e micronutrientes existentes nas folhas são variáveis e podem ser correlacionados com o teor de clorofila no tecido foliar (RAJCAN et al., 1999). Por isso, o medidor de clorofila Minolta SPAD-502 tem sido investigado como instrumento para o rápido diagnóstico do estado nutricional de diversas culturas em relação ao conteúdo de N, agregando vantagens, como a simplicidade no uso, além de possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar (ARGENTA et al., 2001).

Tradicionalmente, os métodos utilizados para determinação do teor de clorofila requerem destruição das folhas, o que é uma desvantagem em estudos que visem determinar o efeito da ontogenia da folha no grau de esverdeamento. Além disso, esses métodos são muito demorados e onerosos. Nesse intuito o SPAD-502 surge como alternativa, a qual fornece leituras que podem se relacionar com o teor de clorofila presente na folha, de forma rápida (poucos segundos), prática e não destrutiva, ainda em campo, a um custo baixo (JESUS; MARENCO, 2008).

No Brasil ainda é restrita a utilização de mudas micropropagadas, devido a fatores relacionados ao custo elevado do processo de aclimatização, por isso a importância de estudos relacionados à utilização de materiais orgânicos de baixo custo e de fácil aquisição, que proporcionem condições adequadas de crescimento, reduzindo o custo final da muda. Nesse intuito, a correta escolha do substrato promoverá condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das mudas proporcionando a obtenção de mudas de melhor qualidade, para posterior formação de matrizeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; NOGUERA, P.; BURÉS, S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study on Spain. **Bioresource Technology**, v. 77, n. 2, p. 197-200, 2001.
- ALBERT, L. H. B. **Aspectos morfoanatômicos de mudas de abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ micropropagadas**. 2004. 54f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- AMÂNCIO, S.; REBORDÃO, J. P.; CHAVES, M. M. Improvement of acclimatization of micropropagated grapevine: Photosynthetic competence and carbon allocation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 58, p. 31-37, 1999.
- ARAGÓN, C. E.; ESCALONA, M.; CAPOTE, I.; PINA, D.; CEJAS, I.; RODRIGUEZ, R.; CANÁL, M. J.; SANDOVAL, J.; ROELS, S.; DEBERGH, P.; GONZALES-OLMEDO, J. Photosynthesis and carbon metabolism in plantain (*Musa* AAB) plantlets growing in temporary immersion bioreactors and during *ex vitro* acclimatization. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 41, p. 550-554, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; VIANA, A. P.; BRESSAN-SMITH, R. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatização. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.34, n.2, p. 349-360, 2010.
- BALDOTTO, L. E. B. **Estrutura e fisiologia da interação entre bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas com abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatização**. 2009. 120f. Tese (Doutorado em Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

BELLÉ, S.; KAMPF, A. N. Utilização da casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 1265-1271, 1994.

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

BERNARDI, A. C. de C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P.G.; REZENDE, N. das G. de A. da M.; PAIVA, P. R. P.; MONTE, M. B. de M. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 794-800, 2008.

BIASI, L. A.; BILIA, D. A. C.; SÃO JOSÉ, A. R.; FORNASIERI, J. L.; MINAMI, K. Efeito de misturas de turfa e bagaço de cana sobre a produção de mudas de maracujá e tomate. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 2, p. 239-243, 1995.

BOMFIM, G. V.; AZEVEDO, B. M.; VIANA, T. V. A.; FURLAN, R. A.; CARVALHO, A. C. P. P. Aclimatização *ex vitro* de abacaxizeiro ornamental com diferentes frequências de irrigação. **Irriga**, v. 16 n. 1 p. 104-114, 2011.

BRAGA, F. T.; PASQUAL, M.; CASTRO, E.M.; RAFAEL, G. C. Características morfofisiológicas de abacaxizeiro ‘Gomo de Mel’ enraizado *in vitro* sob luz natural e substrato vermiculita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 551-557, 2011.

BREGONCI, S. I.; REIS, E. S.; ALMEIDA, G. D.; BRUM, V. J.; ZUCOLOTO, M. Avaliação do crescimento foliar e radicular de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold em aclimação. **Idesia**, v. 26, n. 3, p. 87-96, 2008.

CABRAL, J. R. S., LEDO, C. A. S., CALDAS, R. C., JUNGHANS, D. T. Variação de caracteres em híbridos de abacaxizeiro obtidos de diferentes cruzamentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1129-1134, 2009.

CALVETE, E. O. Sistema de produção de mudas de hortaliças. In. BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M.A. N. (Eds.) Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. **IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas**. Viçosa-MG, p. 236-262, 2004.

CALVETE, E. O.; AZEVEDO, M.; BORDIGNON, M. H.; SUZIN, M. Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivadas “*in vitro*” e “*ex vitro*”. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 649-653. 2002.

CARVALHO, L. C.; OSÓRIO, M. L.; CHAVES, M. M.; AMÂNCIO, S. Chlorophyll fluorescence as an indicator of photosynthetic functioning of *in vitro* grapevine and chestnut plantlets under *ex vitro* acclimatization. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 67, p. 271-280, 2001.

CATUNDA, P. H. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, M. M. A.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróides e substratos aclimatização do abacaxizeiro ‘Imperial’. **Acta sci. Agron.** v. 30, n. 3, p. 345-352, 2007.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. S.; LOPES, J. C.; PESSANHA, P. G. O. Resposta à adubação com ureia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 161-165, 2007.

COPPENS D’EECKENBRUGGE, G.; LEAL, F. (2003) Morphology, anatomy and taxonomy. In: Bartholomew, D.P. (org) **The pineapple - botany, production and uses**. CABI, p.13-32.

CUNHA, G. A. P. (2007) **Equipe técnica de abacaxi comemora 30 anos de atividades e realizações**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 20p. Documentos, 170.

FARIA, R. T.; ASSIS, A. M.; UNEMOTO, L. K.; CARVALHO, J. F. R. P. (2012) Aclimatização. In: FARIA, R. T., ASSIS, A. M., UNEMOTO, L. K., CARVALHO, J. F. R. P. (orgs.) **Produção de Orquídeas em Laboratório**, Londrina: Mecenaz, p. 95-102.

FARIAS, M. F.; SAAD, J. C. C. Crescimento e qualidade de crisântemo cultivado em vaso sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 740-742. 2005.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de

Pós-Graduação em agronomia. Faculdade de agronomia, Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. Porto Alegre: 2003. 89f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós Graduação em Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 29-37.

FERMINO, M. H.; KAMPF, A. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 75-79, 2012.

FERNANDES, L. F. **Crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia osbeck*) cultivado em substratos sob doses de nitrogênio**. 2013. 126f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

FREITAS, S. de J.; CARVALHO, A. J. C. de.; BERILLI, S. da S.; SANTOS, P. C. dos.; MARINHO, C. S. Substratos e Osmocote® na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória. **Revista Brasileira Fruticultura**, Volume Especial, p. 672-679, 2011.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos a base de turfas sob o uso de condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada**. 1997. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H. Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.78-91.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas.** 2002. 99f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Material didático de apoio à disciplina de Biotecnologia,** Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. 2006. Disponível em: <<http://www.cca.ufsc.br/lfdgv/Apostila.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

HOITINK, H. A. J.; POOLE, H. A. Bark compost use in container media. **Compost Sci/ Lan Utilization**, v. 21, p. 38-41, 1980.

IBGE/LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **Pesquisa mensal de acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** Rio de Janeiro, v.26 n.7 p.1-86, 2013.

JESUS, S.V de.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Amazonas, v. 38, n. 4, p.815-818, 2008.

KODYM, A.; ARIAS, Z. F. J. Natural light as an alternative light source for the *in vitro* culture of banana (*Musa acuminata* cv. Grande Naine). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 55, n. 2, p. 141-145, 1999.

KODIM, A.; ARIAS, F. J. Z. Low-cost alternatives for the micropropagation of banana. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 66, p. 67-71, 2001.

KAVET, J.; ONDOCK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G.; Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z. J. C.; JARVIS, P. G. (Eds). **Plant photosynthetic production: manual of methods.** Haia; W. JUNCK, 1971, p. 343-391.

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

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D. P. **Plant nutrition.** In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E.; ROHRBACH, K. G., eds. **The Pineapple: Botany, production and uses.** Honolulu: CAB, 2003. p.143-165.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Suplemento, p. 67-81, 2000.

MELETTI, L. M. M., SAMPAIO, A. C., RUGGIERO, C. Avanços na fruticultura tropical no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial: p. 73-75, 2011.

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p. 164-170, 2000.

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

MORGADO, I. F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp.** 1998. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998.

RAJCAN, I.; DWYER, L.; TOLLENAAR, M. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. **Field Crops Research**, v. 63, p. 13-17, 1999.

REINHARDT, D. H.; CUNHA, G. A. P. Métodos de propagação. In: CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia.** Brasília: Embrapa, 1999. p. 33.

RISTOW, N. C.; ANTUNES, L. E. C.; WULFF, S. M.; TREVISAN, R.; CARPENEDO, S. Crescimento de plantas de mirtilo a partir de mudas micropropagadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.1, p. 210-215, 2009.

ROSA, M. F.; SANTOS, J. S. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; ARAÚJO, F. B. S., NORÕES, E. R. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6p. (Comunicado Técnico, 5).

SCHAFFER, G.; SOUZA, P. V. de.; KOLLER, O. C.; SCHWARZ, S. F. Physical and chemical properties of substrates to cultivate seedling of citrus rootstocks. **Soil Science and Plant Analysis**, v. 39, p. 1067-1079, 2008.

- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum* em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.2, p. 519-523, 2002.
- SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D de.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.
- SERRANO, L. A. P. Sistemas de blocos prensados e doses do adubo de liberação lenta na formação do portaenxerto cítrico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 441-447, 2006.
- SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de portaenxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.3, p. 524-528, 2004.
- SILVA, A. B.; PASQUAL, M.; TEIXEIRA, J. B.; ARAÚJO, A. G. Métodos de micropropagação de abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1257-1260, 2007.
- TROCHOULIAS, T.; BURTON, A. J.; WHITE, E. The use of bagasse as a potting medium for ornamentals. **Scientia Horticulturae**, v. 42, n. 1-2, p. 161-167, 1990.
- VALERO-ARACAMA, C., WILSON, S. B., KANE, M. E., PHILMAN, N. L. Influence of in vitro growth conditions on *in vitro* and *ex vitro* photosynthetic rates of easy-and difficult - to - acclimatize sea oats (*Uniola paniculata* L.) genotypes. **In vitro Cellular and Developmental Biology - Plant**, n. 43, p. 237-246, 2007.
- VIEIRA, D. P.; PORTES, T. A.; SERAPHIN, E. S.; TEIXEIRA, J. B. Fluorescência e teores de clorofila em abacaxizeiro cv. Perola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 32, p. 360-368, 2010.
- ZANETTI, M.; FERNANDES, C.; CAZETTA, J. O.; CORÁ, J. E.; MATTOS JÚNIOR, D. M. Características físicas de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 519-530, 2003.

ZHANG, M.; ZHAO, D.; MA, Z.; LI, X.; XIAO, Y. Growth and photosynthetic capability of *Momordica grosvenori* plantlets grown photoautotrophically in response to light intensity. **Hort Science**, v. 44, p. 757-763, 2009.

CAPÍTULO I

Aclimatização de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial em substratos orgânicos e comercial

RESUMO: A otimização na fase de aclimatização de mudas de abacaxizeiro tem sido promovida por meio do uso de substratos adequados, visando à obtenção de materiais orgânicos com potencialidades de utilização, de baixo custo e fácil aquisição, resultando em menor tempo de produção, proporcionando mudas de qualidade, para posterior formação de matrizeiro. Este experimento teve como objetivo avaliar o crescimento de plântulas de abacaxizeiro ‘Imperial’ produzidas *in vitro*, em fase de aclimatização em substratos orgânicos e comercial. Foi desenvolvido no Viveiro de Fruticultura, DFCA/CCA/UFPB, com delineamento experimental inteiramente casualizado, quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por 12 mudas. Os tratamentos compreenderam 16 composições de substratos, sendo obtidos através da combinação de composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de aves - CBEA, composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de bovino - CBEB, casca de arroz carbonizada - CAC, areia - AL, terra de subsolo - TS e Golden Mix[®] - GM. Avaliou-se o crescimento aos 90 dias após o transplântio, determinando-se diâmetro caulinar, comprimento caulinar, diâmetro da planta, número de folhas, área foliar, fitomassa seca foliar, caulinar e radicular, relação parte aérea/raiz, razão de área foliar, índice SPAD e N-total. Constatou-se que as mudas cultivadas nos substratos formulados à base de CBEA - S3 e S4 apresentaram maiores valores para maioria das variáveis de crescimento; enquanto os maiores valores de teor de N-total e índice SPAD foram observadas no substrato S5; as mudas cultivadas nos substratos à base de CBEB - S9 apresentaram maiores valores para maioria das variáveis de crescimento; as mudas cultivadas nos substratos à base de Golden Mix[®], S12 e S15 apresentaram os maiores valores para a maioria das variáveis analisadas; houve baixa correlação entre o índice SPAD e nitrogênio total.

Palavras chave: composto orgânico, abacaxi, produção de mudas, micropropagação.

Acclimatization of cutting pineapple (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial in trade and organic substrates

ABSTRACT : The optimization phase of acclimatization of pineapple cutting has been promoted through the use of appropriate substrates, in order to obtain organic materials with potential for use, providing low cost and facility to obtain, resulting in less cost and time production,, providing quality seedlings for subsequent formation of matrizeiro. This experiment aimed to evaluate the growth of seedlings of pineapple ‘Imperial’ produced “*in vitro*” in the acclimatization phase in trade and organic substrates. Was developed in greenhouse of fruit Nursery Department, DFCA/CCA/UFPB, with completely randomized design, four replications, and the experimental unit consisted of 12 seedlings. The treatments comprised 16 substrates composition, being obtained by combining composed of crushed cane sugar and chicken manure - CBEA, composed of crushed sugar cane and cattle manure - CBEB, carbonized rice hull - CAC, sand - AL, subsoil - TS and Golden Mix[®] - GM. We evaluated the growth at 90 days after transplanting, determining stem diameter, shoot length, plant diameter, number of leaves, leaf area, leaf dry weight, stem and root, relative shoot/root, ratio of leaf area, SPAD index and N-total. It was found that seedlings grown on substrates formulated based CBEA - S3 and S4 showed higher values for most growth variables, while the highest values of N-total content and SPAD index were observed in the substrate S5; cultured seedlings the substrates of CBEB - S9 showed higher values for most growth variables; cultivated in substrates of Golden Mix[®], S12 and S15 seedlings showed the highest values for most variables, there was a low correlation between the SPAD and total nitrogen.

Keywords: organic compound, pineapple, plant propagation, micropropagation.

1.1 INTRODUÇÃO

A utilização de mudas obtidas por micropropagação *in-vitro* oferece inúmeras vantagens, dentre elas a redução do espaço e do tempo necessário a sua produção e a oferta de materiais livres de bactérias, fungos e nematóides. No entanto, imediatamente após a sua obtenção em laboratório, estas necessitam passar por um período de aclimatização, pois, na fase heterotrófica em que se encontram, não operam eficientemente na absorção de luz, água e nutrientes. A aclimatização deve ser feita em casas de vegetação ou telado, onde as condições de umidade relativa do ar e luminosidade são favoráveis a um gradual endurecimento das tenras plântulas (SOUZA et al., 1997).

Entre as diferentes etapas da micropropagação, a aclimatização é uma das mais importantes. Segundo Wardle et al. (1983) o período de aclimatização, compreendido entre o transplante das plantas produzidas *in vitro* e o seu total estabelecimento em casa de vegetação, é complexo e, frequentemente, ocorrem perdas significativas durante o processo (SCIUTTI; MORINI, 1993; ROSS-KARSTEN et al., 1998; POSPÍSILOVÁ et al., 1999).

A otimização na fase de aclimatização tem sido buscada por meio do uso de substratos adequados (Moreira, 2001), associações com fungos micorrizicos e bactérias diazotróficas (Weber et al., 2003; Baldotto, 2009), reguladores de crescimento (Coelho, 2005; Catunda et al., 2008), nutrição balanceada (Moreira, 2001; Coelho et al., 2007), dentre outros. Todas essas práticas visam, em última instância, à produção de mudas de qualidade, em menor tempo e menor custo.

Para os plantios comerciais, o uso de mudas provenientes de cultura de tecidos de segunda geração é o mais recomendado, ou seja, uma muda oriunda da micropropagação é adquirida para a formação de um matrizeiro de melhor qualidade, visando à produção de material propagativo sadio e vigoroso para ser plantado no campo (SOUZA et al., 2012). Neste tipo de cultivo, também é possível contornar condições desfavoráveis, comumente enfrentadas com o cultivo tradicional em solo, como a baixa fertilidade química, impedimentos físicos, além de problemas de salinização, incidência de pragas e doenças, contaminações adversas, entre outros (GRASSI FILHO; SANTOS, 2004).

O processo propagativo de mudas de abacaxizeiro por cultura de tecidos tem se mostrado muito eficaz, visto que esta técnica proporciona a produção de milhares de mudas a partir de uma única gema em curto intervalo de tempo e espaço e totalmente livre de pragas e doenças. Porém, no Brasil a utilização desse tipo de muda como um processo de produção de

mudas sadias ainda é restrita, sendo utilizada, principalmente, para multiplicação de variedades melhoradas (TEIXEIRA, 2001).

A situação do material de plantio de abacaxizeiro no Brasil pode ser definida como de escassez de mudas de boa qualidade, que tenham vigor e sanidade adequada para garantir um bom desenvolvimento inicial das plantas e um risco mínimo de ocorrência de doenças e pragas. A produção de mudas por propagação *in vitro* é uma alternativa utilizada para incrementar a qualidade e a produtividade da abacaxicultura, uma vez que possibilita a obtenção de uma grande quantidade de propágulos sadios e homogêneos (BALDOTTO et al., 2010).

A suscetibilidade da abacaxicultura brasileira à fusariose limita a produção comercial em todo o território nacional. O desenvolvimento de novas cultivares que apresentem resistência a essa doença, tornou-se objetivo prioritário de programas de melhoramento da cultura. Buscando reduzir as perdas provocadas pela fusariose, foram lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, cultivares de abacaxi resistentes à doença, como o ‘Imperial’, híbrido resultante do cruzamento das cultivares ‘Perolera’ e ‘Smooth Cayenne’; a ‘Vitória’, ‘Ajubá’, ‘Primavera’, ‘Roxo de Tefé’ e ‘Alto Turi’. Esses genótipos foram indicados para as regiões produtoras onde a fusariose é o fator limitante à produção. Associado à tolerância à fusariose, foram também melhorados quanto ao aumento da produtividade e da qualidade dos frutos e a ausência de espinhos nas folhas (CABRAL et al., 2009; MELETTI et al., 2011).

A realização de estudos relacionados às potencialidades da utilização de materiais orgânicos de baixo custo e de fácil aquisição, como bagaço de cana de açúcar, casca de arroz carbonizada, esterco bovino e de aves na formulação de substratos para aclimação e produção de mudas micropropagadas, reduzindo-se os custos e o tempo de permanência das mudas em viveiro, juntamente proporcionando a obtenção de mudas de melhor qualidade e livres de pragas, para posterior formação de matrizeiro, garantindo ao produtor maior estabilidade. Diante do exposto, este experimento teve como objetivo avaliar o crescimento de plântulas de abacaxizeiro ‘Imperial’ produzidas *in vitro*, durante fase de aclimação em substratos orgânicos e comercial.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido em estufa localizada no Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, PB.

O material vegetal utilizado foi de plântulas de abacaxizeiro ‘Imperial’ obtidas por micropropagação, adquiridas na BioClone S.A. Icapuí - CE. As mudas apresentaram tamanho médio de 5,0 cm e peso médio de 3,0 g plântula⁻¹, sendo colocadas em bandejas de polietileno com 162 células e volume de 31 ml por célula, contendo substrato previamente umedecido e colocadas em bancadas de concreto a 0,50 m em relação ao piso (Figura 1).

1.2.2 Instalação e condução do ensaio

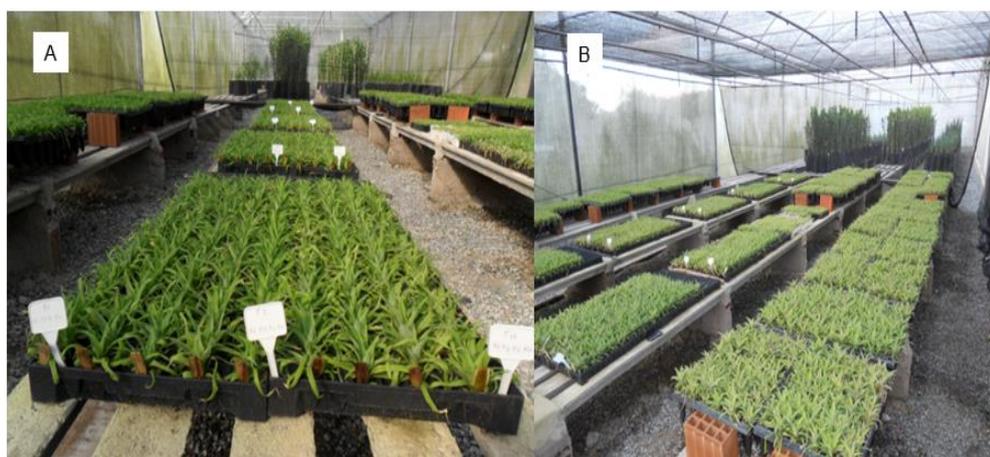


Figura 1. Bandejas utilizadas para o cultivo do abacaxizeiro ‘Imperial’ (A); vista superior das mudas nas bancadas de concreto após o transplântio em bandejas multicelulares (B)

O experimento foi realizado no período de julho a setembro de 2012, e foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 16 tratamentos e quatro repetições, sendo a parcela constituída por 12 mudas.

Na (Figura 2) estão representadas as temperaturas máxima, média e mínima no interior da estufa. Estas medidas foram aferidas diariamente em dois turnos.

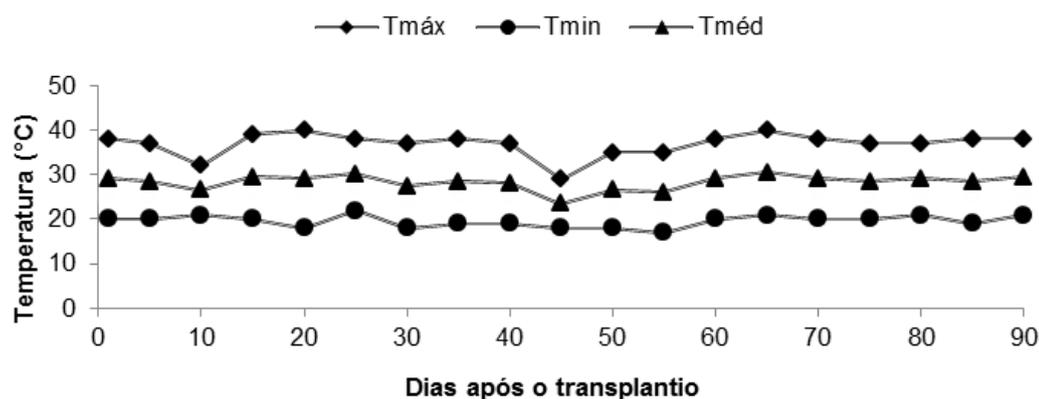


Figura 2. Temperaturas máxima (T máx), média (T méd) e mínima (T mín) aferidas no interior da estufa a partir do transplântio das plântulas

Foram avaliados 16 substratos formulados á base de compostos orgânicos originários de misturas volumétricas de três resíduos agroindustriais: bagaço de cana de açúcar, esterco bovino e esterco de aves, além da casca de arroz carbonizada, areia lavada, terra de subsolo e do substrato comercial Golden Mix[®] (100% de fibra de coco granulado, triturado e reduzido o teor de sais), sendo o substrato S10 (50% CBEB + 25% AL + 25% TS) recomendado pela biofabrica para aclimatização e aclimatação das mudas.

Os compostos orgânicos de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB) e composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA) foram produzidos no próprio Viveiro de Fruticultura, utilizando-se as seguintes proporções em volume: Bagaço de cana-de-açúcar (70%) + esterco bovino (30%) e bagaço de cana-de-açúcar (70%) + esterco de aves (30%), preparados a céu aberto com revolvimento periódico a intervalos de 10 dias, sendo o período necessário até o término do processo de compostagem de 100 dias. Antes da mistura, os substratos com exceção da casca de arroz carbonizada e do Golden Mix[®], foram passados em peneira de 6 mm para retirada de materiais mais grosseiros como cascalhos, galhos e outras impurezas. A formulação dos substratos encontra-se na (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos substratos avaliados

Substratos	CBEA	CBEB	CAC	GM	AL	TS
-----%-----						
S1	-	-	20	-	80	-
S2	20	-	20	-	60	-
S3	40	-	20	-	40	-
S4	60	-	20	-	20	-
S5	80	-	20	-	-	-
S6	-	20	20	-	60	-
S7	-	40	20	-	40	-
S8	-	60	20	-	20	-
S9	-	80	20	-	-	-
S10	-	50	-	-	25	25
S11	-	-	-	100	-	-
S12	-	20	-	80	-	-
S13	-	10	-	80	10	-
S14	20	-	-	80	-	-
S15	10	-	-	80	10	-
S16	-	-	20	80	-	-

Composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA), composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB), casca de arroz carbonizada (CAC), Golden Mix[®] (GM), areia lavada (AL), terra de subsolo (TS).

As mudas foram mantidas em estufa, sendo a irrigação realizada com sistema de nebulização, com vazão de 7,5 l/h, constituindo-se de duas aplicações diárias, realizadas no período da manhã e tarde com duração de 15 minutos (Figura 3). Na proteção das mudas contra o excesso de luminosidade foi utilizado a cobertura com sombrite (50%).

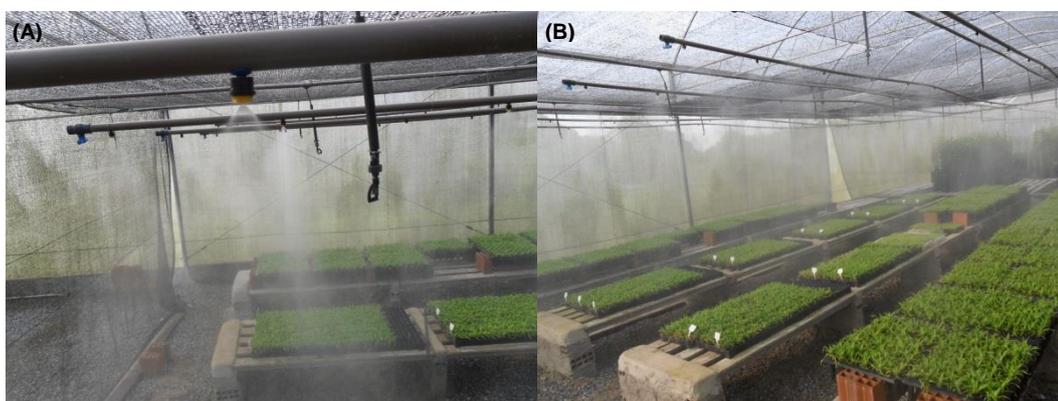


Figura 3. Detalhes dos nebulizadores utilizados na irrigação das mudas (A); sistema de nebulização em funcionamento (B)

Durante este período foi realizado tratamento fitossanitário com aplicação do Aliette® (Ethyl hydrogen phosphonate) fungicida sistêmico para prevenção da podridão das raízes (*Phytophthora nicotianae* var. parasítica), aplicando-se 3,0 g do i.a.e por litro de água. Os tratamentos culturais foram realizados manualmente para eliminação de plantas invasoras. As mudas foram mantidas por período de 90 dias em aclimatização para melhor enraizamento.

1.2.3 Variáveis analisadas

1.2.3.1 Análise física dos substratos

A análise física foi realizada no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB), realizando-se triplicata de cada amostra.

As variáveis analisadas foram:

- *Densidades úmida (Du) e seca (Ds)*: Utilizou-se o método para análise de substratos hortícolas empregado por Hoffman (1970).
- *Porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água*: Utilizou-se método conforme DE BOODT; VERDONCK (1972).

A determinação da porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água foi realizada através de unidade de sucção aplicando as tensões de 0, 10, 50 e 100 cm de altura de coluna de água, correspondendo as tensões de 0, 10, 50 e 100 hPa conforme DE BOODT; VERDONCK (1972).

Os pontos de baixa tensão da curva de retenção foram obtidos por meio de uma unidade de sucção composta por funis de Buckman segundo metodologia proposta por Gauland (1997), adotado por FERMINO (2003). Foram determinadas as seguintes variáveis:

- Porosidade total (PT)*;
 - Espaço de aeração (EA)*;
 - Água facilmente disponível (AFD)*;
 - Água tamponante (AT)*;
 - Água disponível (AD)*;
 - Água remanescente (AR-100 cm)*;
- *Granulometria*: Foi determinada em função da distribuição do diâmetro de partículas segundo método de FERMINO (2003).

1.2.3.2 Variáveis de crescimento

Aos 90 dias após a transferência para condições *ex vitro*, ou seja, em condições de estufa foram realizadas as análises de crescimento, sendo determinados as seguintes variáveis:

- *Comprimento da muda*: Medido do colo até o centro da roseta, com régua graduada em cm;
- *Diâmetro caulinar*: Ao nível do colo, em mm; utilizando paquímetro digital;
- *Diâmetro da muda*: Foi mensurado entre as folhas opostas, em mm;
- *Comprimento caulinar*: Foi mensurado do colo ao ápice, em mm, utilizando paquímetro digital;
- *Número de folhas*: Destacando-se todas as folhas da planta;
- *Área foliar*: Através do medidor de área foliar da marca ADC Bioscientific, modelo Area Meter AM 300[®], expressa em cm² muda⁻¹;
- *Fitomassa seca foliar, caulinar e radicular*: Obtida pela secagem em estufa, com temperatura de 65 °C ± 2 °C, até peso constante, em g muda⁻¹;
- *Relação parte aérea/raiz (PA/R)*: Obtida pela relação entre fitomassa seca de parte aérea e fitomassa seca de raiz (BENINCASA, 2003);
- *Razão de área foliar (RAF)*: Determinada através da relação entre área foliar total (AFT) e fitomassa seca total (FST), sendo expressa em cm² g⁻¹ (BENINCASA, 2003).

1.2.3.3 Análise do índice SPAD e nitrogênio nas folhas

- *Índice SPAD*: Foi determinado tomando-se duas plantas por parcela, utilizando duas folhas, sendo selecionada a quarta folha a partir do centro da roseta. Realizaram-se seis leituras com o aparelho Soil Plant Analysis Development (SPAD-502, Minolta, Japão).
- *Nitrogênio total*: Nas mesmas folhas foram determinados os teores de N-total, de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995), e os dados expressos em g kg⁻¹.

1.2.4 Análise estatística

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de significância. Para os fatores quantitativos (proporções) realizou-se análise de regressão com modelos de apropriados para misturas (Cornell, 2011) ajustados a 5% e 1% de probabilidade. Já para os fatores qualitativos (substratos), as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Realizou-se análise de correlação de Pearson para as variáveis: índice SPAD e nitrogênio total. Para as análises estatísticas foram utilizados os softwares SAS[®], SISVAR[®] e Design Expert 8.0 Trial (Stat. Ease Inc., Minneapolis, MN).

1.2.5 Caracterização física dos substratos

Observa-se que a densidade úmida (Du) e densidade seca (Ds) dos substratos formulados a partir do composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA), como para o composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB), diminuíram à medida que reduziu-se a percentagem de areia e aumentou-se a percentagem do composto orgânico (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Fernandes (2013), entretanto, vale ressaltar que a densidade úmida é dependente do teor de água inicial presente no substrato.

De acordo com Schafer (2004) a DS é a mais utilizada como parâmetro de avaliação. Verifica-se que o substrato S9 apresentou valor de $0,38 \text{ g cm}^{-3}$ apresentando valor dentro da faixa recomendada por Conover (1967) que é de $0,35$ a $0,5 \text{ g cm}^{-3}$. Os demais substratos a base de compostos orgânicos (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 e S10) apresentaram densidade seca acima da faixa recomendada, assim como para os valores indicados por Bunt (1973) de $0,4$ a $0,5 \text{ g cm}^{-3}$, entretanto o S3, S4, S5, S8 estão de acordo com os valores citados por DeBoodt; Verdonck (1972) que é de $0,4$ a $1,0 \text{ g cm}^{-3}$. Já os substratos S11, S12, S13, S14, S15 e S16 apresentaram valores de densidade seca de $0,064$ a $0,319 \text{ g cm}^{-3}$, valores muito abaixo dos recomendados por todos os autores. Isso provavelmente ocorreu devido à formulação dos materiais contem de 80% a 100% do substrato comercial Golden Mix[®], material muito leve, constituído de 100% de fibra de coco granulada.

A baixa densidade seca pode acarretar problemas na fixação das plantas e/ou no manuseio de recipientes altos, ao contrário de bandejas multicelulares onde necessita-se de substratos de menor densidade seca (SCHIMITZ et al., 2002). Fermino; Kampf (2012) obtiveram valores de $0,064 \text{ g cm}^{-3}$ para o substrato pó de coco, independente do método de

preenchimento aplicado no recipiente de cultivo, valor semelhante ao obtido pelo S11 no presente trabalho. Já Valero et al. (2009) caracterizando fisicamente o substrato fibra de coco (Golden Mix[®] tipo 80 - granulada), obtiveram valor de 0,095 g cm⁻³ para densidade seca.

Tabela 2. Densidade úmida (Du) e seca (Ds) dos substratos utilizados na aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

Substratos	Du (g cm ⁻³)	Ds (g cm ⁻³)
S1 (20 % CAC + 80 % AL)	1,766	1,393
S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL)	1,427	1,037
S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL)	1,246	0,921
S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)	1,243	0,861
S5 (80% CBEA + 20% CAC)	0,973	0,621
S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL)	1,467	1,155
S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL)	1,432	1,055
S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL)	1,040	0,637
S9 (80% CBEB + 20% CAC)	0,681	0,384
S10 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL)	1,556	1,205
S11 (100% GM)	0,269	0,064
S12 (80% GM + 20% CBEB)	0,442	0,202
S13 (80% GM + 10% CBEB + 10% AL)	0,547	0,293
S14 (80% GM + 20% CBEA)	0,564	0,221
S15 (80% GM + 10% CBEA + 10% AL)	0,662	0,319
S16 (80% GM + 20% CAC)	0,394	0,105

CBEA: composto de bagaço de cana e esterco de aves; (CBEB): composto de bagaço de cana e esterco bovino; (CAC): casca de arroz carbonizada; (GM): Golden Mix[®]; (AL): areia lavada; (TS): terra de subsolo.

Os substratos S1, S2, S6, S7 e S10 obtiveram valores elevados de densidade seca (Tabela 2) de 1,393 a 1,205 g cm⁻³, em virtude do material conter significativa proporção de areia e terra de subsolo. De acordo com Schmitz et al. (2002), materiais com elevada densidade seca, como é o caso da areia e do solo, quando utilizados de forma isolada, ou em

grandes proporções dentro da mistura, tornam-se inconvenientes pelo peso excessivo que dificulta a manipulação das plantas em recipientes.

Segundo Singh; Sinju (1998) a densidade seca é inversamente relacionada com a porosidade, e à medida que a densidade aumenta pode ocorrer restrição ao crescimento das raízes.

Na Figura 4 estão descritas as características físicas dos substratos relativos à porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, água tamponante, água disponível e água remanescente ao potencial de 100 hPa. O método mais difundido para a avaliação da distribuição volumétrica de ar e água nos substratos agrícolas é o desenvolvido por DE BOODT; VERDONCK (1972). De acordo com esses autores, para a avaliação dos volumes de ar e água dos substratos, deve-se analisar quatro valores de tensão, 0, 10, 50 e 100 hPa.

Observa-se que os valores de porosidade total (Figura 4A) encontrados foram inferiores ao valor de referência (85%) para todos os substratos analisados. Observou-se para porosidade total, em ordem decrescente, que os substratos $S13 > S5 > S9 > S12 > S15 > S14$, foram os que mais se aproximaram dos valores de referência.

A porosidade total por si só, é um parâmetro pouco informativo, pois não especifica o tamanho dos poros presentes, de forma que o mesmo espaço poroso total pode ser ocupado por diferentes volumes de ar e água (WALLER; WILSON, 1994). Portanto, a porosidade total é condicionada por macro e microporos. O espaço ocupado pelos macroporos é que condiciona o espaço de aeração do substrato (volume de água liberado entre 0 e 10 cm de coluna de água de tensão). De acordo com DeBoodt; Verdonck (1972), o valor “referência” para espaço de aeração está entre 20 e 30%.

Quanto ao espaço de aeração (Figura 4B), os substratos S2, S3 e S4 apresentaram valores acima dos valores de referência (25%) na ordem de 31% a 36%, verificando-se que não houve diferença entre os valores observados de espaço de aeração e os valores referência para os substratos S1, S8 e S9 indicando que os mesmos satisfazem as condições de aeração para as plantas. Os substratos S2, S3 e S4 os valores de espaço de aeração foram superiores aos determinados na literatura, o que pode gerar condições de deficiência hídrica às plantas, especialmente no caso de irrigações pouco frequentes (SCHIMITZ et al., 2002).

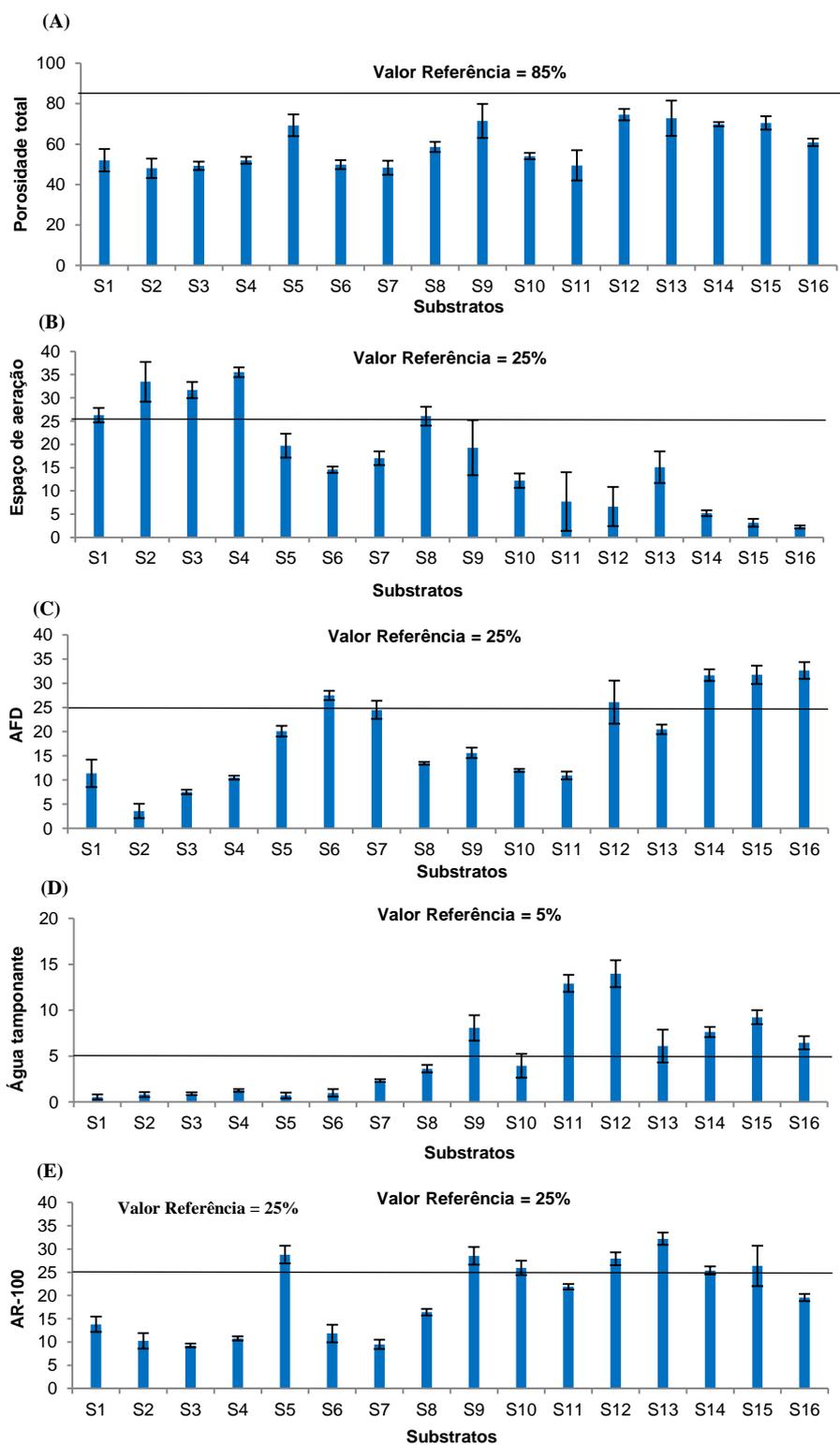


Figura 4. Características físicas dos substratos utilizados para aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’. Porosidade total (A), espaço de aeração (B), água facilmente disponível (C), água tamponante (D), água remanescente ao potencial de 100 hPa (E). (—) valores considerados como ‘referência’, Deboodt; Verdonck (1972) e Zanetti et al., (2003), (I) desvio padrão

Quanto ao volume de água disponível (Figura 4C), outro fator que pode contribuir para o estresse é o menor volume de água disponível as plantas. Os substratos S14, S15 e S16 apresentaram valores acima do de referência (25%), obtendo de 31 a 33%, entretanto os substratos S6, S7 e S12 apresentaram valores de água facilmente disponível considerados ideais, o que pressupõe que estes materiais podem garantir elevada disponibilidade de água às plantas. Para os materiais que apresentaram reduzido volume de água facilmente disponível, abaixo do limite mínimo, indica que a disponibilidade de água é um fator de restrição para seu uso isolado destes substratos, dentro das condições acima descritas.

A água tamponante (Figura 4D), que representa a água retida no substrato na tensão matricial, de 50 a 100 hPa, tem seu valor ótimo de 5% (CATIVELLO, 1991). Os substratos S9, S11, S12, S14 e S15 e 16 apresentaram valores acima do recomendado (6% a 13%). Já os substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 e S10 apresentaram valores abaixo do limite de referência, de 0,5% a 3,8%, sendo que os materiais S10 e S13 foram os substratos que mais se aproximaram dos valores de referência, de 6% a 7%. De acordo com Schafer (2004), substratos que apresentam valores abaixo do recomendado tanto para água facilmente disponível como para água tamponante apresentam, por conseguinte, limitações quanto ao suprimento adequado de água de fácil absorção para as plantas, indicando que, preferencialmente, as regas devam ter durações mais curtas e ser feitas a intervalos de tempo menores.

Para água remanescente (Figura 4E), materiais S1, S2, S3, S4, S6, S7 e S8 apresentaram valores de água remanescente abaixo dos valores recomendados pela literatura (20 e 30%) (De Boodt; Verdonck, 1972), característica que demonstra uma deficiência dos mesmos, em função de sua baixa capacidade de armazenamento de água. Entretanto, os substratos S5, S9, S12 e S13 apresentaram valor de água remanescente de 32,20%, próximo ao recomendado. Já os substratos S10, S14 e S15, apresentaram valores dentro da faixa recomendada e próximo ao considerado ideal (25%). Esse comportamento pode influenciar em algumas propriedades, como: condutividade elétrica, capacidade térmica e condutividade hidráulica, tendo em vista que a água remanescente não está disponível às plantas (GAULAND, 1997).

A distribuição do tamanho das partículas, ou seja, a granulometria, é importante para descrever a qualidade física do material e sua adequação para o cultivo de determinada espécie vegetal, tendo influência determinante sobre o volume de ar e água retida pelo

substrato (WALLER; WILSON, 1984). Partículas com maior diâmetro são responsáveis pela formação de poros maiores (macroporos), que são ocupados por ar. Por outro lado, partículas de menor diâmetro são responsáveis pela formação de poros menores (microporos), que são ocupados por água.

Na Figura 5 observa-se a distribuição das partículas dos materiais estudados e verifica-se que a maioria dos substratos estudados apresentou mais de 40% das partículas de tamanho intermediário 1,18 - 0,50 mm e menor 0,50 - 0,25 mm, sendo que o substrato S11 (100% Golden Mix[®]) apresentou valores próximos a 60% das partículas de 0,50 - 0,25 mm. A granulometria dos materiais utilizados como substratos pode ser muito variável, dependendo da sua origem, sistema de coleta, condições de trituração e peneiras utilizadas, entre outros (ANSORENA, 1994).

Schmitz et al. (2002) realizando a distribuição granulométrica dos materiais areia e casca da arroz carbonizada (CAC), obtiveram como frações mais abundantes os intervalos de 0,50 - 0,25 mm (> 60%) e 2,0 - 1,0 mm (+/- 50%), para areia e CAC, respectivamente. Fernandes (2013) realizando a caracterização física dos substratos S1 (20% CAC + 20% composto orgânico + 60% AL), S2 (20% CAC + 40% composto orgânico + 40% areia lavada), S3 (20% CAC + 60% composto orgânico + 20% areia lavada), S4 (20% CAC + 60% composto orgânico + 20% areia lavada) e S5 (Golden Mix[®] - 100% fibra de coco) observou valores para os substratos S1, S2, S3 e S4 predominantemente de partículas de tamanho intermediário (1,18 - 0,50 mm) e pequena (0,50 - 0,25 mm). Já para o substrato S5, destacou-se as frações intermediárias (2,0 - 0,50 mm), corroborando os valores obtidos no presente estudo para o substrato comercial S11 (100% Golden Mix[®]).

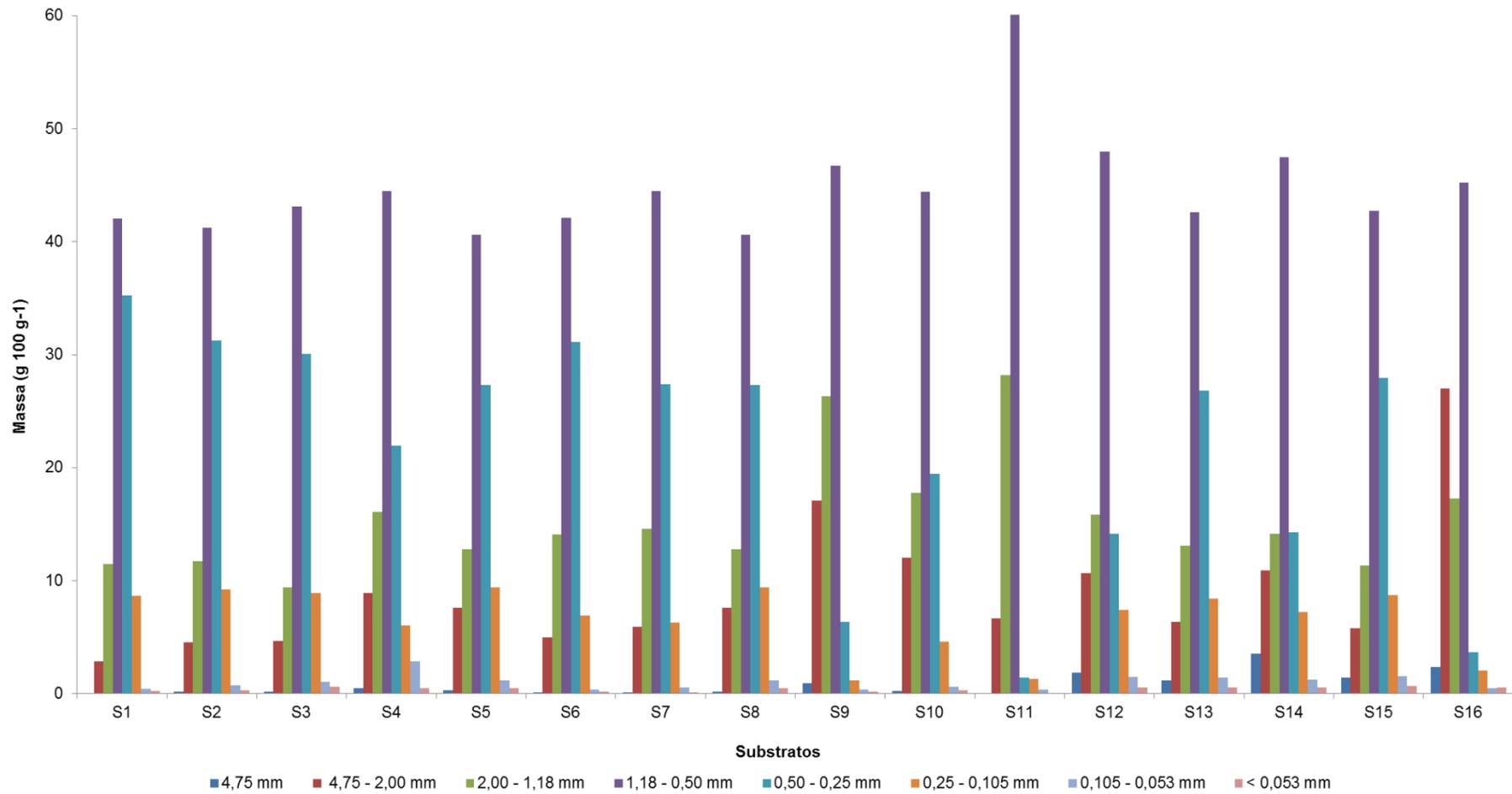


Figura 5. Distribuição do tamanho de partículas dos substratos utilizados para aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Variáveis de crescimento

1.3.1.1 Curvas de crescimento para substratos formulados à base de composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA)

O diâmetro caulinar aumentou com o aumento da proporção de CBEA no substrato, atingindo valor máximo estimado com 40% de CBEA, 20% de casca de arroz e 40% de AL. Posteriormente, com as maiores proporções individuais de AL e de CBEA foram obtidos os menores valores.

Com relação ao comprimento caulinar das mudas (Figura 6B), verificou-se um ajuste ao modelo cúbico para a mistura, sendo que as mudas cultivadas nos substratos S3 e S4 apresentaram valores superiores às mudas cultivadas nos demais substratos, sendo o maior valor de 4,83 mm, pois levando em consideração que o substrato S5 apresenta a máxima percentagem de CBEA na mistura, obteve menor crescimento para comprimento caulinar (3,09 mm).

Para o diâmetro das mudas (Figura 6C) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando valores superiores para as mudas cultivadas no substrato S4, obtendo 108,55 mm, enquanto que as mudas cultivadas nos substratos S1 e S5 obtiveram valores inferiores aos demais tratamentos, com 72,69 e 91,45 mm, respectivamente.

Para o crescimento em comprimento das mudas (Figura 6D) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S1, S2, S3 e S4 obtiveram comportamento semelhante em relação ao comprimento das mudas do abacaxizeiro 'Imperial' com valor máximo de 4,0 cm no S1, enquanto o substrato S5 obteve menor comprimento com valor de 3,25 cm. O Comprimento da muda é uma variável muito importante e até mesmo determinante para a definição do momento ideal de transplante para outro recipiente e para o campo. Catunda et al. (2008) avaliaram o efeito da aplicação de doses de brassinosteróide (0 a 1 mg L⁻¹) e do uso de dois substratos sobre a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Imperial'. Evidenciaram maior crescimento da parte aérea das mudas.

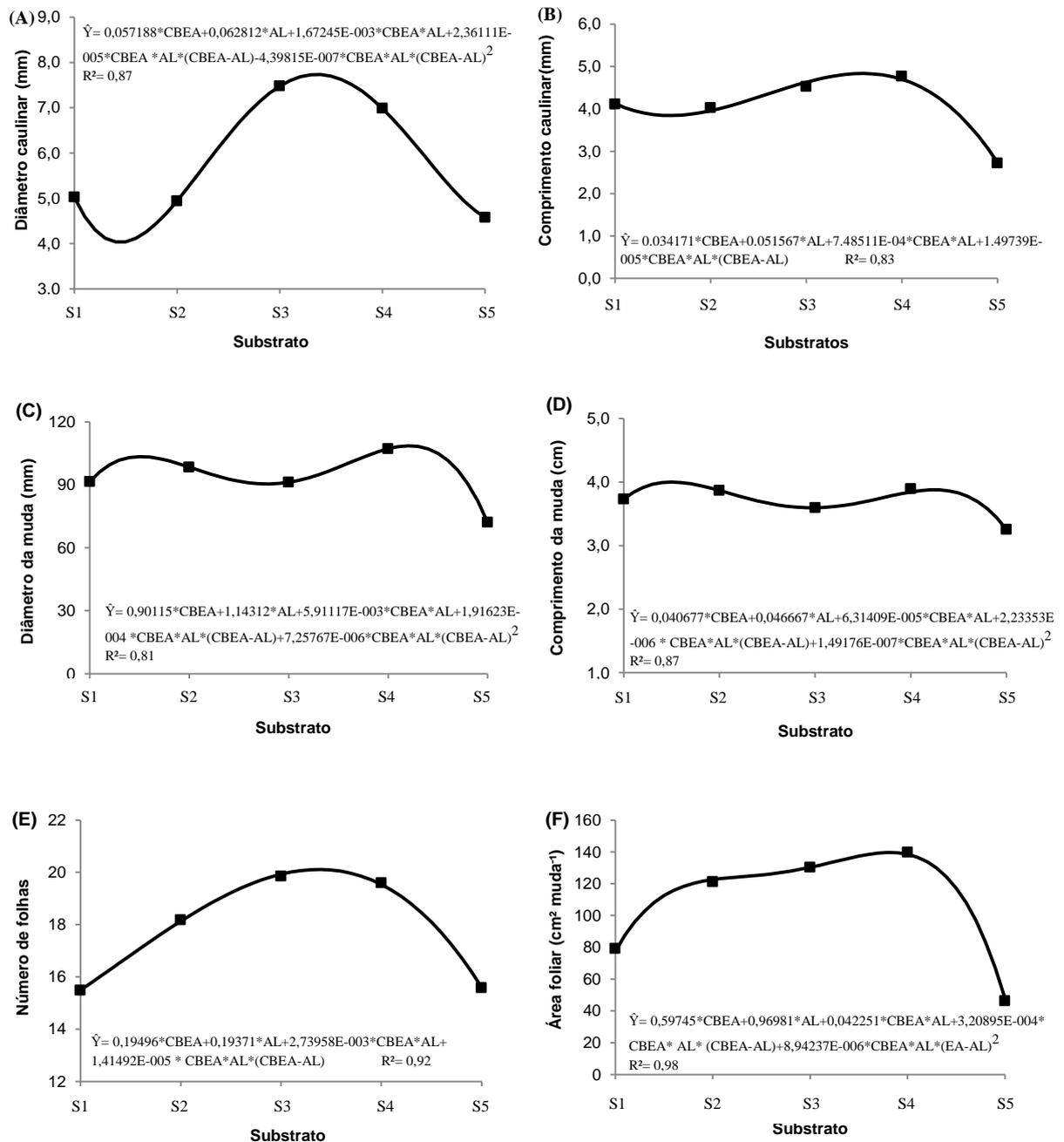


Figura 6. Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) de mudas do abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandeja, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) e S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada.

Com relação ao número de folhas emitidas (Figura 6E) verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S3 apresentaram maiores valores, com 20 folhas muda⁻¹. Entretanto, quando se utilizou os extremos (maior e menor percentagem de CBEA) referentes aos substratos S1 e S5 se observou os menores números de folhas, obtendo valores de 15 e 16 folhas muda⁻¹, respectivamente. O número de folhas reflete diretamente na sua atividade fisiológica, o acúmulo de reserva e, posteriormente, no tamanho e peso do fruto produzido pela planta e tamanho da mesma.

A determinação da área foliar é importante, pois as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de material orgânico através da fotossíntese (BERNARDI et al., 2008). Para o crescimento em área foliar (Figura 6F) verificou-se um ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S4 obtiveram maior crescimento, com valores de 139,62 cm² muda⁻¹, entretanto os substratos que obtiveram menor crescimento em área foliar foram os substratos S1 e S5 com valores de 79,08 e 41,29 cm² muda⁻¹, respectivamente.

Couto et al. (2012), avaliando o crescimento de mudas de bromélia *A. pineliana* em substratos oriundos de resíduos agroindustriais em fase de aclimatização, verificaram que aos 120 dias após o transplante das mudas, os substratos com casca do fruto da mamoneira, pura ou em mistura com Plantmax HT[®] ou fibra de coco é indicada para a aclimatização de mudas oriundas da propagação vegetativa *in vitro*, obtendo valores médios para diâmetro da roseta (16,77 cm), altura da roseta (5,45 cm) e número de folhas (16).

Para a fitomassa seca foliar (Figura 7A) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se para os substratos S2, S3 e S4 comportamento semelhante em relação ao incremento máximo de fitomassa seca foliar das mudas, com valor médio de 0,73 g muda⁻¹. Entretanto, quando as mudas foram cultivadas no substrato com máxima percentagem de CBEA referente ao substrato S5 a resposta foi inferior aos demais substratos, com 0,37 g muda⁻¹.

Com relação à fitomassa seca caulinar das mudas (Figura 7B), verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos S1, S2, S3 e S4 apresentaram comportamento semelhante, com valores próximos a 0,022 g muda⁻¹, entretanto as cultivadas no substrato S5 foram inferiores aos demais tratamentos, obtendo valor de 0,014 g muda⁻¹.

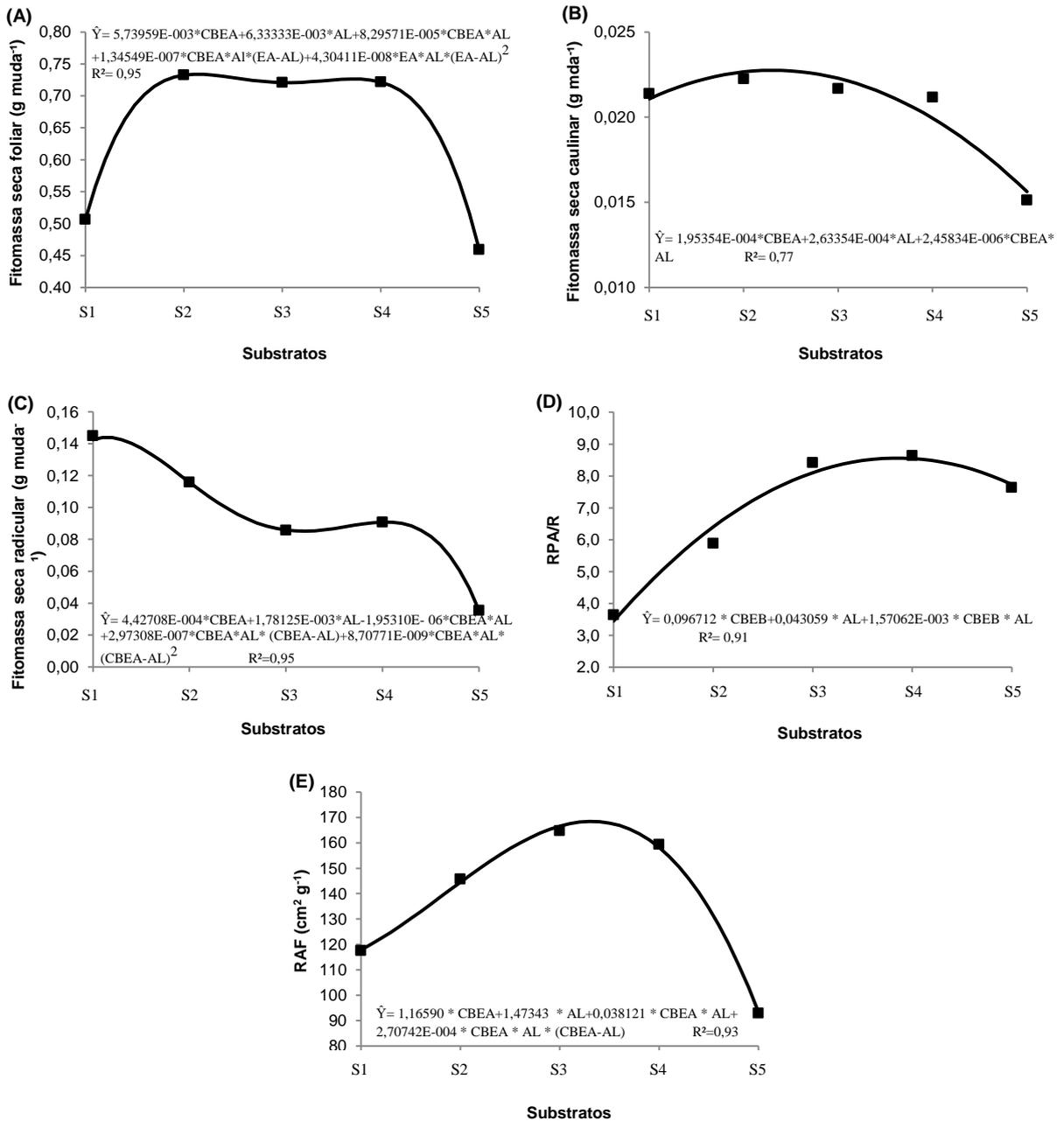


Figura 7. Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL), S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada

Para a fitomassa seca radicular das mudas de abacaxizeiro (Figura 7C), verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que o substrato S1 constituído de 80% de areia lavada, proporcionou maior incremento de fitomassa seca radicular com valor de $0,15 \text{ g planta}^{-1}$, sendo que o S5 apresentou menor resposta em relação ao crescimento das raízes, de $0,035 \text{ g muda}^{-1}$. O substrato S5 (80% CBEA + 20% CAC) com maior percentagem de composto orgânico a base de esterco de aves na mistura mostrou comportamento negativo em relação ao enraizamento das mudas do abacaxizeiro 'Imperial', as plântulas não conseguiram desenvolver sistema radicular, causando mortalidade de 37% das plântulas de abacaxizeiro 'Imperial'.

Para a relação parte aérea/raiz das mudas de abacaxizeiro (Figura 7D), verificou-se que se ajustou ao modelo quadrático para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos S3 e S4 obtiveram comportamento semelhante, com maior valor de 8,56, respectivamente. Ocorreu aumento da relação parte aérea/raiz à medida que foi elevada a percentagem do CBEA na mistura. Entretanto, quando se aplicou a máxima percentagem do composto orgânico apresentou redução na relação.

Verifica-se, pela Figura 7E, que a componente morfofisiológica razão de área foliar, que mostra a eficiência da planta em produzir material orgânico para seu crescimento e desenvolvimento, apresentou o maior valor de 168,43 e 159,38 ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$) nos substratos S3 e S4, respectivamente, resultando, dessa forma, menos eficiente. De acordo com Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2 e a fitomassa seca total, que é o resultado da fotossíntese.

Segundo Peixoto et al. (2006), a razão de área foliar apresenta tendência de diminuir com o crescimento da planta, uma vez que, inicialmente a maior parte do material fotossintetizado é convertida em folhas, visando a maior captação da radiação solar disponível. Ludwig et al. (2010) constataram efeito semelhante, devido à interferência das folhas superiores sobre as inferiores e redução da área foliar útil para a fotossíntese.

1.3.1.2 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB)

Em relação ao diâmetro caulinar (Figura 8A) das mudas de abacaxizeiro, verificou-se que se ajustou ao modelo cúbico para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no

substrato S9 obteve máximo crescimento em diâmetro caulinar com valor de 7,05 mm, quando as mudas foram cultivadas no substrato com maior percentagem do composto orgânico referente a 80% de CBEB.

Este fato sugere que a adição de composto orgânico na formulação de substratos é condição fundamental para proporcionar crescimento de mudas de abacaxizeiro, uma vez que atua como melhorador das condições físicas, químicas e biológicas do substrato, favorecendo a obtenção de mudas em altura ideal para transplântio em menor tempo possível. Este fato sugere que o substrato S9 apresenta aporte maior de nutrientes, oriundos dos materiais constituintes, principalmente o composto orgânico. Já o substrato com maior aporte de areia na mistura, o S1 exerceu efeito negativo, diminuindo o crescimento das mudas para a maioria das variáveis analisadas.

Constatou-se que o comprimento caulinar das mudas (Figura 8B), se ajustou ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S9 apresentaram crescimento máximo com valor de 5,53 mm, havendo incremento do comprimento caulinar com o aumento do percentual de CBEB na composição do substrato, referente à maior dose.

O diâmetro da muda (Figura 8C) de abacaxizeiro 'Imperial' ajustou-se ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que houve o maior incremento no diâmetro da muda com o aumento do percentual de CBEB na composição do substrato, proporcionando diâmetro máximo da muda de 136,86 no substrato S8. As mudas cultivadas no substrato S1 apresentaram menor diâmetro da muda. A matéria orgânica, presente em maior proporção no esterco bovino e no composto orgânico, modifica positivamente as características físicas do solo ou substrato, promovendo agregação de partículas primárias, aumentando a estabilidade estrutural, a permeabilidade hídrica e reduzindo a evaporação (CAVALCANTI, 2008).

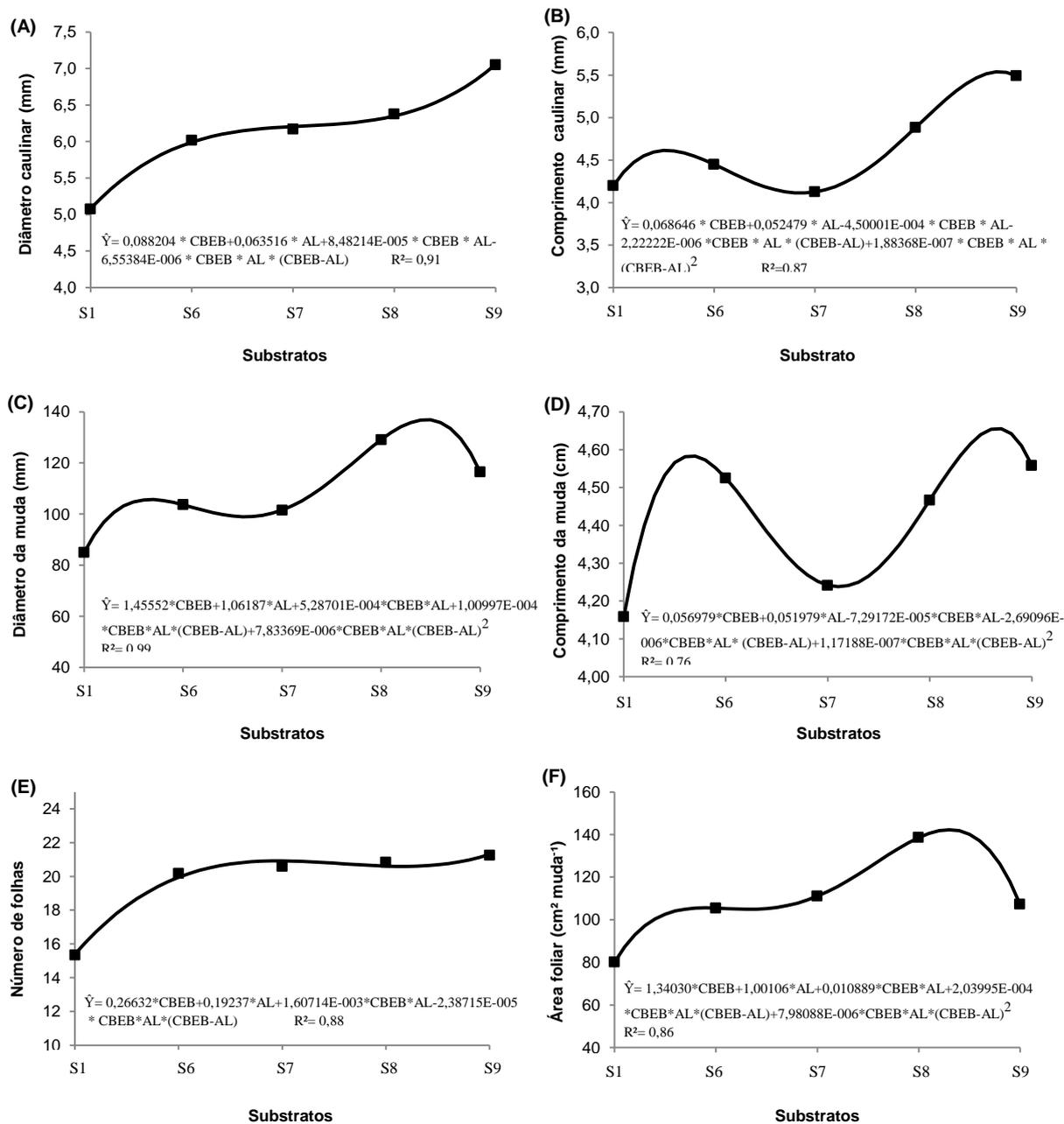


Figura 8. Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) do abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S9 (80% CBEB + 20% CAC). CBEB: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada

Para o comprimento da muda (Figura 8D) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas obtiveram maior crescimento em comprimento da muda no substrato S9, obtendo 4,65 cm. Entretanto, o comprimento das mudas cultivadas no substrato S1 foram inferiores quando comparado aos demais substratos analisados, obtendo valor de 3,95 cm.

Quanto ao número de folhas emitidas (Figura 8E), verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S6, S7, S8 e S9 obtiveram comportamento semelhante em relação ao número de folhas com valor máximo de 21 folha planta⁻¹. Entretanto o substrato S1 apresentou 15 folhas planta⁻¹, correspondente à ausência do composto orgânico na mistura.

Moreira et al. (2006), avaliando o efeito de substratos na aclimação de mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’ aos 90 dias após o transplântio, observaram que os melhores resultados da parte aérea, foram obtidos com os substratos com composto orgânico, (50% solo + 50% esterco bovino) e (40% solo + 30% esterco bovino + 30% Plantmax[®]), mostrando que as plantas com maior altura e número de folhas apresentaram também, valores elevados de massa fresca e seca da parte da parte aérea.

Para o crescimento em área foliar (Figura 8F) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S8 apresentaram maior crescimento em área foliar com valor de 142,27 cm² planta⁻¹, resultado superior em relação a maior percentagem de composto orgânico na mistura que é de 80% de CBEB.

Para a fitomassa seca foliar (Figura 9A) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S8 e S9, apresentaram comportamento semelhante para peso seco de folha, obtendo valor máximo de 0,86 g muda⁻¹. A ausência do composto de CBEB resultou em menores valores de fitomassa seca foliar, gerando valor de 0,50 g muda⁻¹ quando cultivadas no substrato S1. Resultados obtidos neste trabalho são semelhantes aos obtidos por Lacerda et al. (2008), com mudas da goiabeira ‘Paluma’ verificando diminuição da massa seca foliar com o aumento das proporções de areia e solo.

Em relação fitomassa seca caulinar (Figura 9B) das mudas de abacaxizeiro, verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, apresentando valor máximo de 0,032 g muda⁻¹ quando cultivadas no substrato S9. Entretanto, as mudas cultivadas no substrato S1

mostraram comportamento inferior em relação aos demais substratos analisados com valor de 0,020 g muda⁻¹.

Para a fitomassa seca radicular (Figura 9C) verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, sendo que as mudas cultivadas no substrato S1 constituído de 80% de areia lavada foi o que proporcionou maior fitomassa seca radicular, com valor de 0,145 g muda⁻¹, enquanto que os menores valores foram obtidos nos substratos S8 e S9. A areia promoveu efeito positivo para a fitomassa seca radicular, com o aumento de sua concentração no substrato. O aumento da percentagem do composto orgânico (CBEB) na mistura provocou diminuição na fitomassa seca radicular das mudas, podendo-se explicar este comportamento pelo fato deste substrato possuir, comparado a outros, maior CTC e, desta forma, mais nutrientes na forma mineral e lábeis para planta. Daí a não necessidade de crescimento radicular em busca de nutrientes.

Para a relação parte aérea/raiz (Figura 9D), verificou-se ajuste ao modelo cubico para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos S9 apresentou maior valor de 9,51. Ocorreu aumento da relação parte aérea/raiz à medida que foi elevada a percentagem do CBEB na mistura.

Constatou-se para a razão de área foliar (Figura 9E) aumento à medida que a percentagem do CBEB no substrato aumentou, atingindo maior valor no substrato S8 (154,01 cm² g⁻¹), embora quando cultivado na maior percentagem de CBEB ocorreu redução na RAF.

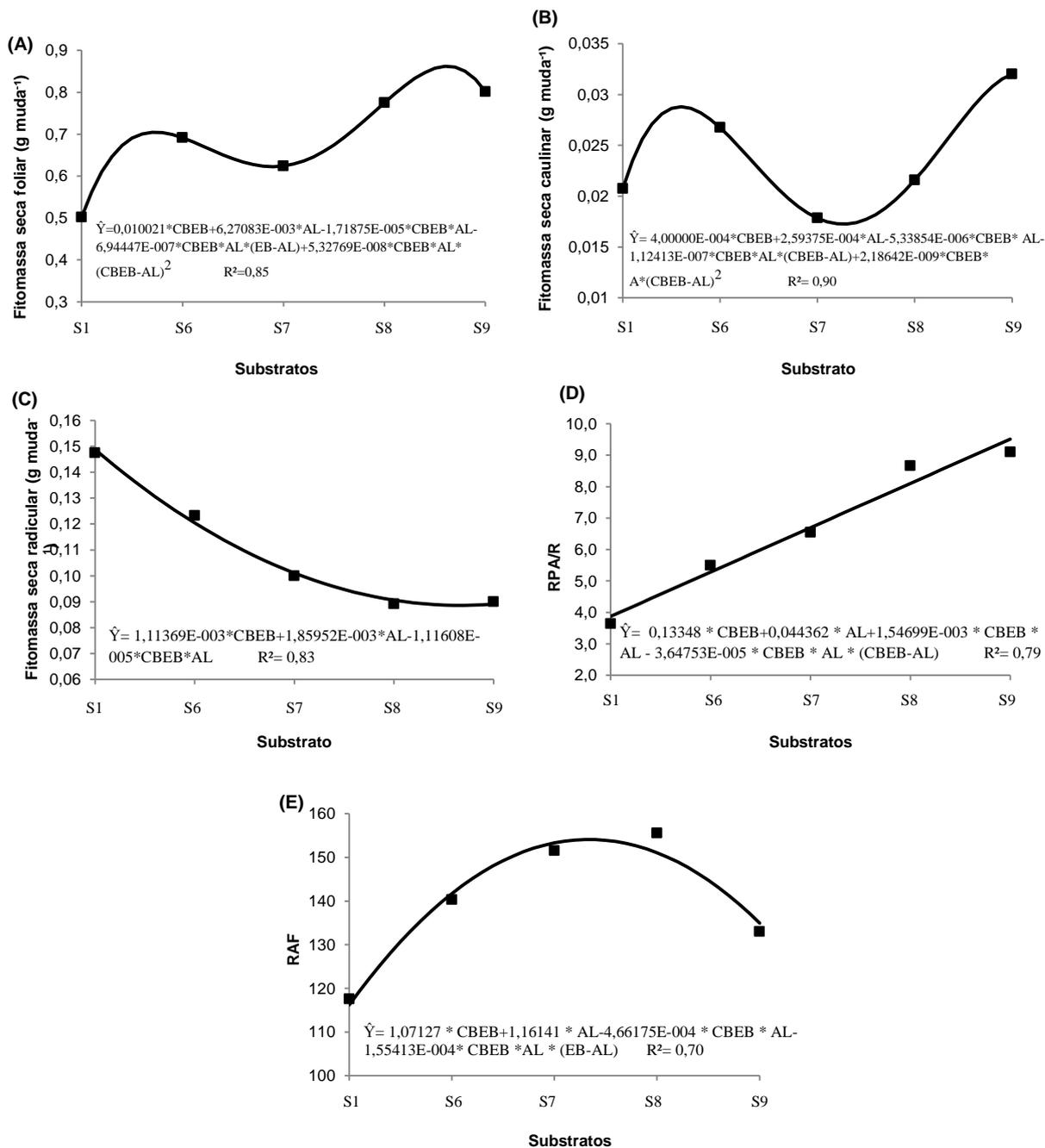


Figura 9. Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1(20% CAC + 80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e (80% CBEB + 20% CAC). CBEB: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada

1.3.1.3 Análise do índice SPAD e nitrogênio nas folhas

Os valores de leituras SPAD (Figura 10A) e N-total (Figura 10B), apresentaram comportamento linear para a mistura, ocorrendo aumento à medida que a porcentagem do composto CBEA na mistura foi aumentado, sendo que o substrato S5 obteve maiores valores de índice SPAD e N-total com 34,67 e 13,67 g kg⁻¹, respectivamente.

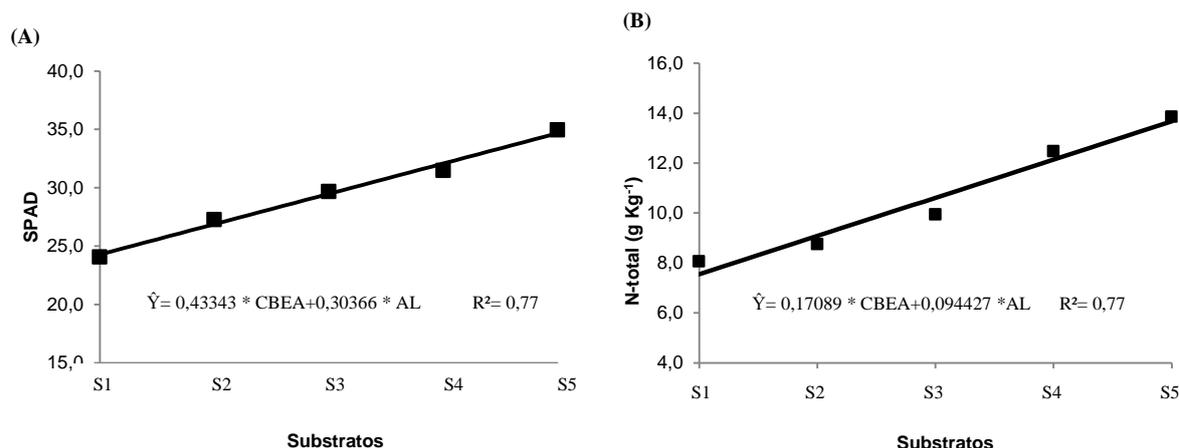


Figura 10. Índice SPAD (A) e teor de N-total em folhas (B) de mudas do abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1(20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL), S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) e S5 (80% CBEA + 20% CAC). CBEA: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas por fazer parte de uma série de compostos indispensáveis ao seu desenvolvimento, como das moléculas de clorofila, das bases nitrogenadas dos nucleotídeos, dos aminoácidos, proteínas (dentre as quais a enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase oxigenase - Rubisco, catalisadora da redução fotossintética do CO₂) e de vários compostos do metabolismo secundário. Para fazer parte destas substâncias, o nitrogênio deve ser absorvido da rizosfera pelas raízes, onde deve estar disponibilizado normalmente na forma de N-NH₄⁺ ou N-NO₃⁻ (TAIZ; ZEIGER, 2008).

O nitrogênio desempenha funções importantes no metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), além de integrar uma série de compostos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro, incluindo bases nitrogenadas de nucleotídeos e

aminoácidos, proteínas, moléculas de clorofila, entre outros (MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003; MALAVOLTA, 2006; VIEIRA et al., 2010).

O teor de nutrientes nos tecidos vegetais reflete sua disponibilidade no substrato de cultivo, pois existe relação entre o fornecimento de um nutriente pelo substrato de cultivo ou por um fertilizante e a concentração na folha, e uma relação entre essa concentração e a produção da cultura (MALAVOLTA et al., 1997).

Em relação ao índice SPAD (Figura 11A) verificou-se que se ajustou ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S9 apresentam máximo valor (39,32).

Não foi verificada diferença entre os substratos para o teor de nitrogênio total presente na fitomassa seca da parte aérea (Figura 11B). Obtendo valor médio de 8,83 g kg⁻¹ de N-total.

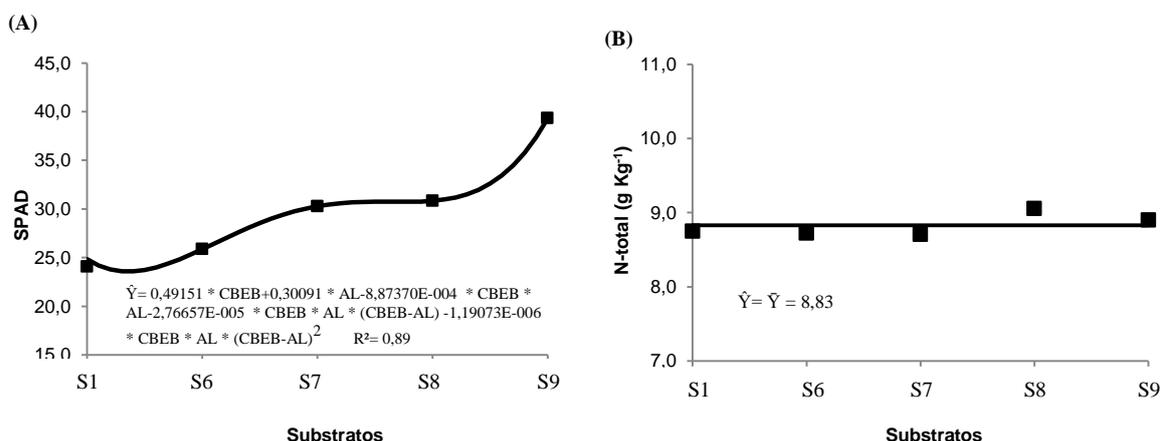


Figura 11. Índice SPAD (A) e nitrogênio total (B) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em bandejas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC +80% AL), S6 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S7 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S8 (20% CAC + 20% AL) S9 (80% CBEB + 20% CAC). CBEA: composto bagaço de cana e esterco de aves; CAC: casca de arroz carbonizada; AL: areia lavada

Em relação à leitura do índice SPAD (Tabela 3) verificou-se que o substrato S15 apresentou maior valor para o índice SPAD de 29,15, entretanto, não sendo observada diferença significativa pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade em relação aos substratos S16, S11 e S13.

Não foi observado diferença significativa entre os substratos a base de Golden Mix[®] em relação ao teor de N-total (Tabela 3) nas folhas das mudas de abacaxizeiro, com valor médio de 7,47 mg 100g⁻¹. Considerando a faixa adequada de teores proposta por Malézieux; Bartholomew (2003) para plantas de abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’, 15 a 17 g kg⁻¹ de N, os valores obtidos neste trabalho ficaram abaixo da faixa ideal. Este fato pode ter ocorrido devido a fatores como a idade da planta e ausência de adubação. Ainda de acordo com Malavolta et al. (1997), são considerados adequados teores superiores a 12 g kg⁻¹ de N.

Tabela 3. Resumo das médias para índice SPAD e N-total das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas em substratos orgânicos e comercial

Substratos	SPAD	N-total (mg 100g⁻¹)
S10	26,11 b	7,78 a
S11	28,43 a	7,70 a
S12	26,56 b	7,26 a
S13	28,21 a	7,43 a
S14	24,21 b	8,0 a
S15	29,15 a	7,08 a
S16	28,45 a	7,04 a
C.V (%)	7,89	8,02

S10 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S11 (100% GM), S12 (20% CBEB + 80% GM), S13 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S14 (20% CBEA+ 80% GM), S15 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S16 (20% CAC + 80% GM). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi verificada correlação positiva entre a leitura SPAD e os teores de N-total nas folhas, apresentando coeficiente de correlação $r = 0,366^{**}$, existindo correlação moderada ou dependência linear entre o teor de nitrogênio e o índice SPAD. Ramos et al (2013) avaliando leitura SPAD em relação a deficiência de macronutrientes e de boro em plantas de abacaxizeiro ‘Imperial’ verificaram que houve correlação linear e positiva da leitura SPAD com a largura da folha D e com a deficiência de N, indicando que o índice SPAD pode ser usado na estimativa de crescimento vegetativo do abacaxizeiro e do status nutricional do N.

Tradicionalmente os métodos utilizados para determinação do teor de clorofila requerem destruição das folhas, o que é uma desvantagem em estudos que visem determinar o efeito da ontogenia da folha no grau de esverdeamento. Além disso, esses métodos são muito demorados e onerosos. Nesse intuito o SPAD-502 surge como alternativa, o qual fornece leituras que podem se relacionar com o teor de clorofila presente na folha, de forma rápida (poucos segundos), prática e não destrutiva, ainda em campo, a um custo baixo (JESUS; MARENCO, 2008).

1.3.1.4 Teste de média para os substratos formulados à base de Golden Mix[®]

Verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos analisados. Para a maioria das variáveis analisadas os substratos S12 e S15 foram superiores aos demais substratos, porem não diferindo de outros substratos para algumas variáveis. Este fato possivelmente ocorreu devido a formulação da maioria dos substratos ser a base de Golden Mix[®] (80% na mistura); além disso acredita-se que a finalidade da fase de aclimatização e promover o enraizamento das mudas em bandejas multicelulares ou tubetes, e neste estágio as mudas não exigem grandes quantidades de nutrientes e sim substratos com características físicas favoráveis ao enraizamento.

A presença de metabólitos secundários, como taninos e outros polifenóis, que precipitam micronutrientes e proteínas no Golden Mix[®] (100% fibra de coco), pode ter prejudicado a absorção de nutrientes. Segundo Fageria; Stone (2006) e Kraus et al. (2004), os taninos e outros polifenóis podem diminuir as fontes de nitrogênio, sequestrando proteínas em complexos tanino-proteicos resistentes à mineralização, complexando ou desativando enzimas microbianas, inibindo a atividade microbiana por meio de toxicidade direta e/ou agindo como fonte de carbono que pode aumentar a imobilização microbiana do nitrogênio e diminuir a sua mineralização a partir da matéria orgânica do substrato.

Tabela 5. Valores médios de diâmetro caulinar (DC), comprimento caulinar (CC), diâmetro da muda (DM), comprimento da muda (CM), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC), fitomassa seca radicular (FSR), relação parte aérea/raiz (RPA/R) e razão de área foliar (RAF) durante aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

Substratos	DC (mm)	CC (mm)	DM (mm)	CM (cm)	NF	AF (cm² muda⁻¹)	FSF (g muda⁻¹)	FSC (g muda⁻¹)	FSR (g muda⁻¹)	RPA/R	RAF (cm² g⁻¹)
S10	6,13 a	5,01 a	100,67 a	4,33 c	18,41 b	99,93 b	0,640 a	0,021 a	0,100 b	6,2 b	130,50 b
S11	5,08 b	4,06 b	99,47a	5,08 b	19,66 a	96,28 b	0,568 b	0,015 b	0,137 a	3,7 c	135,00 b
S12	6,15 a	5,58 a	99,23 a	4,50 c	20,66 a	113,73 a	0,702 a	0,021 a	0,088 b	8,0 a	139,75 b
S13	6,27 a	4,38 b	101,90 a	3,80 c	16,58 b	92,51 b	0,590 b	0,017 b	0,124 a	4,5 c	126,00 b
S14	6,27 a	4,37 b	92,28 b	3,94 c	18,66 b	53,64 c	0,540 b	0,017 b	0,093 b	5,7 b	181,75 a
S15	6,30 a	5,04 a	103,87 a	6,10 a	16,50 b	101,83 b	0,665 a	0,021 a	0,095 b	7,0 a	131,75 b
S16	5,83 a	4,13 b	102,74 a	4,25 c	17,16 b	92,54 b	0,496 b	0,014 b	0,140 a	3,0 c	141,00 b
CV %	7,52	11,49	7,92	8,56	10,06	15,02	12,46	16,01	14,26	20,0	13,33

S10 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S11 (100% GM), S12 (20% CBEB + 80% GM), S13 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S14 (20% CBEA+ 80% GM), S15 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S16 (20% CAC + 80% GM). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os substratos orgânicos devem ser estáveis biologicamente, ou seja, bem decompostos. Materiais com altas relações C/N (>30), normalmente, apresentam alta atividade de microrganismos, que podem competir com as mudas por nutrientes, principalmente N e S e, como consequência, as mudas podem sofrer com a deficiência destes nutrientes (GONÇALVES et al., 2000).

Segundo Berilli et al. (2011), obtiveram mudas de abacaxizeiro ‘Vitória’ oriundas da biofabrica com 90 dias de aclimatização e cultivadas no substrato Plantmax[®] hortaliças, apresentando número de folhas (9,50), altura das plantas (11,23 cm) e diâmetro de roseta (11,45 cm).



Figura 12. Mudanças de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15 e S16 aos 90 dias após transplante em bandejas de polietileno

1.4 CONCLUSÕES

- Os substratos S5 (80% CBEA + 20% CAC), S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL), e S9 (80% CBEB + 20% CAC) apresentaram as melhores características físicas;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto bagaço de cana e esterco aves - S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) apresentaram maiores valores para maioria das variáveis de crescimento; enquanto os maiores valores de teor de N-total e índice SPAD foram observadas nas plantas cultivadas no substrato S5 (80% CBEA + 20% CAC);
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto bagaço de cana e esterco bovino - S9 (80% CBEB + 20% CAC) apresentaram maiores valores para maioria das variáveis de crescimento;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de Golden Mix[®], S12 e S15 apresentaram os maiores valores para a maioria das variáveis analisadas;
- Houve baixa correlação entre o índice SPAD e nitrogênio total.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSORENA, J. M. **Sustratos: propiedades y caracterizacion**. Espanha: Mundi-Prensa, 1994. 172p.
- BALDOTTO, L. E. B. **Estrutura e fisiologia da interação entre bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas com abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatização**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2009.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; VIANA, A. P.; BRESSAN-SMITH, R. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatização. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 349-360, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BERILLI, S. da S.; CARVALHO, A. J. C. de.; FREITAS, S. de J.; BERILLI, A. P. C. G.; SANTOS, P. C. dos. Crescimento de mudas de abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatização em função do seu tamanho inicial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p. 632-637, 2011.
- BERNARDI, A. C. de C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; REZENDE, N. das G. de A. da M.; PAIVA, P. R. P.; MONTE, M. B. de M. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 794-800, 2008.
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, The Hague, n. 38, p. 1954-1965, 1973.
- CABRAL, J. R. S., LEDO, C. A. S., CALDAS, R. C., JUNGHANS, D. T. Variação de caracteres em híbridos de abacaxizeiro obtidos de diferentes cruzamentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1129-1134, 2009.
- CATIVELLO, C. Physical properties in commercial substrates and their relationships. **Acta Horticulturae**, v. 294, p. 207-214, 1991.

CATUNDA, P. E. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, M. M. A.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróide e substratos na aclimação do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 345-352, 2008.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2a aproximação**. Recife: IPA, 2008. 212 p.

COELHO, R. I. **Clonagem do abacaxizeiro a partir de coroas e secções de caule tratadas com reguladores de crescimento e fertilizantes químicos**. 2005. 114 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. S.; LOPES, J. C.; PESSANHA, P. G. O. Resposta à adubação com ureia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 161-165, 2007.

CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, v. 4, n. 4, p. 1-4, 1967.

COUTO, T. R. do.; JASMIM, J. M.; CARVALHO, V. S. Resíduos da agroindústria como substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de bromélia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 242-246, 2012.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta horticulturae**, v. 26, p. 37-44, 1972.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Physical, chemical and biological changes in the rhizosphere and nutrient availability. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, n. 7, p. 1327-1356, 2006

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H.; KAMPF, A. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 75-79, 2012.

FERNANDES, L. F. **Crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia osbeck*) cultivado em substratos sob doses de nitrogênio.** 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos a base de turfas sob o uso de condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada.** 1997. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

GONÇALVES, J. L. de M. et al. Produção de Mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização In: GONÇALVES, J. L. de M. e BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**, Piracicaba. p. 310-350. 2000.

HOFFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung Von tks und gartnerischen erden. Mitteilungen der VDLUFA, **Herft**, v. 6, p. 129-153. 1970.

JESUS, S. V. de.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 815 - 818, 2008.

KRAUS, T. E. C.; ZAOSKI, R. J.; DAHLGREN, R. A.; HORWATH, W. R.; PRESTON, C. M. Carbon and nitrogen dynamics in a forest soil amended with purified tannins from different plant species. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 36, p. 309-321, 2004.

LACERDA, J. S. et al. Crescimento de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em diferentes substratos adubados com fósforo. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 102-114, 2008.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L. Análise de crescimento de gébera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2ª ed. Piracicaba: Potafos. 1997. p. 309.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D. P. **Plant nutrition**. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E.; ROHRBACH, K. G., eds. **The Pineapple: Botany, production and uses**. Honolulu, CAB, 2003. p. 143-165.

MELETTI, L.M. M., SAMPAIO, A. C., RUGGIERO, C. Avanços na fruticultura tropical no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 73-75, 2011.

MOREIRA, M. A. **Produção e aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L) Merrill cv. Pérola**. 2001. 81 f. Tese (Doutorado em produção vegetal). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

POSPÍSILOVÁ, J.; TICHÁ, I.; KADLECEK, P.; HAISEL, D.; PLZÁKOVÁ, S. Acclimatization of micropropagated plants to ex vitro conditions. **Biologia Plantarum**, v. 42, p. 481-497, 1999.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. da R. Leitura SPAD em abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 277 - 281, 2013.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SCHAFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. 2004. 144p. Tese Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D de.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SCIUTTI, R.; MORINI, S. Effect of relative humidity in in vitro culture on some growth characteristics of a plum rootstock during shoot proliferation and rooting and on plantlet survival. **Advances in Horticultural Science**, v. 7, p. 153-156, 1993.

SINGH, B. P.; SINJU, U. M. Soil physical and morphological properties and root growth. **Horticultural Science**, v. 33, p. 966-971, 1998.

SOUZA, F. V. D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; SOUZA, E. H. de. O abacaxi ornamental. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. C. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 18-39.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 719p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

VALERO, R. M. M.; MATSUDA, E. E.; SOUZA, A. L. de. Caracterização física de dois substratos orgânicos para plantas e a estimativa da umidade por meio da reflectometria no domínio do tempo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 571-574, 2009.

VIEIRA, D. P.; PORTES, T. A.; SERAPHIN, E. S.; TEIXEIRA, J. B. Fluorescência e teores de clorofila em abacaxizeiro cv. Perola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 32, p. 360-368, 2010.

WALLER, P. L.; WILSON, G. C. S. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, n. 150, p. 51-58, 1984.

WARDLE, K.; DOBBS, E. B.; SHORT, K. C. In vitro acclimatization of aseptically cultured plantlets to humidity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 108, n. 3, p. 386-389, 1983.

WEBER, O. B.; CORREIA, D.; SILVEIRA, M. R. S. da; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, E. M. de; SÁ, E. G. Efeito das bactérias diazotróficas em mudas micropropagadas de abacaxizeiro ‘Cayenne champac’ em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 689-696, 2003.

CAPITULO II

Aclimação de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial em substratos orgânicos e comercial

RESUMO: A otimização na fase de aclimação de mudas de abacaxizeiro tem sido promovida por meio do uso de substratos adequados, pois tem papel importante no desenvolvimento das mudas, disponibilizando nutrientes e condições adequadas para a sua formação. Este experimento teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de abacaxizeiro 'Imperial' na fase de aclimação em diferentes substratos orgânicos e comercial. Foi desenvolvido no Viveiro de Fruticultura, DFCA/CCA/UFPB, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por 12 mudas. Os tratamentos foram distribuídos em 15 composições de substratos, sendo obtidos através da combinação de composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de aves - CBEA, composto de bagaço de cana-de-açúcar e esterco de bovino - CBEB, casca de arroz carbonizada - CAC, areia - AL e terra de subsolo - TS. Avaliou-se aos 150 dias após o transplante, diâmetro caulinar, comprimento caulinar, diâmetro da planta, número de folhas, área foliar, fitomassa seca foliar, caulinar e radicular; relação parte aérea/raiz, razão de área foliar, taxa de crescimento absoluta e relativa; índice SPAD, clorofila total e N-total. Constatou-se que o substrato formulado à base de CBEA - S4 conferiu os maiores valores de crescimento para a maioria das variáveis analisadas; as mudas cultivadas no substrato à base de CBEB - S8 apresentaram os maiores valores de crescimento para a maioria das variáveis; o substrato à base de Golden Mix[®] - S9 apresentou os maiores valores para a maioria das variáveis analisadas; as mudas cultivadas no substrato à base de CBEA - S4 apresentou maior TCA aos 120 dias após o transplante (DAT); e a maior TCR foi observado no S3 aos 60 DAT; o substrato à base de CBEB - S7 apresentou maior TCA, aos 120 dias após o transplante (DAT); a maior TCR foi observado no S6, aos 60 DAT; as mudas cultivadas nos substratos à base de Golden Mix[®] - S9 apresentou maior TCA, aos 120 DAT; e a maior TCR foi observado no S13 (20% CBEA+ 80% GM), aos 60 DAT; o índice SPAD correlaciona-se positivamente com o teor de clorofila e o teor foliar de N.

Palavras chave: composto orgânico, abacaxi, produção de mudas, micropropagação.

CAPITULO II

Acclimatization of cutting pineapple (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. Imperial in trade and organic substrates

ABSTRACT: The optimization phase of acclimatization of plants of pineapple has been promoted through the use of suitable substrates, it has important role in the development of the plants, providing nutrients and appropriate conditions for their formation. This experiment aimed to evaluate the growth of seedlings of pineapple ‘Imperial’ in the acclimatization phase in different trade and organic substrates. Was developed in the Fruit Nursery, DFCA/CCA/UFPB, the experimental design was completely randomized, with four replications, and the experimental unit consists of 12 seedlings. The treatments were distributed in 15 substrates composition, being obtained by combining composed of crushed sugar cane - CBEA, composed of crushed sugar cane and cattle manure - CBEB, bark carbonized rice - CAC, sand - AL and subsoil - TS. Was evaluated at 150 days after transplant, stem diameter, shoot length, plant diameter, number of leaves, leaf area, leaf dry weight, stem and root; relationship shoot/root part, leaf area ratio, absolute growth rate and relative; SPAD index, N-total and total chlorophyll. It was found that the substrate formulated with CBEA - S4, gave the highest values of growth for most variables; cultured on a substrate based on CBEB seedlings - S8 showed the highest growth for most variables, the based substrate Golden Mix[®] - S9 showed the highest values for most variables; cultured on a substrate based on CBEA seedlings - S4 showed higher TCA at 120 days after transplanting (DAT) , and the highest was observed in TCR S3 at 60 DAT, the substrates of CBEB - S7 showed higher ACR at 120 days after transplanting (DAT), the largest TCR was observed in S6 at 60 DAT; cultivated on substrates of Golden Mix[®] seedlings - S9 showed higher TCA at 120 DAT, and higher RGR was observed in S13 (80% GM + 20% CBEA), at 60 DAT, SPAD index correlates positively with the chlorophyll content and leaf content of N.

Keywords : organic compound , pineapple , plant propagation , micropropagation .

2.1 INTRODUÇÃO

Muitos são os problemas que têm contribuído para impedir a expansão da abacaxicultura no Brasil, dentre os quais se destacam a falta de mudas de boa qualidade e em quantidade suficiente para formação de novas lavouras, a ocorrência de pragas e doenças, entre outros (GOTTARDI et al., 2002).

A micropropagação ou cultura de tecidos é uma alternativa viável para produção massal de material propagativo de abacaxizeiros, não só para produção de mudas saudáveis das cultivares comerciais susceptíveis à fusariose (ALBUQUERQUE *et al.*, 2000), mas também para multiplicação de novos genótipos produzidos em programas de melhoramento genético, objetivando reduzir o tempo de lançamento de cultivares (CABRAL; COPPENS D'EECKENBRUGGE, 2002).

Os termos aclimatização e aclimação são muitas vezes confundidos, porém a correta conotação de aclimatização refere-se à transferência de plântulas *in vitro* para um ambiente protegido, como em casas de vegetação com telados (ambiente controlado), sendo esse um processo basicamente artificial. A aclimação representa a fase seguinte do processo de adaptação que ocorre, essencialmente, em ambiente natural (GUERRA; NODARI, 2006).

O substrato pode apresentar grande variabilidade, mas deve ter como principais características uma baixa densidade, boa retenção de umidade e adequada aeração. Para tanto, podem ser utilizadas misturas de diferentes ingredientes como: vermiculita, turfa, casca de pinus, casca de eucalipto, casca de arroz carbonizada, pó de fibra de coco, esterco e compostos orgânicos diversos, bem como substratos comerciais disponíveis no mercado (SOUZA et al., 2009).

A aclimação tem um significado similar, entretanto, é um processo nos quais plantas ou outros organismos se tornam ajustados a um novo clima ou situação, sendo esse processo essencialmente natural (Guerra; Nodari, 2006).

As mudas de diversas frutíferas vêm sendo produzidas em diferentes recipientes, como bandejas, tubetes, vasos ou sacos plásticos, em sistemas protegidos e com o uso de substratos adequados a esse tipo de produção. O cultivo de plantas em substratos permite o controle mais rígido da nutrição mineral e da irrigação, proporcionando melhor condição de crescimento para as plantas.

As mudas de abacaxizeiro micropropagadas são comercializadas após aclimatização com altura aproximada de 6 a 7 cm e massa fresca da parte aérea de 2 a 3 g. A fase de

aclimação ainda é necessária para que o tamanho e a rusticidade da muda, para o plantio definitivo no campo, sejam atingidos. Reinhardt; Cunha (1999) recomendam uma altura a partir de 25 cm, como adequada para o plantio definitivo das mudas obtidas por seccionamento do caule. Coelho et al. (2007) obtiveram mudas de abacaxizeiro provenientes de seccionamento de caule, com 200 g, em período próximo a nove meses de aclimação.

Vários estudos vêm sendo realizados com o intuito de minimizar o impacto na aclimatização, esforços também têm sido feitos para reduzir o impacto da transferência da casa de vegetação para o viveiro no campo (BREGONCI et al., 2008).

O equipamento Minolta SPAD-502, que mede a intensidade da coloração verde das folhas, tem sido utilizado na quantificação de clorofilas, caracterizando-se pela rapidez, simplicidade e, principalmente, por possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar. Este equipamento tem sido utilizado com sucesso para diagnosticar o estado nutricional de diversas espécies frutíferas, como macieira (Porro et al., 2001a), videira (Rupp; Trankle, 1995; Rupp et al., 1999; Porro et al., 2001a e 2001b), pessegueiro (Thomidis; Tsipouridis, 2005) e Citrus (ARAÚJO et al., 2004).

A atividade fotossintética, o conteúdo de proteínas solúveis de nitrogênio (N), outros macronutrientes e micronutrientes existentes nas folhas são variáveis e podem ser correlacionadas com o conteúdo de clorofila no tecido foliar (RAJCAN et al., 1999). Por isso, o medidor de clorofila Minolta SPAD-502 tem sido investigado como instrumento para o rápido diagnóstico do estado nutricional de diversas culturas em relação ao conteúdo de N, agregando vantagens, como a simplicidade no uso, além de possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar (ARGENTA et al., 2001).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de abacaxizeiro 'Imperial' na fase de aclimação em diferentes substratos orgânicos e comercial.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no período de outubro de 2012 a março de 2013, Areia, PB. Com altitude de 574 m, latitude 6°58' S, e longitude 35° 42' WGr. De acordo com a classificação bioclimática de Gaussen, o bioclima predominante na área é o 3 dth nordestino sub-seco, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.400 mm. Pela classificação de Köppen, o clima é do tipo As', que se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e temperatura média anual oscilando entre 23 e 24° C.

Na Figura 1 estão representadas as temperaturas máxima, média e mínima no município de Areia-PB.

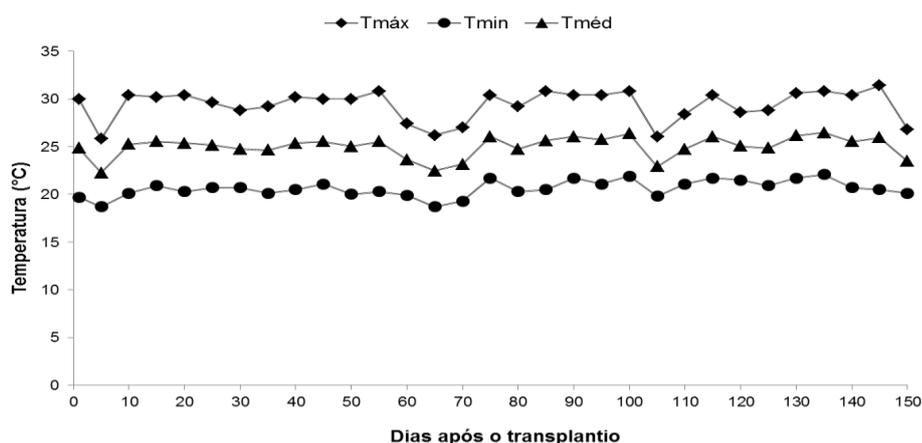


Figura 1. Temperaturas máxima (T máx), média (T méd) e mínima (T mín), aferidas durante o período experimental (outubro de 2012 a março de 2013). Fonte: estação meteorológica do CCA/UFPB, Areia-PB.

2.2.2 Instalação e condução do ensaio

O material vegetal utilizado foi de mudas de abacaxizeiro 'Imperial' obtidas por micropropagação, adquiridas na BioClone S.A. Icapuí - CE Estas passaram por um período de aclimatização em estufa, utilizando como recipiente bandejas multicelulares, durante um período de 90 dias após a transplante para condições *ex vitro*, e posteriormente as mudas

foram transplantadas em sacolas de polietileno 10 x 20 cm x 0,07 mm, com capacidade aproximada de 1 L, contendo os substratos previamente umedecidos.

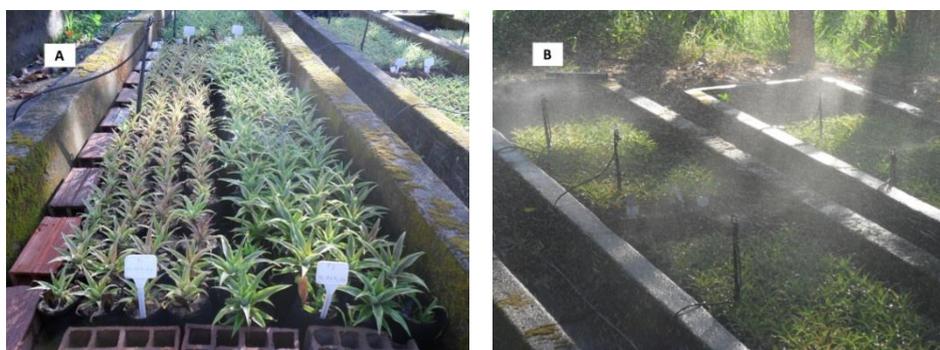


Figura 2. Vista dos canteiros com as mudas transplantadas nos sacos de polietileno (A), funcionamento do sistema de irrigação (B)

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, o experimento constituiu de 15 tratamentos, quatro repetições, sendo a parcela constituída por 12 mudas.

Tabela 1. Composição percentual dos substratos avaliados

Tratamentos	CBEA	CBEB	-----%-----			
			CAC	GM	AL	TS
S1	-	-	20	-	80	-
S2	20	-	20	-	60	-
S3	40	-	20	-	40	-
S4	60	-	20	-	20	-
S5	-	20	20	-	60	-
S6	-	40	20	-	40	-
S7	-	60	20	-	20	-
S8	-	80	20	-	-	-
S9	-	50	-	-	25	25
S10	-	-	-	100	-	-
S11	-	20	-	80	-	-
S12	-	10	-	80	10	-
S13	20	-	-	80	-	-
S14	10	-	-	80	10	-
S15	-	-	20	80	-	-

- Composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA); composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB); casca de arroz carbonizada (CAC); Golden Mix[®] (GM); areia lavada (AL); terra de subsolo (TS).

Foram avaliados 15 tipos de substratos formulados a partir de misturas volumétricas de três resíduos agroindustriais, produzidos na região do agreste paraibano: bagaço de cana de açúcar, esterco bovino e esterco de aves, além da casca de arroz carbonizada, areia lavada, terra de subsolo e do substrato comercial Golden Mix[®] que é constituído de fibra de coco granulada (triturado e reduzido o teor de sais). Sendo o substrato S9 (50% CBEB + 25% AL + 25% TS) recomendado pela biofabrica para aclimatização e aclimação das mudas. Posteriormente, foram misturados em diferentes proporções (Tabela 1).

Os compostos orgânicos denominados de composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB) e composto de bagaço de cana e esterco de aves (CBEA) foram formulados a partir das misturas nas seguintes proporções: bagaço de cana (70%) + esterco bovino (30%) e bagaço de cana (70%) + esterco de aves (30%) preparados no próprio Viveiro de Fruticultura a céu aberto onde receberam revolvimentos periódicos com intervalo de 10 dias, durante 100 dias. Em que o tempo necessário até o termino do processo de compostagem. Os componentes dos substratos, com exceção da casca de arroz carbonizada e do Golden Mix[®] foram passados em peneira de 6 mm para retirada de materiais mais grosseiros como cascalhos, galhos e outras impurezas e depois realizada as misturas.

As mudas foram mantidas em canteiro sob sistema de irrigação por microaspersão, constituindo-se de duas aplicações diárias, com duração de 10 minutos; na proteção das mudas contra o excesso de luminosidade, cobertura com sombrite (50%). O tratamento fitossanitário preventivo foi realizado com aplicação do Aliette[®] (Ethyl hydrogen phosphonate) fungicida sistêmico para prevenção da podridão das raízes (*Phytophthora nicotianae* var. parasítica) aplicando-se 3 g do i.a.c por litro de água, em intervalos de 30 dias e os tratos culturais foram realizados manualmente para eliminação de plantas invasoras.

Aos 120 dias após o transplântio das mudas em sacos plásticos foi retirado gradualmente o sombrite para exposição total das mudas a radiação solar, sendo que durante 10 dias foi retirado o sombrite no período da manhã e colocado novamente no período da tarde. Ao final deste período as mudas ficaram totalmente expostas às condições ambientais, objetivando com isso promover a rusticidade das mudas, reduzindo o estresse ocasionado no momento da transferência para as condições de campo.

Foram realizadas adubações foliares com Ubifol Ubiverde[®], com a seguinte composição: N= 15%; P₂O₅ = 15%; K₂O= 15% Ca= 1%; Mg= 1,4%; Cu= 0,5%; Zn= 0,5%; S

=2,7%; Fe= 0,5%; B =0,5%; Mn= 0,5%; Mo= 0,02%, aplicando-se 3 g L⁻¹ em intervalos de 25 dias, conforme recomendação do fabricante para mudas de frutíferas.

2.2.3 Variáveis analisadas

A determinação das variáveis de crescimento foi realizada aos 150 dias após o transplântio das mudas utilizando-se a média de três plantas. Sendo determinadas:

- *Altura da muda*: Medida do colo até o centro da roseta, em cm;
- *Diâmetro do caule*: Ao nível do colo, em mm; utilizando paquímetro digital;
- *Diâmetro da muda*: Foi mensurado entre as folhas opostas, em mm;
- *Altura do caule*: Em mm, utilizando paquímetro digital;
- *Número de folhas*: Destacando todas as folhas da planta;
- *Área foliar total (AFT)*: Através do medidor de área foliar da marca ADC Bioscientific, modelo Area Meter AM 300[®], sendo expressos em cm² muda⁻¹;
- *Fitomassa seca de folha, caule e raiz (FSPA e FSR)*: Obtida pela secagem em estufa, com temperatura de 65 °C ± 2 °C, até peso constante, em gramas;
- *Relação parte aérea/raiz (PA/R)*: Obtido pela relação entre fitomassa seca de parte aérea e fitomassa seca de raiz (BENINCASA, 2003);
- *Razão de área foliar (RAF)*: Determinada através da relação entre área foliar total (AFT) e fitomassa seca total (FST), sendo expresso em cm² g⁻¹ (BENINCASA, 2003);
- *Taxa de crescimento absoluto (TCA)*: Estimada pela relação apresentada por BENINCASA (2003):

$$TCA = \frac{FST_2 - FST_1}{t_2 - t_1}$$

Onde FST₁ é a fitomassa seca total na época 1 (t₁) e FST₂ a fitomassa seca total na época dois (t₂), sendo as medidas realizadas em intervalos de 30 dias, correspondendo a uma período de 150 dias após o transplântio das mudas em sacolas. Para este cálculo utilizou-se a média de 12 mudas a cada intervalo de tempo.

- *Taxa de crescimento relativo (TCR)*: Estimada pela relação apresentada em BENINCASA (2003):

$$TCR = \frac{\ln FST_2 - \ln FST_1}{t_2 - t_1}$$

Onde, TCR (taxa de crescimento relativo); \ln [(logaritmo neperiano da fitomassa seca total na época um (t_1) da medida realizada em intervalos de 30 dias (t_2)], correspondendo a um período de 150 dias após o transplântio das mudas em sacolas. Para este cálculo utilizou-se a média de três plantas a cada intervalo de tempo.

2.2.4 Análise do índice SPAD, nitrogênio e clorofila total nas folhas

- *Índice SPAD*: O índice SPAD foi determinado em duas mudas por parcela, utilizando-se duas folhas, sendo selecionada a quarta folha a partir do centro da roseta, realizando-se seis leituras com o aparelho Soil Plant Analysis Development (SPAD-502, Minolta, Japão).
- *Nitrogênio*: Nas mesmas folhas, foi determinado o teor de N-total nas folhas foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995), e os dados expressos em g kg^{-1} .
- *Clorofila total*: Foi quantificada espectrofotometricamente a 652 nm de acordo com a metodologia de Bruinsma (1963). Os teores de clorofila total foram determinados em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de folha, seguindo a equação proposta por ENGEL; POGGIANI (1991).

$$\text{Clorofila total} = \{[(x_{\text{abs}} \times 1000 \times V) / (1000 \cdot w)] / 34,5\} \times 100;$$

onde:

V = volume final do extrato clorofila-acetona,

w = peso do material em gramas e

x_{abs} = absorvância.

2.2.5 Análises estatísticas

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de significância. Para os fatores quantitativos (proporções) realizou-se análise de regressão com modelos ajustados até 5% de significância. Já para os fatores qualitativos (substratos), as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. As taxas de crescimento foram realizadas em parcela subdividida. Realizou-se análise de correlação de Pearson para as variáveis: índice SPAD, clorofila total e nitrogênio total. Para as análises estatísticas foram utilizados os programas estatísticos SAS[®], SISVAR[®], com o Software Design Expert 8.0 Trial (Stat. Ease Inc., Minneapolis, MN) e Excel[®].

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Variáveis de crescimento

2.3.1.1 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto bagaço de cana e esterco de aves (CBEA)

Observou-se aos 150 dias após o transplântio conforme modelo de regressão polinomial, que o substrato S4 apresentou as melhores condições para o crescimento das mudas para a maioria das variáveis analisadas, verificando que o aumento na porcentagem do composto orgânico (CBEA) na mistura proporcionou maior incremento no crescimento das mudas. Entretanto, quando utilizou apenas areia e casca de arroz carbonizada como substrato, praticamente todas as variáveis obtiveram médias inferiores aos demais tratamentos.

Constatou-se que o diâmetro caulinar (Figura 3A) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’, se ajustou ao modelo cúbico para a mistura, observando-se valores superiores para as mudas cultivadas no substrato S4 com 16,06 mm. Enquanto que, as mudas que receberam o substrato S1 obtiveram valores inferiores aos demais tratamentos.

Com relação ao comprimento do caule (Figura 3B), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, observando que as mudas cultivadas no substrato S4 obtiveram valores superiores em relação aos demais substratos, apresentando comprimento máximo do caule de 17,25 mm, demonstrando um crescimento ascendente à medida que foi aumentada a porcentagem do composto orgânico (CBEA) no substrato, comportamento semelhante foi observado para maioria das variáveis analisadas.

Para o diâmetro de muda (Figura 3C), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, observando que o diâmetro das mudas foi superior para as mudas cultivadas no substrato S4, com 408,33 mm.

Para o comprimento das mudas (Figura 3D), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura; tendo as mudas cultivadas no substrato S2, S3 e S4 demonstraram comportamento semelhante em relação ao comprimento, com máximo valor de 21,87 cm, respectivamente. Entretanto o substrato S1 proporcionou menor crescimento em comprimento em altura das mudas, obtendo 10,51 cm, decorrente da maior porcentagem de areia lavada aplicado ao substrato. A altura da planta é uma variável que permite uma avaliação visual, sendo muito importante e até mesmo determinante para a definição do momento de transplântio para o campo (SOUZA JÚNIOR et al., 2001).

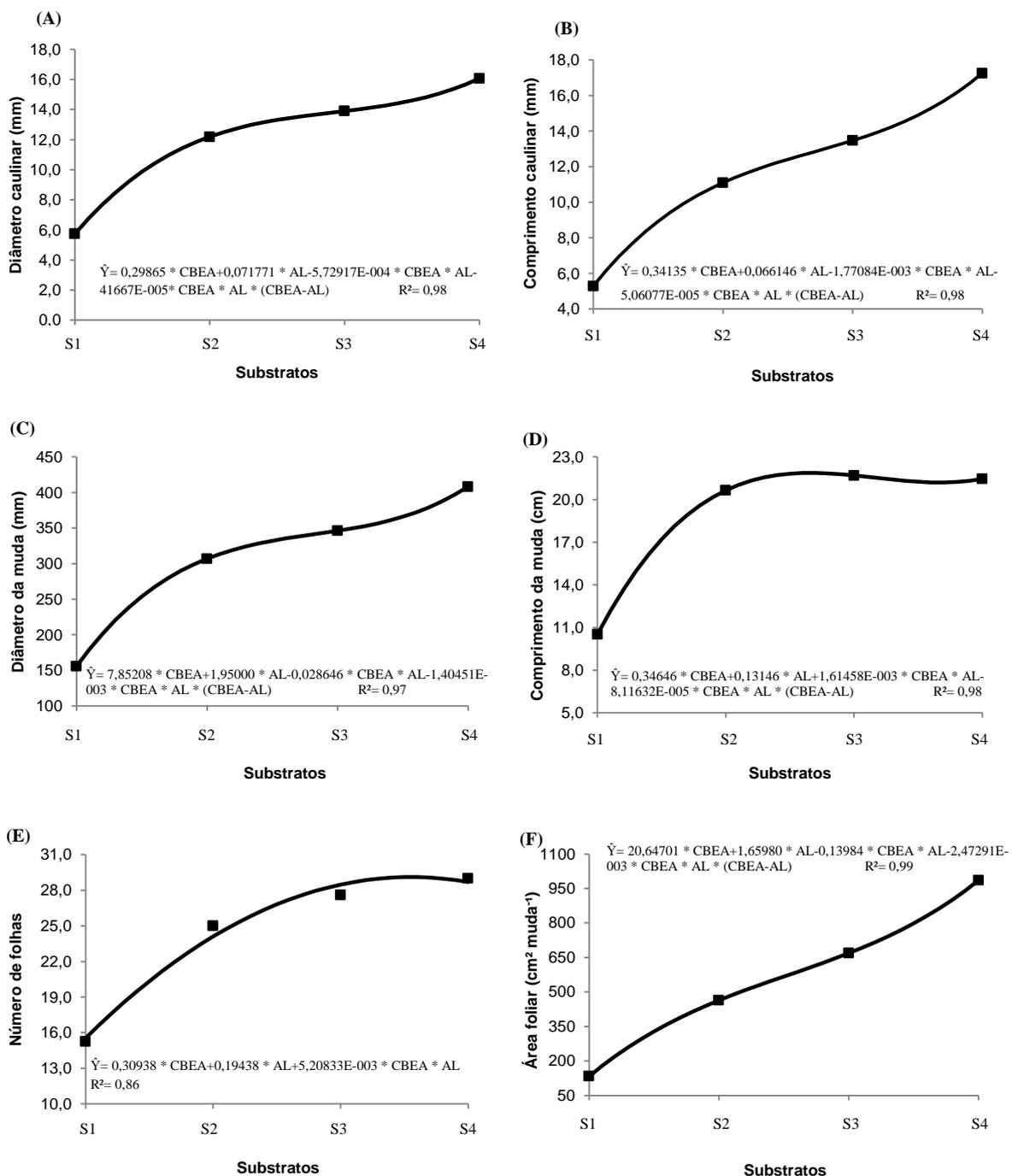


Figura 3. Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)

Berilli et al. (2011) verificaram que mudas de abacaxizeiro da cultivar Vitória provenientes dos estádios 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias) apresentaram após período de aclimação de 150 dias, valores médios de altura muito próximos, em torno de 22 cm.

Com relação ao número de folhas emitidas (Figura 3E), verificou-se ajuste ao modelo quadrático para a mistura, observando que o substrato S4 apresentou maior número de folhas por muda, com 29 folhas por muda. Entretanto, quando se utilizou o substrato S1, observou-se o menor número de folhas com 15 folhas por planta. O número de folhas reflete diretamente na sua atividade fisiológica, que está ligado ao acúmulo de reserva e, posteriormente, no tamanho e peso do fruto produzido pela planta e tamanho da própria planta.

Para o crescimento em área foliar (Figura 3F), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, observando-se que quando aumentada a percentagem de CBEA no substrato, ocorreu comportamento ascendente de crescimento em área foliar, sendo que o substrato S4 proporcionou máxima área foliar, com $985,51 \text{ cm}^2 \text{ muda}^{-1}$.

A aclimação de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Vitória' foi avaliada por Baldotto (2009) em resposta à inoculação com bactérias promotoras de crescimento, aos 150 dias, observando-se por planta, 17 a 19 folhas, 13 a 15 cm de diâmetro de roseta e 125 a 223 cm^2 de área foliar. Esses valores são menores do que os encontrados no presente trabalho para mudas do abacaxizeiro 'Imperial' aos 150 dias de aclimação, tais diferenças podem ocorrer, em função da cultivar, substratos utilizados, das condições no interior da estufa e manejo das mudas.

O aumento do composto CBEA na mistura do substrato aumentou a fitomassa seca foliar (Figura 4A), comportamento semelhante foi observado para fitomassa seca caulinar (Figura 4B) e fitomassa seca radicular (Figura 4C) verificando-se que a fitomassa seca foliar e fitomassa seca caulinar ajustaram-se ao modelo cúbico para a mistura e para fitomassa seca radicular se ajustou ao modelo quadrático, observando-se que quando as mudas cultivadas no substrato S4 apresentaram máxima fitomassa seca foliar, fitomassa seca caulinar; e fitomassa radicular, obtendo 10,59; 0,40 e 0,95 g muda^{-1} , respectivamente.

Para a relação parte aérea/raiz (Figura 4D) das mudas de abacaxizeiro, verificou-se que se ajustou ao modelo quadrático para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos S3 e S4 obtiveram comportamento semelhante, sendo o maior valor 12,27. Ocorreu aumento da relação parte aérea/raiz à medida que foi elevada a percentagem do

CBEA na mistura, entretanto, quando se aplicou a máxima percentagem do composto orgânico apresentou redução na relação.

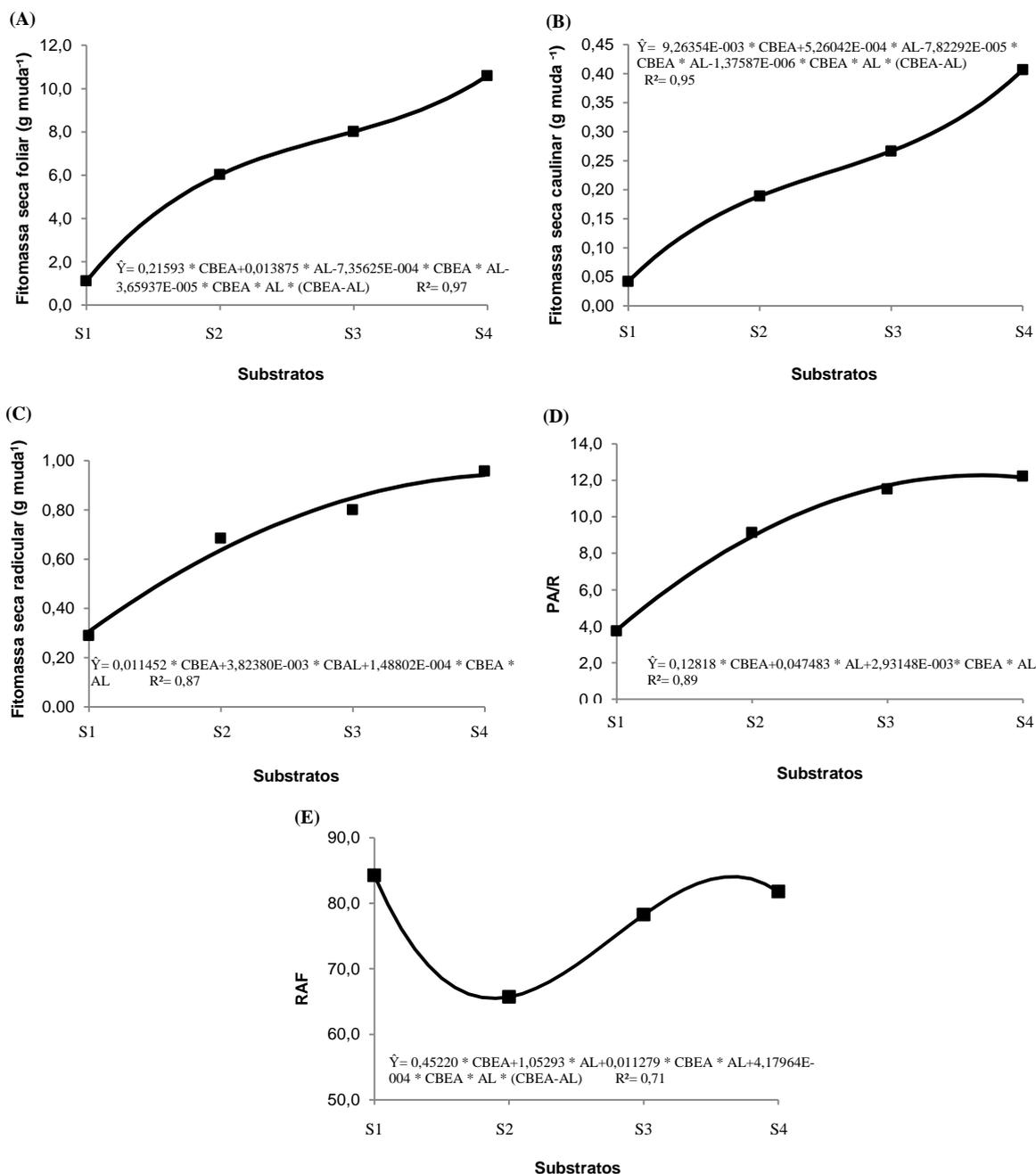


Figura 4. Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)

A produtividade das culturas depende da área foliar em relação seu peso seco, pois quanto maior a RAF maior será a área fotossintética resultando em um maior potencial produtivo da cultura. Segundo Pereira; Machado (1987) a importância da determinação da RAF é devido à identificação de quanto o órgão assimilatório primário é responsável pela transformação da fotossíntese em fitomassa seca.

Verifica-se, pela Figura 4E, que a componente morfofisiológica razão de área foliar, que mostra a eficiência da planta em produzir material orgânico para seu crescimento e desenvolvimento, sendo observado comportamento semelhante entre o S1, S3 e S4 a qual obteve o máximo valor de $84,06 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. De acordo com Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2 e a fitomassa seca total, que é o resultado da fotossíntese. e

Segundo Bernardi et al. (2008) a relação parte aérea/raiz (PA/R) é útil para estudar o equilíbrio entre a produção de folhas e raízes, devido às modificações no ambiente, uma vez que indica a existência de uma interdependência entre os órgãos no balanço por água, nutrientes e carbono. Quando há baixa disponibilidade de nutrientes, há menor crescimento da parte aérea, e as raízes são longas e sem divisões. Nos níveis intermediários, há desenvolvimento e divisão adequados do sistema radicular. Com níveis altos de nutrientes, observa-se elevada divisão das raízes, porém o sistema radicular é reduzido e há estímulo para o desenvolvimento da parte aérea.

2.3.1.2 Curvas de crescimento para substratos formulados a base de composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB)

Observou-se que o aumento da percentagem do composto orgânico (CBEB) na mistura do substrato proporcionou aumento em diâmetro do caule das mudas de abacaxizeiro. Da mesma forma ocorreu para as demais variáveis de crescimento analisadas, demonstrando que o substrato S8 possui maior aporte de material orgânico (80% CBEB), proporcionando as melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das mudas de abacaxizeiro. Por outro lado, no substrato S1 com ausência do CBEB na mistura (80% de areia e 20% de casca de arroz carbonizada) observou-se comportamento oposto, obtendo mínima resposta para todas as variáveis de crescimento analisadas.

Para o diâmetro caulinar (Figura 5A) das mudas, verificou-se ajuste ao modelo quadrático para a mistura, observando comportamento semelhante nos substratos S7 e S8 com máximo valor de 15,71 mm. Sugerindo aporte maior de nutrientes oriundos dos materiais presentes na sua constituição, principalmente do composto orgânico.

Para a comprimento caulinar (Figura 5B) verificou-se ajuste ao modelo quadrático para as misturas. As mudas de abacaxizeiro cultivadas no substrato S8 obtiveram crescimento máximo de 17,40 mm, observando-se que houve incremento do comprimento caulinar com o aumento do percentual de esterco bovino na composição do substrato, referente à dose de 80% de CBEB na mistura do substrato.

Para diâmetro da muda (Figura 5C), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, com maior incremento com a elevação do percentual de CBEB na composição do substrato até atingir diâmetro máximo nos substratos S7 e S8, obtendo valores de 374,58 e 397,9 mm, respectivamente.

Freitas et al. (2011) avaliando aclimação de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ‘Vitória’ utilizando substratos (solo de superfície), (compostagem de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro), (solo + areia + Plantmax hortaliças[®]) e cinco doses de Osmocote[®], não verificaram diferenças significativas entre as médias das variáveis aos 240 dias após o transplante: comprimento da planta (37,98 cm), diâmetro do colo da planta (28,11 mm), número de folhas (32), matéria seca da parte aérea (14,85 g).

Para o crescimento em comprimento da muda (Figura 5D), verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S8 apresentaram máxima resposta para o crescimento em altura, que foi de 23,92 cm, tendência contrária verificada no substrato S1 que apresentou o menor crescimento em comprimento (10,51 cm).

Com relação ao número de folhas emitidas (Figura 5E) verificou-se ajuste dos dados ao modelo quadrático para as misturas. As mudas apresentaram número máximo de folhas quando foi aumentada a percentagem do CBEB no substrato, com valores de até 32 e 33 folhas por muda nos substratos S7 e S8, respectivamente; demonstrando que os dois substratos promoveram comportamento semelhante para o número de folhas.

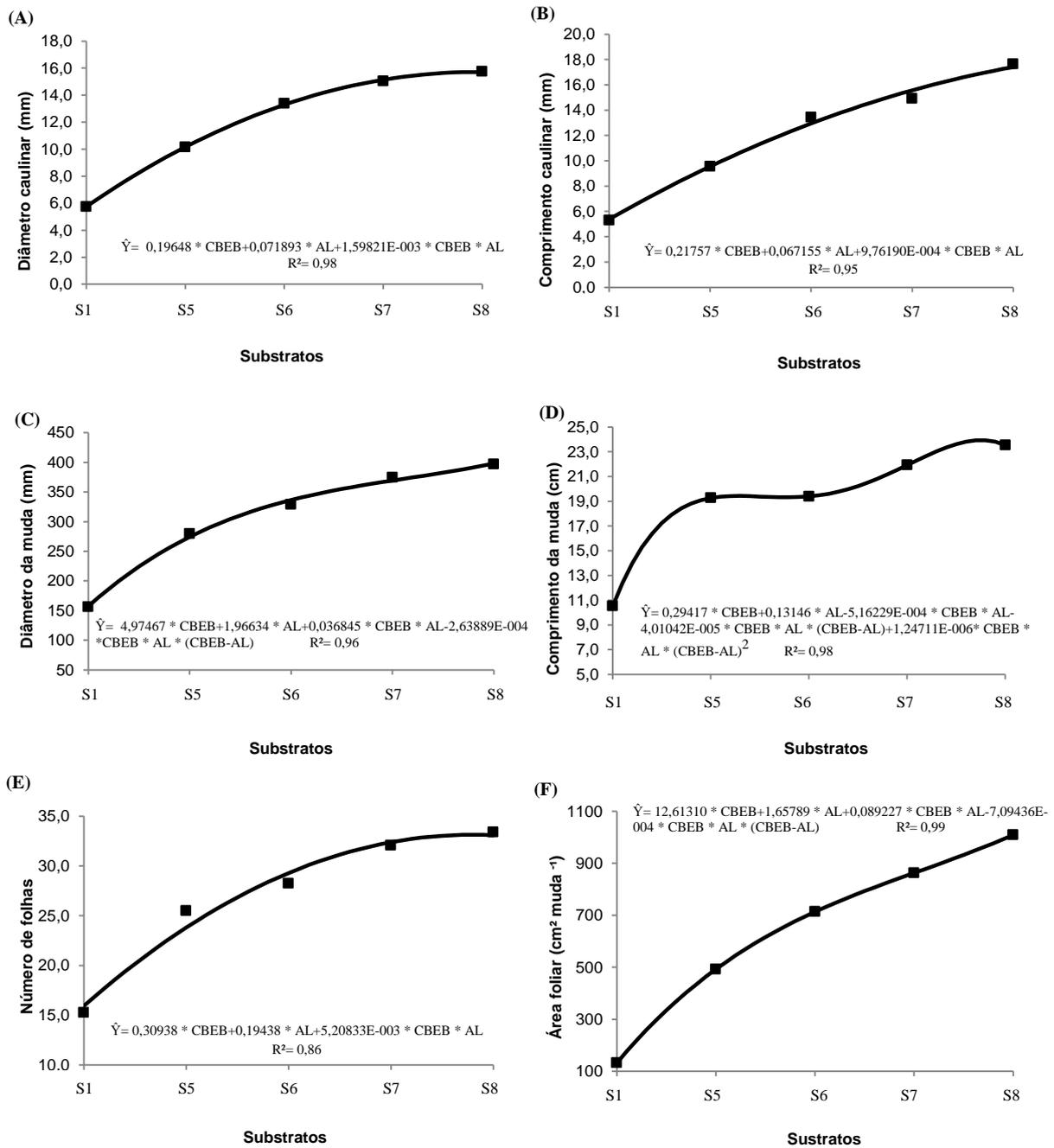


Figura 5. Diâmetro caulinar (A), comprimento caulinar (B), diâmetro da muda (C), comprimento da muda (D), número de folhas (E) e área foliar (F) das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimação em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)

Para o crescimento em área foliar (Figura 5F), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para as misturas, as mudas cultivadas no substrato S8 propiciou maior crescimento em área foliar obtendo 1009,20 cm² muda⁻¹.

Para a fitomassa seca foliar (Figura 6A), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura. Os substratos S7 e S8 apresentaram comportamento semelhante, sendo o valor máximo 10,39 g muda⁻¹.

Com relação à fitomassa seca caulinar (Figura 6B), verificou-se ajuste ao modelo de quarto grau para a mistura, com máxima resposta quando cultivado nos substratos S7 e S8, obtendo máximo valor de 0,40 g muda⁻¹, enquanto que na ausência do composto orgânico mostrou resposta inferior no substrato S1, com 80% de areia. As mudas cultivadas no substrato a base de composto CBEB, apresentaram crescimento ascendente de fitomassa seca caulinar à medida que foi aumentada a proporção do composto na mistura. Para a fitomassa seca radicular (Figura 6C), verificou-se que se ajustou ao modelo cúbico para a mistura, observando-se que substrato S7 e S8 apresentaram comportamento semelhante, sendo que o S7 obteve maior incremento, de 1,06 g muda⁻¹.

Para a relação parte aérea/raiz (Figura 6D), verificou-se ajuste ao modelo cúbico para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos S5, S6, S7 e S8, sendo o maior valor de 10,67 observado no S8.

Constatou-se que a razão de área foliar (Figura 6E) diminuiu à medida que a percentagem do CBEB no substrato foi aumentada, atingindo maior valor no substrato S5 de 97,20 cm² g⁻¹. A redução da RAF pode ter sido decorrente da maior eficiência da folha em converter energia luminosa e CO₂ em fitomassa seca, constatada pelo maior acúmulo de fitomassa seca na parte aérea e nas raízes.

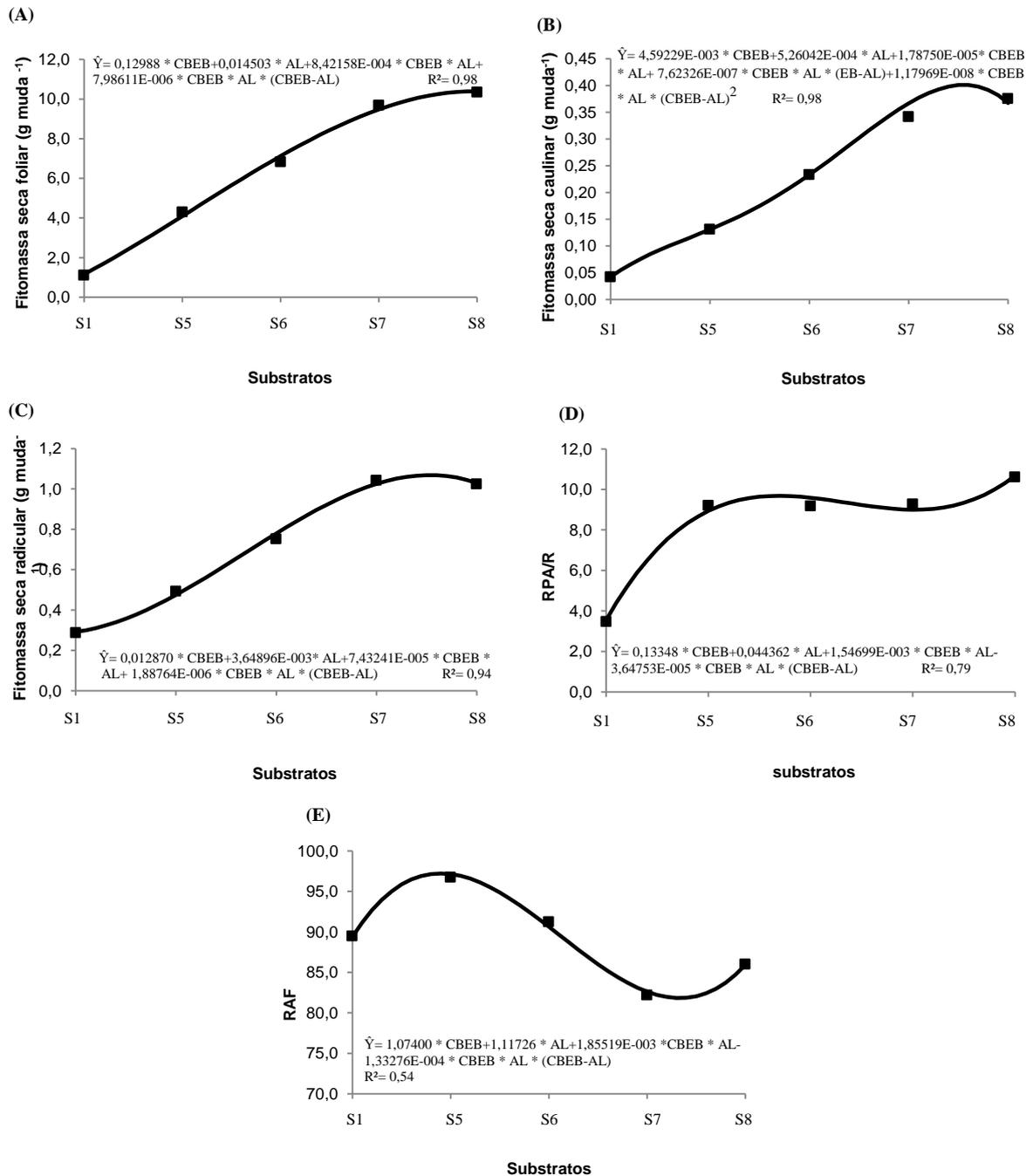


Figura 6. Fitomassa seca foliar (A), fitomassa seca caulinar (B), fitomassa seca radicular (C), relação parte aérea/raiz (D) e razão de área foliar (E) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em fase de aclimatização em sacolas, cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)

2.3.1.3 Taxas de crescimento absoluta e relativa

Verificou-se que houve influência dos substratos analisados sobre a taxa de crescimento absoluto (TCA) do abacaxizeiro ‘Imperial’, observando-se interação entre substratos analisados e os dias de cultivo (épocas) onde os fatores analisados apresentaram comportamento quadrático para maioria dos fatores, exceto nos substratos S7 (Figura 8) e S9 (Figura 9) que mostraram comportamento linear. Conforme Figura 7, observou-se que o aumento da percentagem do CBEA no substrato propiciou aumento na TCA, a qual obteve máximo valor de 0,144 g dia⁻¹ aos 120 dias após o transplântio, quando submetidas ao S4. Obteve-se TCA mínima no substrato S1, demonstrando efeito inferior em todas as épocas.

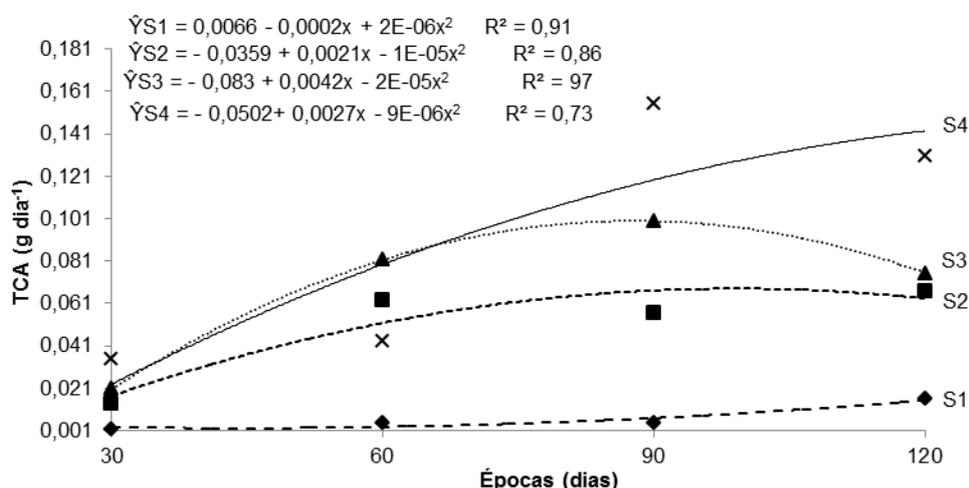


Figura 7. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)

Segundo Benincasa (2004), a TCA indica variação ou incremento entre duas amostragens sucessivas, isto é, indica a velocidade de crescimento (g dia⁻¹ ou g semana⁻¹).

Para a taxa de crescimento absoluto dos substratos a base de CBEB (Figura 8) observou-se que o aumento da percentagem do CBEB no substrato propiciou aumento na TCA, para a qual as mudas cultivadas no substrato S7, obtiveram máximo valor de 0,146 g dia⁻¹ aos 90 dias após o transplântio.

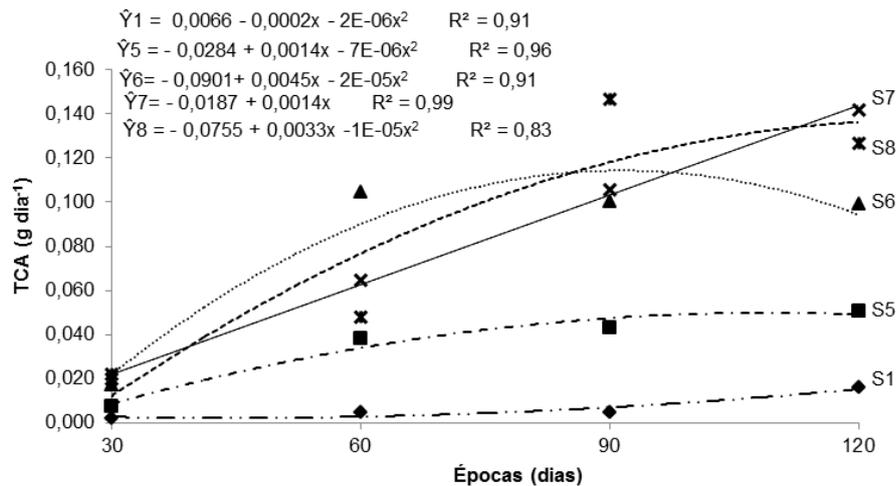


Figura 8. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)

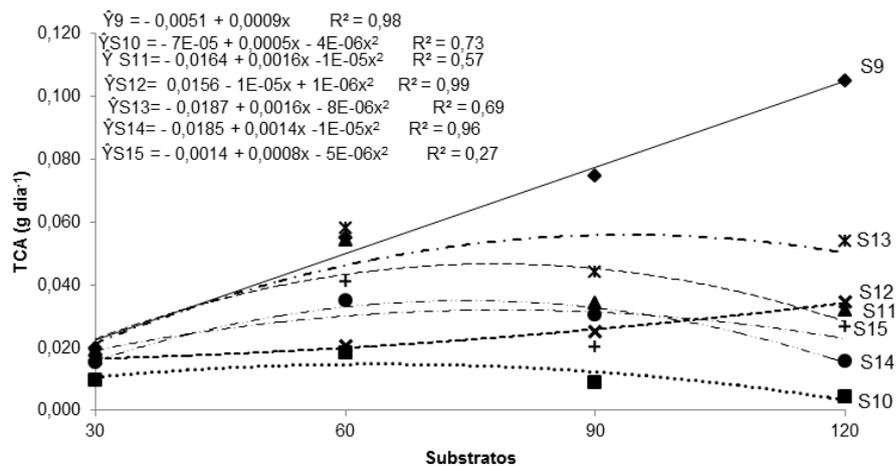


Figura 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S13 (20% CBEB + 80% GM), S14 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM)

Para a taxa de crescimento absoluta dos substratos à base de Golden Mix® (Figura 9) observou-se que as mudas submetidas ao substrato S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL) com ausência do substrato comercial na mistura, proporcionou os maiores valores de TCA e apresentou comportamento linear, para a qual obteve máximo valor de 0,105 g dia⁻¹ aos 120

dias após o transplântio. Entretanto, quando se aplicou o substrato com 100% de Golden Mix® (S10), observou-se diminuição na TCA, demonstrando efeito inferior em relação aos demais substratos analisados em todas as épocas.

Verificou-se que houve influência dos substratos analisados sobre a taxa de crescimento relativo (TCR) do abacaxizeiro ‘Imperial’, observando-se interação entre substratos analisados e os dias de cultivo (Fig. 10, 11 e 12). Verificou-se aumento da TCR até 60 dias após o transplântio, posteriormente diminuindo até os 120 dias, o que é esperado, pois com o acréscimo da fitomassa seca acumulada pelas plantas, aumenta a necessidade de fotoassimilados para a manutenção das estruturas já formadas, diminuindo a quantidade disponível para o crescimento.

Constatou-se que a taxa de crescimento relativo dos substratos à base de CBEA (Figura 10), foi máxima (0,031 g g⁻¹) dia no substrato S3, aos 60 dias após o transplântio. A TCR mínima de 0,0030 g g⁻¹ dia foi observada no substrato S1, aos 30 dias após o transplântio. Para a taxa de crescimento relativa dos substratos a base de CBEB (Figura 11), observou-se que as mudas cultivadas no substrato S6, obtiveram máximo valor de 0,030 g g⁻¹ dia, aos 60 dias após o transplântio. A TCR mínima de 0,0030 g g⁻¹ dia, foi observada no substrato S1, aos 30 dias após o transplântio.

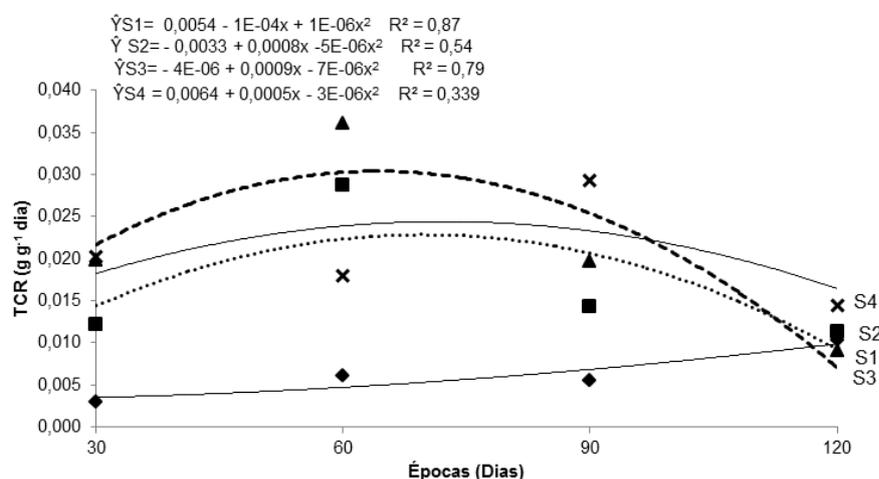


Figura 10. Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)

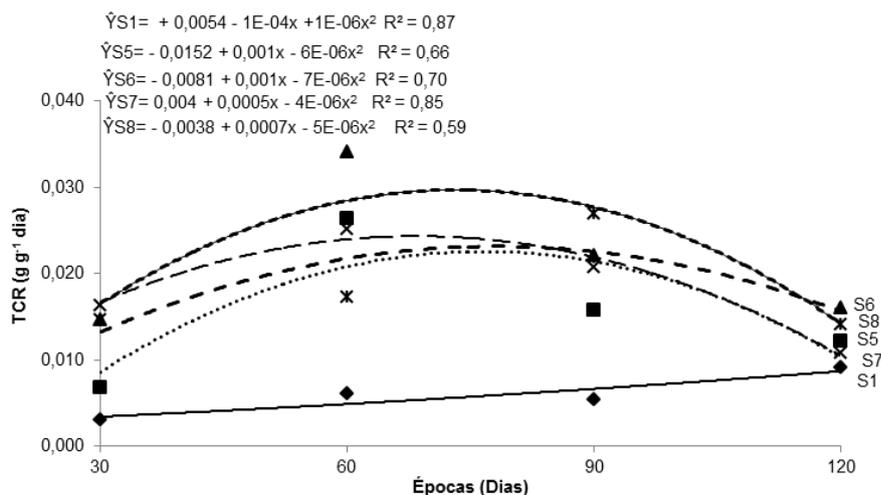


Figura 11. Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1(20% CAC + 80% AL), S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL)

Segundo Benincasa (2004), o crescimento resultará da produção de material suficiente para atender às necessidades metabólicas do material já existente e, ainda, para armazenar ou construir novo material estrutural, uma vez que conceitualmente, a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta é função do tamanho inicial (período em que se inicia a observação).

Constatou-se que a taxa de crescimento relativo dos substratos à base de Golden Mix[®] (Figura 12) foi superior nas mudas submetidas aos substrato S13 e S9, para a qual obtiveram valores de 0,021 e 0,022 g g⁻¹ dia, respectivamente, aos 60 dias após o transplântio. Entretanto, quando se aplicou o substrato com 100% de Golden Mix[®], observou-se diminuição na TCR. Segundo Urchei et al. (2000), a redução desse índice fisiológico ao final do ciclo pode ser explicada pelo auto sombreamento e pelo menor incremento da área foliar ao longo do ciclo, além da elevada atividade respiratória.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é definida por Aguiar Neto et al. (2000) como um índice de eficiência, já que representa a capacidade da planta em produzir material novo. TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo (REIS; MULLER, 1979).

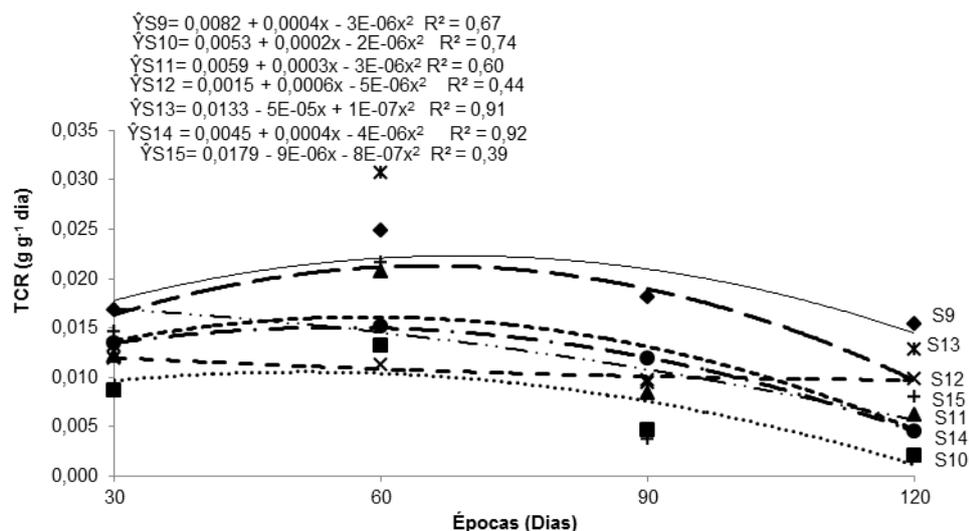


Figura 12. Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S13 (20% CBEA + 80% GM), S14 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM)

2.3.1.4 Análise do índice SPAD, nitrogênio e clorofila total nas mudas cultivados nos substratos a base de CBEA e CBEB

Para os valores de índice SPAD (Figura 13A) e clorofila total (Figura 13B) nas folhas das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’, verificou-se que não houve diferença entre os substratos analisados, portanto não se ajustando aos modelos de regressão testados; com valores médios de 35,41 para leitura SPAD e 14,82 mg 100g⁻¹ para clorofila total.

O N é um dos elementos utilizados na síntese de compostos celulares, como a clorofila. O teor de clorofila se correlaciona positivamente com o teor de N na planta e com o rendimento das culturas. Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas façam parte de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (ARGENTA et al., 2001).

Na (Figura 13C), verificou-se que o N-total presente nas folhas das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ apresentou comportamento cúbico para a mistura, apresentando maiores teores de N-total nos substratos S3 e S4 com valores de 11,96 e 12,03 g kg⁻¹, respectivamente.

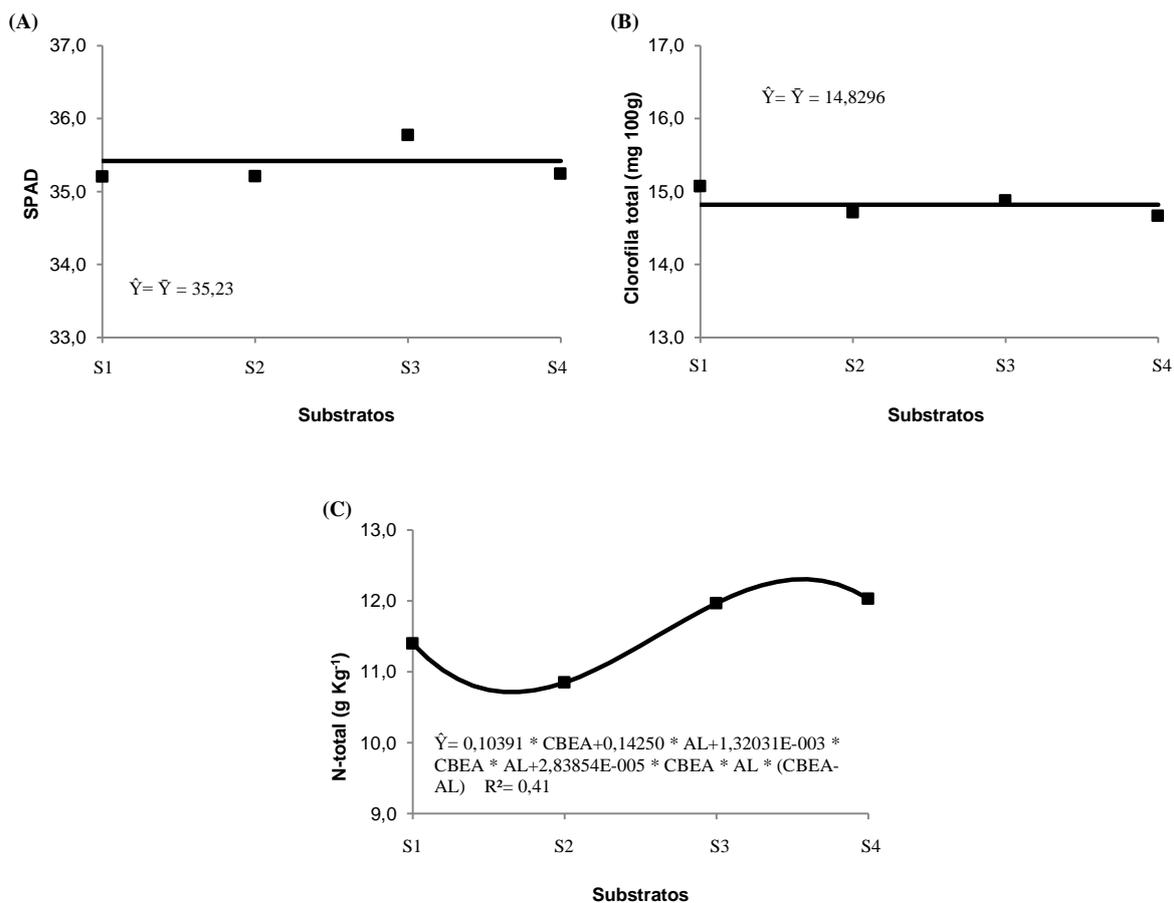


Figura 13. Índice SPAD (A), clorofila total (B) e N-total (C) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1 (20% CAC + 80% AL), S2 (20% CBEA + 20% CAC + 60% AL), S3 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) e S4 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL)

Verificou-se que para o índice SPAD (Figura 14A), que os fatores estudados apresentaram comportamento cúbico para a mistura, observando-se que as mudas cultivadas no substrato S8 obtiveram maiores valores de índice SPAD de 38,75 g kg⁻¹. Em caramboleira, plantas não adubadas apresentaram a menor leitura SPAD em relação àquelas que receberam o fertilizante nitrogenado (LEAL et al., 2007).

Constatou-se que a clorofila total (Figura 14B) nas folhas das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ apresentou comportamento linear para a mistura, ocorrendo diminuição à medida que a percentagem do composto CBEA na mistura foi aumentado, sendo que os substratos S7 e S8 apresentaram os menores valores de clorofila total com 12,63 e 12,48 mg 100g⁻¹, respectivamente. Conforme indicado na Figura 14C, verificou-se que as mudas cultivadas nos substratos S5, S6, S7 e S8 apresentaram teores de N-total nas folhas muito próximo,

apresentando comportamento de quarto grau para a mistura, sendo que o substrato S1 obteve menor valor de 8,69 g kg⁻¹ de N-total na FSPA.

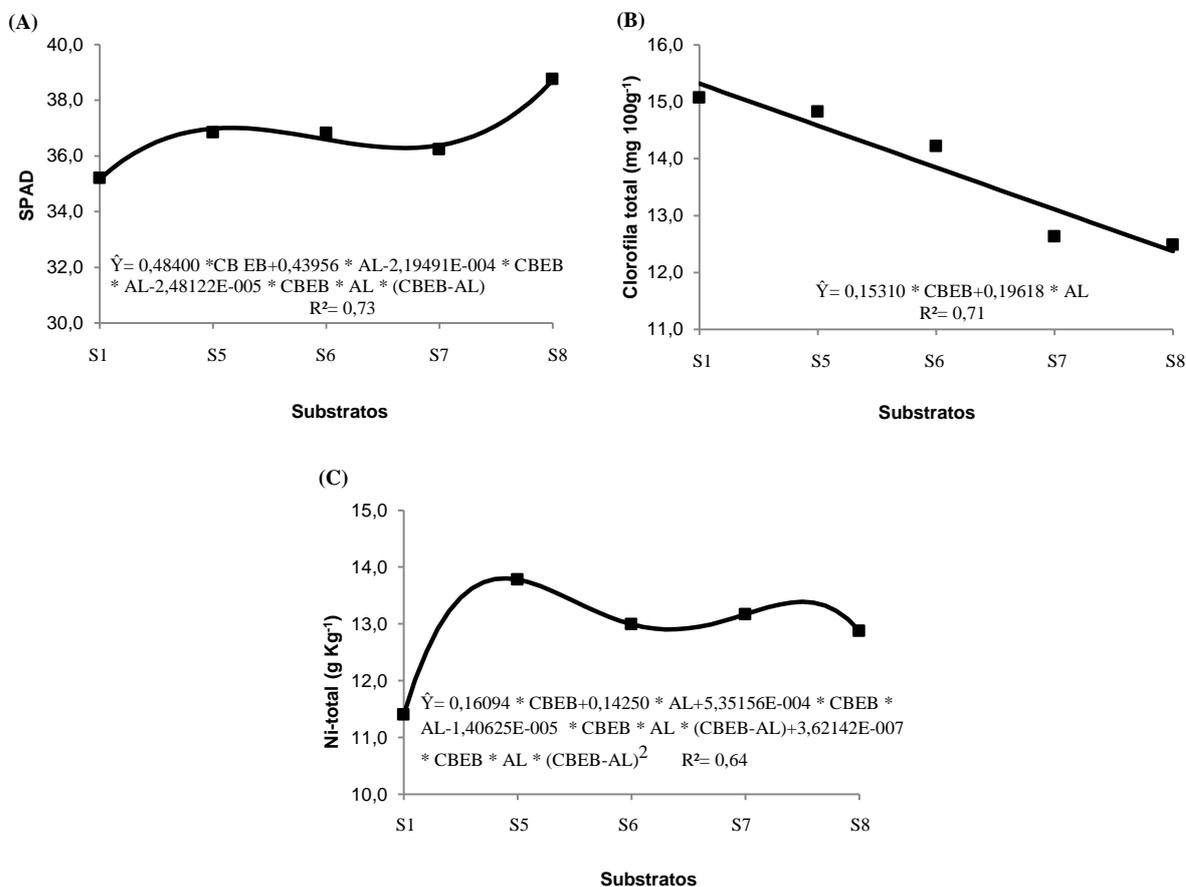


Figura 14. Índice SPAD (A), clorofila total (B) e N-total (C) de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos, S1 (20% CAC + 80% AL) S5 (20% CBEB + 20% CAC + 60% AL), S6 (40% CBEB + 20% CAC + 40% AL), S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) e S8 (80% CBEB + 20% CAC)

De acordo com a (Tabela 2) verificou-se que as mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas no substrato S9 (substrato recomendado pela biofábrica), apresentou os melhores valores médios de índice SPAD e clorofila total, obtendo índice SPAD com valor de 39,31, não diferindo do substrato S12. Para a clorofila total obteve valor de 12,26 mg 100g⁻¹, não diferindo dos substratos S11 e S12.

Em relação ao teor de N-total (Tabela 2) de folhas das mudas de abacaxizeiro, verificou-se que o substrato S12 obteve maior teor de N-total com 12,87 g kg⁻¹ de N. Considerando a faixa adequada de teores proposta por Malézieux; Bartholomew (2003) para

plantas de abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’, a faixa ideal é de 15 a 17 g kg⁻¹ de N, os valores obtidos neste trabalho para mudas de abacaxizeiro ficaram abaixo da faixa ideal. Este fato pode ter ocorrido devido a fatores relacionados a idade da planta. Ainda de acordo com Malavolta et al. (1997), são considerados adequados teores superiores a 12 g kg⁻¹ de N.

Os substratos S10 (100% Golden Mix[®]) e S15 (80% GM + 20 CAC) apresentaram resposta inferior, observando os menores valores de leitura SPAD, clorofila total e N-total nas mudas do abacaxizeiro ‘Imperial’.

Tabela 2. Resumo das médias para índice SPAD, clorofila total e N-total das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas em substratos orgânicos e comercial, aos 150 dias após o transplântio

Substratos	SPAD	Clorofila total (mg 100g ⁻¹)	N-total (g kg ⁻¹)
S9	39,32 a	12,26 a	11,89 b
S10	10,33 d	5,69 c	7,34 d
S11	34,19 b	12,26 a	11,15 b
S12	38,25 a	11,66 a	12,87 a
S13	29,48 c	9,98 b	9,10 c
S14	28,98 c	3,84 d	9,89 c
S15	9,95 d	10,74 b	6,65 d
C.V (%)	4,99	8,34	7,26

S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM + 10% AL), S13 (20% CBEA + 80% GM), S14 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Houve efeito significativo para a correlação índice SPAD, clorofila total e N-total. O índice SPAD possui correlação direta com o teor de clorofila ($r = 0,564$) e com o teor de N na folha (0,73), verificando-se correlação positiva entre ambas as variáveis. Verificou-se também correlação positiva para clorofila total e nitrogênio ($r = 0,483$).

Leonardo et al. (2013) avaliando o teor de clorofila e índice SPAD em plantas de abacaxizeiro ‘Vitória’ em função da adubação nitrogenada, também observaram que o índice SPAD apresentou correlação direta com o teor de clorofila ($r = 0,91$) e com o teor de N na

folha ($r = 0,87$). De forma semelhante, Hardin et al. (2012), em noqueira-pecã, encontraram correlação positiva do índice SPAD com os teores de clorofila total.

O N é um dos elementos utilizados na síntese de clorofila. O teor de clorofila correlaciona-se positivamente com o teor de N na planta e com o rendimento das culturas. Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N-total das folhas fazem parte de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (SINGH et al., 2010; REINBOTHE et al., 2010).

O teor de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e, também, com a produtividade das culturas (Silva et al., 2012b). Em algumas frutíferas, como citros (Souza et al., 2011) e noqueira-pecã (Hardin et al., 2012), o uso do índice SPAD tem-se mostrado adequado para auxiliar no manejo na adubação nitrogenada. Já em mudas de abacaxizeiro, não foi encontrada informação disponível na literatura.

Tabela 3. Resumo da análise de correlação paramétrica de Pearson para o índice SPAD e teor de nitrogênio em folhas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivados em substratos orgânicos e comercial

	SPAD	Clorofila	Nitrogênio
SPAD	-	0,564**	0,730**
Clorofila	-	-	0,483**
Nitrogênio	-	-	-

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste f.

Decarlos Neto et al. (2002) relataram a ocorrência de correlação positiva entre a aplicação de N e a leitura SPAD, em plantas de porta-enxertos de citros. Shaahan et al. (1999) observaram que o índice relativo ao teor de clorofila, geralmente, correlaciona-se bem com o teor de N nas folhas, podendo indicar deficiência de N nas plantas (WOOD et al., 1993).

1.3.1.5 Teste de médias para os substratos formulados à base do Golden Mix[®]

Em relação às variáveis relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ observou-se diferenças significativas entre os tratamentos (substratos) aplicados para a maioria das variáveis analisadas. O substrato S9 com 50% composto de bagaço de cana e esterco bovino, 25% terra de subsolo e 25% areia foi estatisticamente superior aos demais tratamentos, observando maiores valores para as características de crescimento das mudas para diâmetro caulinar, comprimento da muda, diâmetro da muda, número de folhas, área foliar, comprimento do caule, fitomassa seca da folha e fitomassa seca da caule. Este fato sugere que o substrato S9 apresenta maior quantidade de nutrientes, oriundos dos materiais que o constituem, principalmente, o composto orgânico, sendo esta formulação recomendada pela biofábrica responsável pela produção das plântulas, em condições *in vitro*), porém não diferindo estatisticamente do S13 [20% composto de bagaço de cana e esterco bovino (CBEB) + 80% Golden Mix[®] (GM)] quanto ao diâmetro caulinar (DC) e comprimento do caule (CC)].

Entretanto, quando se utilizou apenas o substrato comercial Golden Mix[®] (S10), praticamente todas as variáveis apresentaram médias inferiores em relação aos demais substratos. Além disso, a fibra de coco apesar de ter alta quantidade de matéria orgânica, é deficiente em outros nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas, o que explica ter sido observada uma coloração verde-clara nas folhas das mudas de abacaxizeiro em alguns tratamentos à base de Golden Mix[®] após algumas semanas do transplântio, demonstrando uma possível deficiência nutricional. Isso reforça as recomendações de Silveira et al. (2002) e Correia et al. (2003) a respeito da utilização da fibra de coco em mistura com outros materiais para ser eficiente como substrato. Cavalcante et al. (2008) avaliando diferentes ambientes e substratos para produção de mudas de araticum, verificaram aos 215 dias de cultivo que o substrato Plantmax[®] é mais recomendado do que o uso do Golden Mix[®] (fibra de coco granulada).

Berilli et al. (2011), avaliando crescimento de mudas de abacaxizeiro ‘Vitória’ durante aclimatização, utilizando como substrato o Plantmax[®] hortaliças, verificaram que as mudas aos 150 dias apresentaram crescimento superior ao de mudas com 90 ou menos dias de aclimatização. Esses autores obtiveram valores de altura (23 cm), diâmetro da roseta (41 cm) e número de folhas (22), mas períodos longos como este podem implicar custo muito elevado de produção das mudas.

Tabela 4. Resumo das médias para as características de crescimento em diâmetro caulinar (DC), comprimento caulinar (CC), comprimento da muda (CM), diâmetro da muda (DM), número de folhas (NF); área foliar (AF), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca radicular (FSR), relação parte área/raiz (RPA/R) e razão de área foliar (RAF) durante aclimação de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

Substratos	DC (mm)	CC (mm)	CM (cm)	DM (mm)	NF	AF (cm² muda⁻¹)	FSF (g muda⁻¹)	FSC (g muda⁻¹)	FSR (g muda⁻¹)	RPA/R	RAF (cm² g⁻¹)
S9	13,30 a	12,88 a	21,34 a	355,41 a	27,41 a	723,0 a	7,55 a	0,25 a	0,71 b	11,0 a	84,25 a
S10	7,67d	7,04 d	11,91 e	164,58 f	15,25 e	155,63 g	1,26 e	0,06 e	0,82 b	1,0 c	73,0 b
S11	11,49 b	10,27 b	18,16 b	263,33 c	23,75 b	485,55 c	4,38 c	0,15 c	0,96 a	4,50 b	89,50 a
S12	7,67 d	9,19 c	16,72 c	251,25 d	24,08 b	353,17 d	3,10 d	0,09 d	0,80 b	3,70 b	89,75 a
S13	13,30 a	12,26 a	19,19 b	298,33 b	24,16 b	516,97 b	5,78 b	0,19 b	0,89 b	6,20 b	76,75 b
S14	9,64 c	9,12 c	16,35 c	237,08 d	21,41 c	281,76 e	3,0 d	0,10 d	0,55 c	5,20 b	77,50 b
S15	9,45 c	8,63 c	14,60 d	203,75 e	18,74 d	207,15 f	3,0 d	0,11 d	1,11 a	2,0 c	56,25 b
CV%	5,19	9,07	4,82	5,36	7,35	4,41	9,94	14,53	22,07	25,72	14,87

S9 (50% CBEB + 25% TS + 25% AL), S10 (100% GM), S11 (20% CBEB + 80% GM), S12 (10% CBEB + 80% GM +10% AL), S13 (20% CBEA+ 80% GM), S14 (10% CBEA + 80% GM + 10% AL) e S15 (20% CAC + 80% GM). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Mudas de abacaxizeiro com 90 dias de aclimação vêm sendo comercializadas por biofábricas para posterior aclimação pelo produtor. Diante do exposto anteriormente, Berilli et al. (2011), verificaram que não foram observadas diferenças significativas entre o número de folhas, altura de plantas e diâmetro da roseta após 150 dias de aclimação, entre as mudas provenientes de 60, 90 e 120 dias de aclimatização, sugere-se que mudas destes estádios poderiam estar aptas à comercialização.

A fibra de coco vem sendo utilizada na composição de substratos para diversas espécies (Souza; Jasmim, 2004; Amaral et al., 2010). Para a bromélia *Aechmea fasciata*, o substrato que propiciou melhor crescimento das mudas foi a mistura de 45% de fibra de coco, 45% de casca de *Pinus* e 10% de húmus (D'Andréa; Demattê, 2000). Kanashiro et al. (2008) obtiveram resultados satisfatórios avaliando massa seca de folhas, raízes, inflorescências, escapos florais e caules; além da massa seca total e a qualidade comercial de *Aechmea fasciata* utilizando os substratos casca de *Pinus*, casca de eucalipto e fibra de coco misturados na proporção 2:7:1, em substituição ao xaxim (*Dicksonia sellowiana*).

Os diferentes substratos (pó de coco seco, pó de coco verde e solo) e seus efeitos sobre a colonização micorrízica em plantas de meloeiro foram pesquisados por Silva Júnior et al. (2010), os quais relataram que os tratamentos compostos por 30% de PCS ou PCV e inoculados com fungo micorrízico, favoreceram o desenvolvimento das plantas, com maior massa seca e altura da parte aérea. Entretanto, Ramos et al. (2008) avaliando a proporção de fibra de coco e resíduos de cultura de cogumelos na produção de mudas de tomate, em comparação com o substrato comercial Hortimix[®] constataram neste último os melhores resultados para diâmetro do caule, altura da planta, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes.

Correia et al. (2010) estudando o crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental, verificaram que mudas cultivadas nos substratos contendo (50% casca de arroz carbonizada + 20% vermicomposto + 30% vermiculita) e (50% casca de arroz carbonizada + 20% vermicomposto + 30% Plantagro[®]) apresentaram as maiores massas secas da parte aérea, como também as maiores médias para a agregação das raízes ao substrato, diferenciando dos resultados alcançados com o uso do substrato suplementado com o pó da casca do coco. Oliveira et al. (2008), concluíram que substrato composto com terra de encosta, casca de arroz carbonizada e esterco bovino (3:1:1 v/v), devidamente esterilizado, pode ser recomendado para

que se obtenha alta eficiência na aclimatização de mudas de bananeira micropropagadas nas condições da Amazônia Sul-Occidental. Estes mesmos autores verificaram que o uso de uma fonte de matéria orgânica (esterco bovino) na composição do substrato promove maior crescimento de mudas de bananeira.

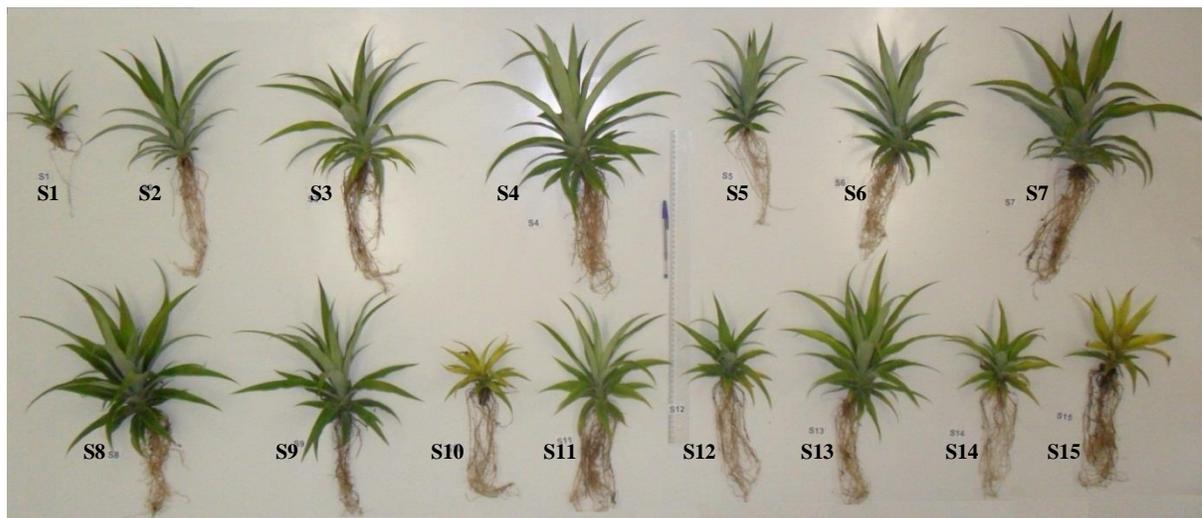


Figura 15. Mudras de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas nos substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14 e S15 aos 150 dias após transplante em sacolas.

2.4 CONCLUSÕES

- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto de bagaço de cana e esterco aves - S4 (40% CBEA + 20% CAC + 40% AL) apresentaram os maiores valores de crescimento para a maioria das variáveis analisadas;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto de bagaço de cana e esterco bovino - S8 (80% CBEB + 20% CAC) apresentaram os maiores valores de crescimento para a maioria das variáveis analisadas;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de Golden Mix[®], o substrato recomendado pela biofabrica produtora das mudas - S9 (50% CBEB + 25% AL + 25% TS) apresentou os maiores valores para a maioria das variáveis analisadas;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto bagaço de cana e esterco aves-S4 (60 %CBEA + 20% CAC + 20% AL) apresentou maior TCA aos 120 dias apos o transplantio (DAT); e a maior TCR foi observado no S3 (60% CBEA + 20% CAC + 20% AL) aos 60 DAT;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de composto bagaço de cana e esterco bovino-S7 (60% CBEB + 20% CAC + 20% AL) apresentou maior TCA aos 120 dias apos o transplantio (DAT); e a maior TCR foi observado no S6 (20 CBEA + 20% CAC + 60% AL) aos 60 DAT;
- As mudas cultivadas nos substratos formulados à base de Golden Mix[®], o substrato recomendado pela biofabrica produtora das mudas - S9 (50% CBEB + 25% AL + 25% TS) apresentou maior TCA aos 120 DAT; e a maior TCR foi observado no S13 aos 60 DAT;
- O índice SPAD correlaciona-se positivamente com o teor de clorofila e o teor foliar de N.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, T. L.; JASMIM, J. M.; ARAÚJO, J. S. P.; THIÉBAUT, J. T. L.; COELHO, F. C.; FREITAS, C. B. Adubação de orquídeas em substrato com fibra de coco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 11-19, 2010.

ARAÚJO, R. A. de; SIQUEIRA, D. L. de; MARTINEZ, C. A.; FERNANDES, A. R. Características biométricas, índice SPAD-502 e emissão da fluorescência em porta-enxertos de citros. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 189-199, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de Milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

BALDOTTO, L. E. B. **Estrutura e fisiologia da interação entre bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas com abacaxizeiro cultivar ‘Vitória’ durante a aclimatização**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

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

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

BERILLI, S. da S.; CARVALHO, A. J. C. de.; FREITAS, S. de J.; BERILLI, A. P. C. G.; SANTOS, P. C. dos. Crescimento de mudas de abacaxizeiro cv. Vitória durante a aclimatação em função do seu tamanho inicial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p. 632-637, 2011.

BERNARDI, A. C. de C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P.G.; REZENDE, N. das G. de A. da M.; PAIVA, P. R. P.; MONTE, M. B. de M. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 794-800, 2008.

BREGONCI, S. I.; REIS, E. S.; ALMEIDA, G. D.; BRUM, V. J.; ZUCOLOTO, M. Avaliação do crescimento foliar e radicular de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold em aclimação. **Idesia**, v. 26, n. 3, p. 87-96, 2008.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, v. 2, p. 241-249, 1963.

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, 2007.

CAVALCANTE, T. R. M.; NAVES, R. V.; SERAPHIN, J. C.; CARVALHO, G. D. Diferentes ambientes e substratos na formação de muda de Araticum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 235-240, 2008.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. S.; LOPES, J. C.; PESSANHA, P. G. O. Resposta à adubação com ureia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 161-165, 2007.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.

CORREIA, D.; ROCHA, M. V. P.; ALVEZ, G. C.; MORAIS, J. P. de S. **Produção de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental em diferentes substratos na presença e ausência de fertilizantes**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 18p, 2010.

DECARLOS NETO, A. et al. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 199-203, 2002.

D'ANDRÉA, J. C.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Effect of growing media and fertilizers on the early growth of *Aechmea fasciata* Bak. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v. 511, p. 271-276, 2000.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n.1, p. 39-45, 1991.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000, 402 p.

FREITAS, S. de J.; CARVALHO, A. J. C. de.; BERILLI, S. da S.; SANTOS, P. C. dos.; MARINHO, C. S. Substratos e osmocote[®] na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória. **Revista Brasileira Fruticultura**, Volume Especial, p. 672-679, 2011.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Material didático de apoio à disciplina de Biotecnologia**, Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. 2006. Disponível em: <<http://www.cca.ufsc.br/ldfgv/Apostila.htm>>. Acesso em: 25 agosto 2013.

HARDIN, J. A.; SMITH, M. W.; WECKLER, P. R.; CHEARY, B. S. In Situ Measurement of Pecan Leaf Nitrogen Concentration using a Chlorophyll Meter and Vis-near Infrared Multispectral Camera. **Hortscience**, v. 47, n. 7, p. 955-960, 2012.

KANASHIRO, S.; MINAMI, K.; JOCYS, T.; DIAS, C. T. S.; TAVARES, A. R. Substratos alternativos ao xaxim na produção de bromélia ornamental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1319-1324, 2008

KODIM, A.; ARIAS, F. J. Z. Low-cost alternatives for the micropropagation of banana. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, V. 66, p. 67-71, 2001.

LEAL, R. M.; NATALE, W.; R. de M.; ZACCARO, R. P. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1111-1119, 2007.

LEONARDO, F. de A. P.; PEREIRA, W. E. SILVA, S. de M.; COSTA, J. P. da. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L. Análise de crescimento de gébera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.

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

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

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

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Suplemento, p. 67-81, 2000.

OLIVEIRA, J. P. de.; COSTA, F. H. da S.; PEREIRA, J. E. S. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 459-465, 2008.

PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTRO NETO, M. T. de.; LEDO, C. A. da S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. de. Análise de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas. Instituto Agrônômico. Campinas, 1987. 33 p. (IAC-Boletim Técnico n. 114).

PORRO, D.; BERTAMINI, M.; DORIGATTI, C.; STEFANINI, M.; CESCHINI, A. Lo SPAD nella diagnosi dello stato nutrizionale della vite. **Informatore Agrario**, v. 57, n. 26, p. 49-55, 2001b.

PORRO, D.; DORIGATTI, C.; STEFANINI, M.; CESCHINI, A. Use of SPAD meter in diagnosis of nutritional status in apple and grapevine. **Acta Horticulturae**, n. 564, p. 243-252, 2001a.

RAJCAN, I.; DWYER, L.; TOLLENAAR, M. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. **Field Crops Research**, v. 63, p. 13-17, 1999.

RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; CALDEIRA JUNIOR, C. F.; SAMPAIO, R. A.; COSTA, C. A.; FERNANDES, L. A. Tomato seedling production in substrate containing coconut fiber and mushroom culture waste. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 237-241, 2008.

REINBOTHE, C.; BAKKOURI, M.; BUHR, F.; MURAKI, N.; NOMATA, J.; KURISU, G.; FUJITA, Y. E REINBOTHE, S. Chlorophyll biosynthesis: spotlight on protochlorophyllide reduction. **Trends in Plant Science**, v. 15, n. 11, p. 614-624, 2010.

REINHARDT, D. H.; CUNHA, G. A. P. Métodos de propagação. In: CUNHA, G. A. P. CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa, p. 33, 1999.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas** - mensuração do crescimento. Belém, CPATU, 1978. 35p.

RODRIGUES, T. M.; PAIVA, P. D. de O.; Rodrigues, C. R.; Carvalho, J. G. de.; Ferreira, C. A.; Paiva, R. Desenvolvimento de mudas de bromélia 'Imperial' (*Alcantarea imperialis*) em diferentes substratos. **Ciência agrotecnica**, v. 28, n. 4, p. 757-763, 2004.

RUPP, D.; TRANKLE, L. A non-destructive measurement method for chlorophyll in grapevines. **Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruechteverwertung**, v. 45, n. 5/6, p. 139-142, 1995.

RUPP, D.; TRANKLE, L.; FOX, R. Non-destructive measurement of chlorophyll in grapes - evaluation of varietal influences and effects of sampling methods. **Mitteilungen**

Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, v. 49, n. 3, p. 86-92, 1999.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, C. M. M. da; OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C. de; MARINHO, C. S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 487-491, 2006.

SHAAHAN, M. M.; EL-SAYED, A. A.; ABOU EL-NOUR, E. A. A. Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status of perennial crops using a portable chlorophyll meter. **Scientific Horticulture**, v. 82, p. 339-348, 1999.

SILVA, A. B.; PASQUAL, M.; TEIXEIRA, J. B.; ARAÚJO, A. G. Métodos de micropropagação de abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,. 42, p. 1257-1260. 2007.

SILVA, A. L. P.; SILVA, A. P.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D.; SILVA, S. M., SILVA, V. B. Resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 447-456, 2012.

SILVA JÚNIOR, J. M. T.; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V. F. F.; GUIMARÃES, F. A. V.; SANTOS, E. M. Desenvolvimento do meloeiro associado a fungos micorrízicos arbusculares e cultivado em substrato pó de coco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 54-59, 2010.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SINGH, V.; SINGH, B.; SINGH, Y.; THIND, H. S. E GUPTA, R. K. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review. **Nutrient Cycling Agroecosyst**, v. 88, p. 361-380, 2010.

SOUZA, F. V. D.; SOUZA, A. S.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SOUZA, E. H.; JUNGHAS, T. G.; SILVA, M. J. **Micropropagação do abacaxizeiro e outras bromeliáceas**. In: JUNGHAS, T. G.; SOUZA, A. S. (Ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, v. 1, p. 177-205, 2009.

SOUZA JÚNIOR, E. E. de ; 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, N. A.; JASMIM, J. M. Crescimento de singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 39-44, 2004

SOUZA, T. R.; SALOMÃO, L. C.; ANDRADE, T. F.; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 993-1003, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de solos, 5).

THOMIDIS, T.; TSIPOURIDIS, C. Influence of rootstocks, pH, iron supply (in nutrient solutions) and *Agrobacterium radiobacter* on chlorophyll and iron concentration in leaves of a peach variety. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, n. 10, p. 1.833-1.842, 2005.

TORRES NETO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; YAMANISHI, O. K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, n. 3, p. 203-210, 2002.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, 497-506, 2000.

VALE, D. W.; PRADO, R. M. Adubação com NPK e o estado nutricional de ‘citrumelo’ por medida indireta de clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 266-271, 2009.

WEBER, O. B.; CORREIA, D.; ROCHA, M. W.; ALVEZ, G. C.; OLIVEIRA, E. M.; SÁ, E. G. Resposta de plantas micropropagadas de abacaxizeiro à inoculação de bactérias diazotróficas em casa de vegetação. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1419-1426, 2003.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. G. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: a review. **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**, v. 23, p. 1-9, 1993.

ANEXOS

CAPÍTULO I

ANEXO 1. Resumo da análise de variância para as características de crescimento diâmetro caulinar (DC), comprimento caulinar (CC), diâmetro da muda (DM), comprimento da muda (CM), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca radicular (FSR), relação parte aérea/raiz e razão de área foliar, durante aclimatização de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

Fonte de variação	GL	DC	CC	DM	CM	NF	AF	FSF	FSC	FSR	RPA/R	RAF
		-----QM-----										
Substratos	15	2,33**	1,51**	560,60**	1,57**	14,53**	2665,97**	0,04**	0,00008**	0,0030**	17,55**	1619,98**
Resíduo	48	0,19	0,27	66,26	0,13	3,53	229,10	0,0060	0,00001	0,00022	1,59	309,41
Total	63											
CV		7,52	11,48	7,91	8,56	10,06	15,01	12,45	16,01	14,26	20,0	13,3

(**) Significativo a 1% de probabilidade; QM: quadrado médio

ANEXO 2. Resumo da análise de variância para índice SPAD e N-total das mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivadas em substratos orgânicos e comercial

Fonte de variação	GL	SPAD	N-total
		-----QM-----	
Substratos	15	61,05**	14,24**
Resíduo	48	5,24	0,50
TOTAL	63		
C.V		7,89	8,02

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

QM: quadrado médio

CAPÍTULO II

ANEXO 1. Resumo da análise de variância para as características de crescimento em diâmetro caulinar (DC), comprimento da muda (CM), diâmetro da muda (DM), número de folhas (NF); área foliar (AF), comprimento caulinar (CC), fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca radicular (FSR), relação parte aérea/raiz e razão de área foliar, durante aclimação de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’

Fonte de variação	GL	DC	CC	DM	CM	NF	AF	FSF	FSC	FSR	RPA/R	RAF
-----QM-----												
Substratos	14	36,24**	47,16**	25159,28**	55,60**	114,37**	325838,45**	40,10**	0,05**	0,20**	525,49**	53,38**
Resíduo	45	0,36	1,07	244,01	0,78	3,29	560,38	0,31	0,0008	0,03	146,71	3,35
Total	59											
CV (%)		5,19	9,07	5,36	4,82	7,35	4,41	9,93	14,53	22,06	14,87	25,72

(**) Significativo a 1% de probabilidade; QM: quadrado médio

ANEXO 2. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) das mudas de abacaxizeiro 'Imperial' cultivadas em substratos orgânicos e comercial

Fonte de variação	GL	TCA	TCR
		-----QM-----	
Substrato	14	11968,57**	322,69**
Erro 1	42	133,09	8,90
Época	3	27371,04**	1618,43**
Substrato X Época	42	407,30**	140,58**
Erro 2	138	3046,93	28,48
TOTAL	239	-	-
C.V (%) (1)	-	24,75	20,81
C.V (%) (2)	-	43,29	37,22

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

QM: quadrado médio

ANEXO 3. Resumo da análise de variância para índice SPAD, clorofila total e N-total das mudas de abacaxizeiro 'Imperial' cultivadas em substratos orgânicos e comercial

Fonte de variação	GL	SPAD	Clorofila Total	N-total
		-----QM-----		
Substrato	14	370,899**	44,374**	18,0**
Resíduo	45	2,597	0,978	0,660
TOTAL	59			
C.V (%)		4,99	8,34	7,26

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

QM: quadrado médio